

---

# ВІСНИК

Житомирського  
національного  
агроекологічного  
університету

---

## Редакційна колегія:

д.е.н. Скидан О. В.  
(головний редактор)  
д.с.-г.н. Романчук Л. Д.  
д.е.н. Ходаківський Є. І.  
(заступники головного редактора)  
к.с.-г.н. Тимошук-Марценюк Т. М.  
к.е.н. Куровська Н. О.  
(відповідальні секретарі)  
д.вет.н. Борисевич Б. В.  
д.с.-г.н. Бурлака В. А.  
д.с.-г.н. Веремеєнко С. І.  
д.вет.н. Галатюк О. Є.  
д.т.н. Грабар І. Г.  
д.т.н. Голуб Г. А.  
д.вет.н. Горальський Л. П.  
д.с.-г.н. Гузій А. І.  
д.с.-г.н. Дідора В. Г.  
д.вет.н. Довгій Ю. Ю.  
д.т.н. Друкований М. Ф.  
д.т.н. Запольський А. К.  
д.е.н. Зіновчук В. В.  
д.е.н. Зінчук Т. О.  
д.вет.н. Ільницький М. Г.  
д.вет.н. Калиновський Г. М.  
д.с.-г.н. Куян В. Г.  
д.т.н. Кухарець С. М.  
д.т.н. Лось Л. В.  
д.е.н. Малиновський А. С.  
д.е.н. Масловська Л. Ц.  
д.е.н. Микитюк В. М.  
д.с.-г.н. Мойсієнко В. В.  
д.с.-г.н. Надточій П. П.  
д.т.н. Паламарчук І. П.  
д.с.-г.н. Пелехатий М. С.  
д.с.-г.н. Савченко Ю. І.  
д.т.н. Сидорчук О. В.  
д.с.-г.н. Славов В. П.  
д.с.-г.н. Смаглий О. Ф.  
д.е.н. Цаль-Цалко Ю. С.

---

## НАУКОВО-ТЕОРЕТИЧНИЙ ЗБІРНИК

№ 1 (53), т. 1

2016 р.

Виходить двічі на рік

ЗАСНОВАНО 12 БЕРЕЗНЯ 1998 р.

Матеріали друкуються українською, частково  
російською та англійською мовами

---

## Editorial board:

O. V. Skidan, Dr. of Ec. Sc.  
(editor-in-chief)  
L. D. Romanchuk, Dr. of Agr. Sc.  
Ye. I. Hodakivsky, Dr. of Ec. Sc.  
(deputies editor-in-chief)  
T. M. Tymoshchuk-Martsenyuk, Cand. of Agr. Sc.  
N. O. Kurovska, Cand. of Ec. Sc.  
(executive secretaries)  
B. V. Borysevych, Dr. of Vt. Sc.  
V. A. Burlaka, Dr. of Agr. Sc.  
S. I. Veremeyenko, Dr. of Agr. Sc.  
O. Ye. Galatyuk, Dr. of Vt. Sc.  
I. G. Grabar, Dr. of Eng. Sc.  
G. A. Golub, Dr. of Eng. Sc.  
L. P. Goralsky, Dr. of Vt. Sc.  
A. I. Guziy, Dr. of Agr. Sc.  
V. G. Didora, Dr. of Agr. Sc.  
Y. Y. Dovgiy, Dr. of Vt. Sc.  
M. F. Drukovany, Dr. of Eng. Sc.  
A. K. Zapolsky, Dr. of Eng. Sc.  
V. V. Zinovchuk, Dr. of Ec. Sc.  
T. O. Zinchuk, Dr. of Ec. Sc.  
M. G. Ilnytsky, Dr. of Vt. Sc.  
G. M. Kalynovsky, Dr. of Vt. Sc.  
V. G. Kuyan, Dr. of Agr. Sc.  
S. M. Kuharets, Dr. of Eng. Sc.  
L. V. Los, Dr. of Eng. Sc.  
A. S. Malynovsky, Dr. of Ec. Sc.  
L. Ts. Maslovska, Dr. of Ec. Sc.  
V. M. Mykytyuk, Dr. of Ec. Sc.  
V. V. Moiseyenko, Dr. of Ec. Sc.  
P. P. Nadtochiy, Dr. of Agr. Sc.  
I. P. Palamarchuk, Dr. of Eng. Sc.  
M. S. Pelehaty, Dr. of Agr. Sc.  
Y. I. Savchenko, Dr. of Agr. Sc.  
O. V. Sydorhchuk, Dr. of Eng. Sc.  
V. P. Slavov, Dr. of Agr. Sc.  
O. F. Smaglyi, Dr. of Agr. Sc.  
Yu. S. Tsal-Tsalko, Dr. of Ec. Sc.



**Засновник, редакція,  
видавець –**

**ЖИТОМИРСЬКИЙ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ  
АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

Свідоцтво  
про державну реєстрацію  
Серія КВ № 15886-4358 ПР  
від 13.11.2009 р.

Вісник ЖНАЕУ включено до Переліку наукових фахових видань України з сільськогосподарських, ветеринарних (наказ МОН України № 261 від 06.03.2015 р.), економічних (наказ МОН України № 528 від 12.05.2015 р.) та технічних наук (наказ МОН України № 1021 від 07.10.2015 р.)

Відбір статей до друку проводиться редакційною колегією згідно з вимогами, що друкуються у "Віснику ЖНАЕУ", та шляхом додаткового рецензування і надання відповідної рекомендації.

**Головний редактор**

*О. В. Скидан*

**Відповідальні за випуск**

*Л. Д. Романчук, Т. М. Тимошук*

**Науковий редактор:**

*Л. Д. Романчук*

**Редагування англомовних текстів**

*Г. О. Хант, С. В. Кубрик*

**Редактори:**

*Л. В. Якубовська*

*О. М. Шестакова*

*В. Є. Літвінчук*

**Редагування бібліографічних списків:**

*О. І. Касянюк, Н. Г. Яремчук*

**Комп'ютерний набір та верстка**

*О. М. В'юнцова*

**Макетування**

*О. М. В'юнцова*

**Друкується за рішенням**

**Вченої ради ЖНАЕУ**

**протокол № 7 від 30.03.2016 р.**

Підписано до друку 10.06.2016 р.

Формат 70х100/16.

Ум. друк. арк. 34,85

Наклад 300 пр. Зам. № 93

**Адреса редакції видавця**

**та виготовлювача:**

10008, м. Житомир,

бульвар Старий, 7, ЖНАЕУ

Контактні телефони:

(0412) 37-49-31, (0412) 22-04-17

Факс: (0412) 22-04-17

Свідоцтво суб'єкта

про державну реєстрацію

ДК № 3402 від 23.02.2009 р.

**Address of the publishers:**

Zhytomyr National

Agroecological University

Stary Boulevard, 7

10008, Zhytomyr, Ukraine

Telephone number:

(0412) 37-49-31, (0412) 22-04-17

Fax: (0412) 22-04-17

e-mail: [skydano@mail.ru](mailto:skydano@mail.ru)

© Житомирський національний  
агроєкологічний університет, 2016

# Екологія та охорона навколишнього середовища

УДК 631.504.062 +631.582.631.8

П. П. Надточій

Д. С.-Г. Н.

Ю. А. Білявський

К. С.-Г. Н.

Г. М. Мартенюк

К. С.-Г. Н.

Житомирський національний агроекологічний університет

## РАДІОЕКОЛОГІЧНА СКЛАДОВА ЯК КОМПОНЕНТ ПРОГРАМ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ РЕГІОНІВ

*Проведений аналіз радіоекологічних складових як компонентів програм і планів дій соціально-економічного розвитку з охорони навколишнього природного середовища у Житомирській області за період 2010–2017 рр. У регіональні стратегії і програми запропоновано додатково інтегрувати конкретні науково-обґрунтовані заходи з метою підвищення рівня екологічної безпеки населення.*

*Встановлено питому активність та щільність поверхневого забруднення ґрунту  $^{137}\text{Cs}$  в районі сховищ низькорадіоактивних відходів «Журба» і «Деркачі», що знаходяться в Овруцькому районі Житомирської області. Встановлено, що питома активність  $^{137}\text{Cs}$  в ґрунті на несанкціонованих звалищах відходів поблизу с. Журба виявилася у декілька разів вищою, ніж у могильнику, і варіювала в межах 1247–1396 Бк/кг ґрунту.*

**Ключові слова:** *питома активність, щільність забруднення, цезій-137, зона радіаційного забруднення, сховища радіоактивних відходів.*

### Постановка проблеми

Інтерес до проблем, викликаних як наслідками аварії на ЧАЕС, так й іншими чинниками антропогенного походження, що спричиняють радіоактивне забруднення довкілля, неухильно зростає [2, 7, 12]. Нині важливим практичним завданням досліджень залишається уточнення радіоекологічної ситуації в зоні безумовного (обов'язкового) відселення (зона 2) і зоні гарантованого добровільного відселення (зона 3). Не менш важливим залишається й проведення подальшого контролю продуктів харчування людей і кормів для тварин, а також розроблення заходів з попередження негативної дії наслідків Чорнобильської катастрофи [13, 18].

Аварія на ЧАЕС надовго залишила свої згубні сліди на значній території України, спричинивши значне погіршення загальної екологічної ситуації та негативно позначившись на долі і здоров'ї мільйонів людей. Вона призвела до забруднення понад 145 тисяч км<sup>2</sup> території України, Республіки Білорусь та

Російської Федерації, щільність забруднення радіонуклідами  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$  якої перевищує 37 кБк/м<sup>2</sup>. Внаслідок Чорнобильської катастрофи постраждало майже 5 мільйонів осіб, забруднено радіонуклідами близько 5 тисяч населених пунктів Республіки Білорусь, України та Російської Федерації, з них в Україні – 2293 села, селища та міста з населенням біля 2,6 млн. осіб [7, 17].

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Після аварії на ЧАЕС майже на 75 % території України (у 10 областях майже на 100 %) рівні забруднення  $^{137}\text{Cs}$  більш ніж удвічі перевищували доаварійні, а його загальна активність, що виявлялася за межами об'єкта «Укриття» (без урахування тієї кількості, що була розміщена як радіоактивні відходи у відповідних сховищах та тимчасових пунктах зберігання), понад 13 ПБк. Найбільшого за масштабами (близько 100 %) та рівнями (понад 1 МБк/м<sup>2</sup>) забруднення  $^{137}\text{Cs}$  зазнали Київська та Житомирська області. На територіях Рівненської, Черкаської та Чернігівської областей рівні забруднення були вдвічі менші, а площа забруднення зів'язана за масштабами. Майже на 100 % території Донецької, Івано-Франківської, Луганської, Сумської та Чернівецької областей забруднення удвічі перевищило глобальні доаварійні рівні 1967–1968 років. Найбільш ураженим радіацією виявилось Українське Полісся – північні райони Житомирської, Рівненської, Київської, Чернігівської і Волинської областей. Найсильнішого ж радіаційного удару зазнала Житомирська область, 47,5 % від загальної території якої – третина сільськогосподарських угідь та половина орних земель – були забруднені радіонуклідами [3, 11].

### Мета, завдання та методика досліджень

Зважаючи на зазначене, метою досліджень став аналіз радіоекологічних складових як компоненту регіональних програм соціально-економічного розвитку та охорони навколишнього природного середовища. Ставилося також завдання оцінити питому активність та рівень поверхневого забруднення ґрунту  $^{137}\text{Cs}$  у районі сховищ низько-радіоактивних відходів «Журба» і «Деркачі», що знаходяться в Овруцькому районі Житомирської області.

Відбір проб ґрунту для визначення щільності випадань  $^{137}\text{Cs}$  виконано відповідно до методик, опублікованих в [6, 11]. Проведення гамма-зйомки ґрунтового покриву здійснювали за допомогою дозиметра СРП-88Н, а питому активність  $^{137}\text{Cs}$  в ґрунті – за допомогою комбінованого радіометра бета-гамма випромінювання РИ-БГ. Для проведення радіаційного контролю сільськогосподарської продукції користувалися гамма-радіометрами РУГ-91, РУГ-91М. Дослідження були проведені у період з 2012 по 2015 рр.

### Результати досліджень

Тридцять років, що минули з дня аварії на ЧАЕС, термін, який практично дорівнює періоду напіврозпаду основних радіонуклідів-забруднювачів території



України –  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$ . Природні процеси розпаду радіонуклідів за постчорнобильський період внесли суттєві корективи у структуру радіонуклідного забруднення як території України в цілому, так і Житомирської області зокрема (табл. 1). За цей час майже вдвічі скоротилася площа території, де щільність забруднення  $^{137}\text{Cs}$  перевищує 10 кБк/м<sup>2</sup>. У Житомирській області площа зони безумовного (обов'язкового) відселення скоротилася на 0,31 тис. км<sup>2</sup>, а зони гарантованого добровільного відселення – на 0,6 тис. км<sup>2</sup>.

З 01.01. 2015 року набрали чинності зміни до Закону України „Про правовий режим території, що зазнала забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи”, які були визнані ч. 2 Закону України № 76-VIII (76-19) від 28.12.2014 „Про внесення змін та визнання такими, що втратили чинність деякі законодавчі акти України”, згідно з яким виключено абзац п'ятий, що визначав правовий статус зони посиленого радіоекологічного контролю, тобто ліквідовано саму категорію цієї зони.

**Таблиця 1. Динаміка змін площ територій Житомирської області і України, які можуть бути віднесені до відповідних зон за щільністю забруднення  $^{137}\text{Cs}$ , тис. км<sup>2</sup> [2, 3, 4]**

| Роки                | Зона радіоактивного забруднення |                                        |                                        |                                       |
|---------------------|---------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------|
|                     | відчуження                      | безумовного (обов'язкового) відселення | гарантованого добровільного відселення | посиленого радіоекологічного контролю |
| Житомирська область |                                 |                                        |                                        |                                       |
| 1986                | 0,4                             | 0,64                                   | 1,7                                    | 8,7                                   |
| 2006                | 0,4                             | 0,33                                   | 1,1                                    | 6,3                                   |
| 2011                | 0,4                             | 0,33                                   | 1,1                                    | 6,3                                   |
| 2015                | 0,4                             | 0,33                                   | 1,1                                    |                                       |
| Україна             |                                 |                                        |                                        |                                       |
| 1986                | 2,04                            | 1,6                                    | 3,7                                    | 37,5                                  |
| 2006                | 2,04                            | 1,6                                    | 2,0                                    | 22,5                                  |
| 2011                | 2,04                            | 1,1                                    | 2,0                                    | 18,4                                  |
| 2015                | 2,04                            | 1,1                                    | 2,0                                    | -                                     |

Виходячи зі зазначеного, постає необхідність і у зміні статусу другої та третьої зон радіоактивного забруднення для населених пунктів, яким вони були присвоєні за результатами загальнодозиметричної паспортизації населених пунктів України. Інформація щодо кількості населених пунктів, статус яких за критеріями виділення зон радіоактивного забруднення згідно із чинним законодавством України міг би бути змінений, наведено у табл. 2.

Таблиця 2. Кількість населених пунктів, які за критеріями виділення зон, згідно із чинним законодавством, могли б бути віднесені до різних зон радіоактивного забруднення, шт. [2, 5, 8, 10]

| Роки                | Зона радіоактивного забруднення |                                        |                                        |                                    |
|---------------------|---------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------|
|                     | відчуження                      | безумовного (обов'язкового) відселення | гарантованого добровільного відселення | посиленого радіологічного контролю |
| Житомирська область |                                 |                                        |                                        |                                    |
| 1995                | 7                               | 63                                     | 301                                    | 363                                |
| 2001                | 7                               | 23                                     | 148                                    | 270                                |
| 2011                | 7                               | <u>11*</u><br>0                        | 45<br>80                               | <u>371</u><br>126                  |
| 2012                | 7                               | 4                                      | 38                                     | 44                                 |
| Україна             |                                 |                                        |                                        |                                    |
| 1995                | 76                              | 86                                     | 841                                    | 1290                               |
| 2001                | 76                              | 44                                     | 327                                    | 545                                |
| 2011                | 76                              | <u>22</u><br>1                         | <u>96</u><br>237                       | <u>901</u><br>447                  |
| 2012                | 76                              | 26                                     | 73                                     | 100                                |

\*) Чисельник – дані розраховані згідно із методикою дозиметричної паспортизації, знаменник – за щільністю забруднення радіонуклідами.

Ще у 2001 році, до 15-річчя Чорнобильської катастрофи, МНС України, спільно з МОЗ, НКРЗУ та іншими міністерствами і відомствами, підготувало пропозиції Кабінету Міністрів України щодо перегляду питань віднесення населених пунктів до зон радіоактивного забруднення [6, 8]. Уже тоді 645 населених пунктів за результатами загальнодозиметричної паспортизації могли бути виведені поза межі зони радіоактивного забруднення. Зокрема, у 2001 р. 42 населені пункти на території України, у тому числі 40 – у межах радіоактивно забрудненої частини Житомирської області можна було перевести із зони безумовного (обов'язкового) відселення у зону гарантованого добровільного відселення, а 645 населених пункти в межах України й 155 – у межах Житомирської області – із зони гарантованого добровільного відселення у зону посиленого радіоекологічного контролю. У 2011 році за критеріями виділення зон радіоактивного забруднення у межах України [5, 10] статусу зони радіоактивного забруднення могли бути позбавлені 389 населених пунктів, проте лише 6 населених пунктів Волинської і Рівненської областей у 2004 р. були переведені із зони безумовного (обов'язкового) відселення в зону гарантованого добровільного відселення.

Експертною групою Національної комісії з радіаційного захисту населення України (НКРЗУ) у 2012 році підготовлено 12 експертних висновків про радіологічний стан 2163 населених пунктів 12-ти областей України. Міністерство

екології та природних ресурсів України надало експертні висновки до обласних рад для розгляду та прийняття відповідних рішень щодо зміни статусу населених пунктів до 1 вересня 2013 року. Проте, станом на 1 січня цього ж року жодного рішення щодо перегляду статусу населених пунктів, віднесених до зон радіоактивного забруднення, обласними радами прийнято не було, про що повідомлено Мінприроди та Державне агентство України з управління зоною відчуження відповідними листами [14]. Враховуючи вимоги чинних Законів України «Про статус і соціальний захист громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи» та «Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи», без відповідних рішень обласних рад щодо зміни статусу населених пунктів, немає правових підстав для підготовки законопроекту про внесення змін до переліку населених пунктів, віднесених до зон радіоактивного забруднення, з метою перегляду меж зон радіоактивного забруднення.

Постає справедливе запитання: „Чому обласні ради не надали відповідних рішень щодо зміни статусу зон населених пунктів?” Причин, безумовно, декілька, серед яких і відсутність належної інформації про агроекологічний і радіоекологічний стани ґрунтово-земельних ресурсів, недостатній рівень інформаційно-просвітницьких заходів, спрямованих на роз'яснення та популяризацію основних положень раціонального й еколого-безпечного лісокористування, у тому числі й можливостей використання недеревної продукції лісу.

Крім того, експертна група робить декілька важливих уточнень, що, на наш погляд, дають підстави сумніватися в об'єктивності експертних висновків, а саме:

1. Основним критерієм належності населеного пункту до зони радіоактивного забруднення вважається лише максимальне значення паспортної дози, визначене за „Методикою-1996” [9] у дозовому діапазоні відповідної зони.

2. Оскільки станом на 2011 рік дані про щільність забруднення ґрунту ізотопами стронцію та плутонію офіційно не публікувалися, спеціалісти групи керувалися даними про щільність забруднення ґрунту ізотопами цезію, незважаючи на те, що у статті 2 Закону України „Про правовий режим території...” одним із критеріїв зонування є щільність забруднення ґрунту ізотопами цезію, стронцію або плутонію. Відсутність матеріалів або їх офіційне неопублікування, на наш погляд, не є підставою для їх ігнорування.

3. У випадку відповідності населеного пункту за дозовим критерієм зоні посиленого радіоекологічного контролю (четверта зона), щільність забруднення ґрунту не враховувалася, що також викликає сумнів в об'єктивності даних.

Експертна група у своїх висновках не враховувала і проведення планових контрзаходів та їх вплив на радіоактивне забруднення продуктів харчування і дозу опромінення населення через відсутність такої інформації на момент роботи.

Відповідно до [5] в межах Житомирської області із 700 населених пунктів не відповідають критеріям зонування, тобто можуть бути виведені із зон

радіоактивного забруднення 555 населених пунктів у 9-ти адміністративних районах (Володарсько-Волинському, Ємільчинському, Коростенському, Лугинському, Малинському, Народицькому, Новоград-Волинському, Овруцькому і Олевському).

Проте, незважаючи на оптимістичні висновки експертної групи НКРЗУ, проблема Чорнобиля важким тягарем залишиться для області ще на довгі роки, тому радіоекологічна складова повинна була б стати невід'ємною частиною як Програми економічного і соціального розвитку Житомирської області на 2014 рік, так і Комплексної програми розвитку Житомирської області на 2012–2015 роки та регіональних і місцевих планів дій з охорони навколишнього природного середовища, які були розроблені на виконання розпорядження Кабінету Міністрів України від 25 травня 2011 року, №577-р «Про затвердження Національного плану дій з охорони навколишнього природного середовища на 2011–2015 роки». Однак, вона стала пріоритетною при розробленні як регіонального, так і місцевих планів дій з охорони довкілля, а також і програм соціально-економічного розвитку регіону й окремих адміністративних районів. Крім того, проектом Програми соціально-економічного розвитку Житомирської області на 2014 рік не були передбачені й інструменти реалізації заходів, спрямованих на подолання наслідків аварії на ЧАЕС, а спеціальні проекти обласних програм вирішення цих питань не знайшли відображення в документах, розроблених республіканськими органами виконавчої влади.

Зокрема, у програмах соціального і економічного розвитку трьох найбільш радіонуклідно забруднених адміністративних районів області питання подолання наслідків Чорнобильської катастрофи або бачилося у формі своєчасного проведення компенсаційних виплат постраждалому населенню, або у відселенні сімей із зони безумовного (обов'язкового) відселення у чисті регіони, або взагалі не представлені. Однак, на відміну від регіональної програми, вони містили також і положення, що стосуються екологічного оздоровлення та економічної реабілітації території, яка зазнала радіоактивного забруднення.

Серед проблемних питань, зазначених у регіональній програмі соціального та економічного розвитку Житомирської області на 2014 р., вказувалося на необхідність відселення 426 сімей із зони безумовного (обов'язкового) відселення, які не забезпечені житлом; забезпечення житлом 48 сімей із 16 сіл зони безумовного відселення, де вони проживають без належних умов; забезпечення житлом 242 сімей інвалідів та сімей з дітьми-інвалідами, інвалідність яких пов'язана із наслідками аварії на ЧАЕС. Однак, не переселення людей, а саме реабілітація забруднених територій і залучення їх в ефективне господарське використання мають стати пріоритетними цілями розроблення усіх, без винятку, регіональних та місцевих планів дій з охорони довкілля. Зазначимо, що фінансування проведення комплексу заходів із подолання наслідків Чорнобильської катастрофи, починаючи з 2013 року, у Житомирській області практично не проводилося, а мізерні кошти виділялися лише на утримання

служби радіологічного контролю, сума яких за останній трирічний період (2013–2015 рр.) варіювала в межах 227 – 430 тис. грн.

Зазначимо, що в Обласній комплексній програмі охорони навколишнього природного середовища Житомирської області на 2014–2017 роки констатується лише, що радіаційна ситуація в регіоні не створює передумов для досягнення кінцевих цілей державної політики з реабілітації та повернення у сферу господарської діяльності радіоактивно забруднених територій, поліпшення якості навколишнього середовища та екологічних умов життя людини, істотного скорочення частки населення, що проживає в населених пунктах з несприятливою екологічною ситуацією. Проте, програмою не передбачені кошти на проведення комплексу контрзаходів щодо поліпшення радіаційної ситуації і зниження надходження радіонуклідів цезію й стронцію у сільськогосподарську продукцію.

Значну радіаційну небезпеку становлять сховища радіоактивних відходів і колишні пункти санітарної обробки, яких на території Житомирської області налічується 29 [15]. Вони зосереджені на території 4 адміністративних районів – Житомирського (колишній пункт санітарної обробки), Народицького – 11 сховищ, Овруцького – 8 сховищ, Лугинського – 7 сховищ та Олевського – 2 сховища.

Переважає більшість цих сховищ знаходиться в занедбаному стані, окремі з них розкриті шукачами металобрухту. До того ж, не всі місця наявних звалищ радіоактивних відходів офіційно зареєстровані.

Нами були обстежені два сховища низькорадіоактивних відходів (СНРАВд) в Овруцькому районі – "Журба" (1 км на захід від села Журба) і "Деркачі" (0,4 км на захід від села Деркачі), а також питома активність ґрунту і щільність забруднення  $^{137}\text{Cs}$  прилеглих територій в радіусі 500 м. Зазначені сховища розміщені в лісових масивах зони відчуження. Результати обстеження представлені в табл. 3.

**Таблиця 3. Питома активність і щільність забруднення  $^{137}\text{Cs}$  ґрунту лісового масиву, чисельник Бк/кг знаменник кБк/м<sup>2</sup>**

| Глибина відбору проб, см                           | Територія СНРАВД | Горбисті ділянки місцевості (не санкціоновані звалища відходів) |               |               |               | Рівнинні ділянки місцевості |            |            |            |
|----------------------------------------------------|------------------|-----------------------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|-----------------------------|------------|------------|------------|
|                                                    |                  | 1                                                               | 2             | 3             | О             | 1                           | 2          | 3          | О          |
| Лісовий масив поблизу с. Журба Овруцького району   |                  |                                                                 |               |               |               |                             |            |            |            |
| 0–20                                               | 186<br>56        | 1247<br>375,2                                                   | 1355<br>407,7 | 1396<br>420,0 | 1354<br>407,4 | 339<br>102                  | 383<br>107 | 371<br>112 | 357<br>107 |
| 20–40                                              | 293<br>88        | Не визначали                                                    |               |               |               | Не визначали                |            |            |            |
| 40–60                                              | 381<br>115       | „–“                                                             |               |               |               | „–“                         |            |            |            |
| Лісовий масив поблизу с. Деркачі Овруцького району |                  |                                                                 |               |               |               |                             |            |            |            |
| 0–20                                               | 512<br>154       | Не визначали                                                    |               |               |               | 383<br>115                  | 412<br>124 | 453<br>136 | 416<br>125 |
| 20–40                                              | 512<br>188       | „–“                                                             |               |               |               | Не визначали                |            |            |            |
| 40–60                                              | 658<br>198       | „–“                                                             |               |               |               | „–“                         |            |            |            |

Встановлено, що питома активність  $^{137}\text{Cs}$  в ґрунті на території несанкціонованих звалищ відходів поблизу с. Журба виявилася у декілька разів вищою, ніж у могильнику, що свідчить про недоброякісну роботу при захороненні відходів, утворених під час проведення дезактивації населених пунктів району в 1986 році.

Фахівцями обласних центрів радіологічного контролю та виконанню заходів із ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС 5-ти найбільш забруднених областей України у межах своїх компетенцій і виділених коштів постійно проводиться робота, пов'язана з організацією і проведенням радіологічного контролю сільськогосподарської продукції. Лише Житомирським центром радіологічного контролю та виконанню заходів із ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС у 2015 році відібрано і перевірено понад 15,1 тис. проб, із яких 2,2 % зразків молока і 2,6 % – м'яса відповідно у 14-ти та 18-ти населених пунктах не відповідали державним гігієнічним нормативам (ДР-2006) за рівнем забрудненості  $^{137}\text{Cs}$ . Радіонуклідно забруднена недеревна продукція лісу (гриби і ягоди) виявлена у жителів 46 сільських населених пунктів і становить 30,7 % від загальної кількості проаналізованих проб (586 шт.).

Реалії сьогодення висувають на передній план дещо інші від бачення органів виконавчої влади екологічні проблеми, характерні для територій, що постраждали внаслідок аварії на ЧАЕС, які потребують нагального вирішення. Серед них: екологічна й економічна реабілітація та розвиток територій, що зазнали радіоактивного забруднення; одержання екологічно безпечної продукції тваринництва і рослинництва у приватному секторі господарювання в межах радіоактивно забруднених територій; забезпечення населення якісною питною водою та вивезення і зберігання твердих побутових відходів; недостатня обізнаність населення в радіоекологічних питаннях.

Саме їх вирішення й має бути покладене в основу регіональних та місцевих планів дій з охорони навколишнього середовища.

Альтернативи повернення безпечних у радіаційному відношенні територій, а точніше земельних ресурсів, що постраждали внаслідок аварії на ЧАЕС, в аграрну сферу наразі немає. Адже земельні ресурси є не лише матеріальною основою сільськогосподарської галузі, але й виступають активним учасником виробництва, вони виконують подвійну функцію: є предметом праці і засобом виробництва – за допомогою землі людина отримує необхідну продукцію і акумульовану від сонця рослинами таку необхідну їй енергію.

Ще у 30-ті роки минулого століття В. Р. Вільямс відмічав, що «...постійно накопичувати енергію і постійно раціонально її використовувати є якісною ознакою суспільства» [1].

Перш ніж повернути виведені із аграрного сектору через радіаційне забруднення земельні ресурси законним власникам (територіальним громадам), на наш погляд, потрібно мати чіткий план дій, який би враховував

радіоекологічну і агроекологічну складові. Радіоекологічна складова повинна передбачати вирішення 2 основних блоків завдань:

1. Оцінку впливу ландшафтних і біогеохімічних характеристик с.-г. угідь щодо перерозподілу і концентрування радіонуклідів у компонентах агроєкосистем, що в значній мірі визначає ступінь ризику забруднення.

2. Оцінку забруднення с.-г. територій з точки зору можливості отримання продукції, що відповідає санітарно-гігієнічним нормативам.

У свою чергу, основним завданням агроекологічної оцінки має бути: ідентифікація агрономічно значимих параметрів ґрунтового покриву відповідно до агроекологічних вимог с.-г. культур і агротехнологій; визначення ландшафтних зв'язків між відповідними параметрами; визначення особливостей енерго-масоперенесення і ландшафтно-геохімічних потоків, у межах яких можливі антропогенні перетворення.

Інформаційною базою для створення планів дій повинні слугувати: 1) картограми щільності забруднення ґрунтового покриву  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ , а при необхідності – ізотопами плутонію; 2) картограми кислотності, вмісту рухомого фосфору і обмінного калію, а також забруднення ґрунту важкими металами; 3) ландшафтно-екологічний аналіз території (форми рельєфу, крутизна схилів, літологічні і гідрологічні умови, еродованість території); 4) фітосанітарна оцінка земель та їх агроекологічна типологія для проектування адаптивно-ландшафтних систем землеробства; 5) бонітування ґрунтів і оцінка продуктивності земель; 6) визначення кадастрової вартості сільськогосподарських угідь на основі агроекологічної оцінки земель.

Проведення вапнування кислих ґрунтів у зоні радіоактивного забруднення є також дієвим засобом їх реабілітації і забезпечення одержання безпечної сільськогосподарської продукції. Станом на 01. 01. 2014 р. понад 2/3 орних земель радіоактивно забрудненої території мають підвищену кислотність ґрунту ( $\text{pH}_{\text{KCl}} \leq 5,0$ ), і лише 27 % ріллі не потребує вапнування. Позитивна дія вапнякових добрив проявляється у створенні карбонатної буферної зони. У Поліссі має місце постійне вилугування кальцію. Щорічні втрати цього елементу за рахунок вимивання у нижні шари ґрунту можуть перевищувати 300 кг/га, що значно позначається на ґрунтовій родючості.

Особливу увагу при розробленні плану дій з охорони навколишнього середовища в умовах радіоактивного забруднення слід звернути й на збереження і відтворення лісових ресурсів. Лісові екосистеми акумулювали значно більше радіонуклідів чорнобильського походження. Вони виконали свої природні захисні функції і значно зменшили рівень радіоактивного забруднення населених пунктів поліського регіону та сільськогосподарських угідь. Серед лісів 5-ти Поліських областей найбільші площі зі значним рівнем радіоактивного забруднення (без урахування зони відчуження) зосереджені у межах лісового фонду Житомирщини. Через високу строкатість радіоактивних випадінь лісові

площі окремих лісництв і навіть держлісгоспів різняться за розподілом насаджень за щільністю радіоактивного забруднення. Специфіка і складність радіаційної ситуації в лісах потребує регламентації використання деревної і недеревної продукції лісового господарства та проведення заходів радіаційної безпеки для працівників галузі.

Слід зазначити, що ще й наразі концентрація  $^{137}\text{Cs}$  у межах лісових екосистем в окремих типах надґрунтового покриву значно вища, ніж у деревних породах. Максимальна питома радіоактивність спостерігається у грибів. Із судинних рослин в умовах вологих суборів максимальні коефіцієнти переходу (КП)  $^{137}\text{Cs}$  із ґрунту в надземну фітомасу виявлено у брусничних (чорниця, брусниця, журавлина), КП для яких у різні роки може перевищувати 50–60.

На наш погляд, необґрунтованим з екологічної точки зору є й співвідношення площ рубок лісу до площ їх насадження у межах Житомирської області, яке лише за 2012 рік становило 10,5 : 1. Площа посадки і посіву лісових насаджень при цьому не перевищувала 5227 га [16]. Слід зазначити, що за умов помірних рубок догляду у природних і штучних насадженнях та при виправданому в лісівничому відношенні підборі агротехніки, складу лісових культур, схем змішування можна сформувати у штучних ценозах біологічно стійкі й високопродуктивні соснові і частково змішані деревостани на радіоактивно забруднених територіях Полісся, які за запасом стовбурної деревини і середнім її приростом можуть через декілька десятиріч дати високу її продуктивність, що в радіаційному відношенні відповідатиме вимогам державних гігієнічних нормативів.

Як вже зазначалося вище, регіональною програмою охорони навколишнього природного середовища Житомирської області не передбачено достатньо заходів, спрямованих на подолання наслідків Чорнобильської катастрофи. Однак, вона передбачає створення гідрологічних та загальнозоологічних заказників місцевого значення на теренах Ємільчинського, Коростенського, Олевського і Новоград-Волинського районів. Саме створення розгалуженої регіональної екологічної мережі на основі Поліського екологічного коридору загальнодержавного значення та залучення у господарське використання радіоактивно забруднених територій через посередництво створення в їх межах екскурсійних стежок, організації полювання тощо може стати дієвим засобом еколого-економічної реабілітації забруднених територій вже наразі. Прикладом такої діяльності на теренах Житомирської області є створення Древланського природного заповідника.

Запорукою ефективності здійснення заходів у межах планування будь-якої, не лише екологічної діяльності, є наявність тісної співпраці між виконавчою владою і науковою спільнотою. Наразі ж науковці недостатньо залучаються мірі до розроблення ні регіональних, ні місцевих планів дій з охорони довкілля, хоча могли б суттєво їх поліпшити у напрямку оптимізації відносин у системі



«витрати на природоохоронну діяльність – вигода від її здійснення». Доцільним є введення у регіональні програми і місцеві плани дій з охорони довкілля на подальші роки таких пунктів:

- організація та проведення науково-практичних конференцій щодо підготовки планів дій районного і сільського рівнів (у тому числі й на територіях колишньої зони посиленого радіоекологічного контролю і зони гарантованого добровільного відселення);

- проведення агроекологічного обстеження ґрунтів, у тому числі й на територіях, що прилягають до колишніх складів непридатних і заборонених до використання пестицидів і агрохімікатів, та розроблення технологій з їх знешкодження;

- проведення інформаційно-просвітницьких заходів, спрямованих на роз'яснення та популяризацію основних положень раціонального й еколого-безпечного лісокористування, в тому числі й можливостей використання недеревної продукції лісу;

- з метою підвищення рівня екологічної свідомості у місцевого населення, проживає на реабілітованих територіях, що були раніше радіонуклідно забруднені внаслідок Чорнобильської катастрофи, практикувати проведення «круглих столів», читання лекцій і висвітлення проблемних питань засобами масової інформації.

### **Висновки і перспективи подальших досліджень**

1. Створення умов для підвищення рівня екологічної безпеки населення, що проживає на радіаційно забруднених внаслідок Чорнобильської катастрофи територіях, можливе за умови інтеграції радіоекологічної і агроекологічної складових у регіональні та місцеві плани дій з охорони довкілля.

2. Відсутність достатньої кількості коштів на реалізацію програмних цілей і особливо на організацію і проведення комплексних моніторингових досліджень територій, які зазнали впливу наслідків аварії на ЧАЕС, є основною проблемою, що гальмує створення екологічно безпечних умов проживання населення.

3. Вирішення питання зміни статусу зон радіоактивного забруднення можливе за наявності спільного бажання громад і органів як місцевого, так і регіонального самоврядування, при подальшому науковому супроводі даної діяльності й належному проведенні інформаційно-просвітницьких заходів серед населення.

4. Державні кошти, що спрямовуються на ліквідацію наслідків Чорнобильської катастрофи, витрачаються не завжди раціонально й ефективно. Зокрема, при загальновизнаному факті необхідності зміни меж зон радіоактивного забруднення, щорічно на проведення лише загально дозиметричної паспортизації виділяється понад 10 млн грн, частину яких доцільно було б спрямувати на науковий супровід діяльності, пов'язаної із

залученням автореабілітованих територій у господарський обіг та на розвиток соціально-економічної сфери населених пунктів, статус зони радіоактивного забруднення яких уже може бути змінений.

Перспективи подальших досліджень слід зосередити на уточненні радіаційної ситуації навколо територій, прилеглих до сховищ низькорадіактивних відходів у Житомирській області.

### Література

1. Вільямс В. Р. Почвоведение / В. Р. Вільямс. – М. : Сельхозгиз, 1936. – 648 с.
2. Двадцять п'ять років Чорнобильської катастрофи. Безпека майбутнього: Нац. доп. – К. : КІМ, 2011. – 368 с.
3. Двадцять років Чорнобильської катастрофи. Погляд у майбутнє: Нац. доп. – К. : Атіка, 2006. – 224 с.
4. Десять лет после аварии на Чернобыльской АЭС: Нац. докл. / Минчернобыль Украины. – К., 1996. – 213 с.
5. Експертний висновок про радіологічний стан населених пунктів Житомирської області від 26.12.2012 р. № 3. – К. : НКРЗУ, 2012. – 23 с.
6. Довідник для радіологічних служб Мінсільгоспроду України / УкрНДІСГР. – К., 1997. – 197 с.
7. Досвід подолання наслідків Чорнобильської катастрофи (сільське та лісове господарство) / П. П. Надточій, А. С. Малиновський, А. О. Можар [та ін.]. – К. : Світ, 2003. – 372 с.
8. Загальнодозиметрична паспортизація та результати ЛВЛ-моніторингу в населених пунктах України, які зазнали радіоактивного забруднення після Чорнобильської катастрофи. Збірка 15. – 2013. – 33 с.
9. Радіаційно-дозиметрична паспортизація населених пунктів території України, що зазнала радіоактивного забруднення на ЧАЕС, включаючи тиреодозиметричну паспортизацію : інструктивно-метод. вказівки. – К. : Мінздрав України, 1996. – 74 с.
10. Лист МНС України від 04.05.2001 р., № 01-4561/07 Прем'єр-міністру України В. А. Ющенко. – К., 2001. – 14 с.
11. Методика комплексного радіаційного обстеження забруднених внаслідок Чорнобильської катастрофи територій (за винятком території зони відчуження) / В. А. Кашпаров, Л. В. Калиненко, Г. П. Перепелятников [та ін.]. – К. : Атіка-Н, 2007. – 60 с.
12. Надточій П. П. Екологія ґрунту : монографія / П. П. Надточій, Т. М. Мислива, Ф. В. Вольвач. – Житомир : Рута, 2010. – 473 с.
13. Надточій П. П. Проблеми інтеграції радіоекологічної складової у регіональні стратегії та плани дій з охорони навколишнього середовища / П. П. Надточій, М. В. Мартенюк // Еколог. вісник. – 2014. – № 1. – С. 6–9.

14. Позиція Державного агентства України з управління зоною відчуження на відеорепортаж каналу ICTV [Електронний ресурс] / Офіційний сайт Держ. агентства України з управління зоною відчуження. – Режим доступу: [http://dazv.gov.ua/index.php?option=com\\_content&view=category&layout=blog&id=90&Itemid=180](http://dazv.gov.ua/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=90&Itemid=180).

15. Паспорт ризику виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру в Житомирській області / Управління з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи Житомирської ОДА. – Житомир, 2005. – 64 с.

16. Статистичний щорічник Житомирської області за 2012 рік / Головне управління статистики у Житомирській області. – Житомир, 2013. – 468 с.

17. Чорнобильська катастрофа : монографія / за ред. В. Г. Бар'яхтара. – К. : Наук. думка, 1996. – 576 с.

18. Фокин А. Д. Сельскохозяйственная радиология : учебник / А. Д. Фокин, А. А. Лурье, С. П. Торшин. – М. : Дрофа, 2005. – 367 с.

УДК 631.1.521.5:504

С. І. Веремесенко

Д. С.-Г. Н.

Житомирський національний агроекологічний університет

О. С. Мороз

К. С.-Г. Н.

Національний університет водного господарства та природокористування

## РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ПРОГНОЗУВАННЯ ВМІСТУ РАДІОНУКЛІДІВ У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІЙ ПРОДУКЦІЇ

*У статті наводиться аналіз стану ґрунтів, які потрапили під забруднення радіонуклідами. Проаналізований загальний стан вивченості даного питання. Також вказано на відомі методи і методики складання прогнозу накопичення радіонуклідів у сільськогосподарській продукції.*

*Авторами наведено методику складання графічного методу визначення накопичення радіонуклідів. Представлені рисунки з номограмами для визначення прогнозного вмісту радіонуклідів для різних сільськогосподарських культур, побудованих на основі математичних моделей вмісту  $^{137}\text{Cs}$  у сільськогосподарських культурах залежно від показників родючості дерново-підзолистих ґрунтів.*

*Крім цього, для більш точного прогнозу вмісту радіонуклідів у сільськогосподарській продукції, авторами запропоновано використовувати залежність, яка враховує вміст у ґрунті гумусу та фізичної глини.*

**Ключові слова:** радіонукліди, прогноз, забруднення, номограми, фізична глина, оглеєння, гумус, математична модель.

### Постановка проблеми

Регіон Полісся займає приблизно 20% території України, серед яких більше 15% сільськогосподарських угідь і 13% орних земель. До 90% площі всіх ґрунтів

14. Позиція Державного агентства України з управління зоною відчуження на відеорепортаж каналу ICTV [Електронний ресурс] / Офіційний сайт Держ. агентства України з управління зоною відчуження. – Режим доступу: [http://dazv.gov.ua/index.php?option=com\\_content&view=category&layout=blog&id=90&Itemid=180](http://dazv.gov.ua/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=90&Itemid=180).

15. Паспорт ризику виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру в Житомирській області / Управління з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи Житомирської ОДА. – Житомир, 2005. – 64 с.

16. Статистичний щорічник Житомирської області за 2012 рік / Головне управління статистики у Житомирській області. – Житомир, 2013. – 468 с.

17. Чорнобильська катастрофа : монографія / за ред. В. Г. Бар'яхтара. – К. : Наук. думка, 1996. – 576 с.

18. Фокин А. Д. Сельскохозяйственная радиология : учебник / А. Д. Фокин, А. А. Лурье, С. П. Торшин. – М. : Дрофа, 2005. – 367 с.

УДК 631.1.521.5:504

С. І. Веремесенко

Д. С.-Г. Н.

Житомирський національний агроекологічний університет

О. С. Мороз

К. С.-Г. Н.

Національний університет водного господарства та природокористування

## РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ПРОГНОЗУВАННЯ ВМІСТУ РАДІОНУКЛІДІВ У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІЙ ПРОДУКЦІЇ

*У статті наводиться аналіз стану ґрунтів, які потрапили під забруднення радіонуклідами. Проаналізований загальний стан вивченості даного питання. Також вказано на відомі методи і методики складання прогнозу накопичення радіонуклідів у сільськогосподарській продукції.*

*Авторами наведено методику складання графічного методу визначення накопичення радіонуклідів. Представлені рисунки з номограмами для визначення прогнозного вмісту радіонуклідів для різних сільськогосподарських культур, побудованих на основі математичних моделей вмісту  $^{137}\text{Cs}$  у сільськогосподарських культурах залежно від показників родючості дерново-підзолистих ґрунтів.*

*Крім цього, для більш точного прогнозу вмісту радіонуклідів у сільськогосподарській продукції, авторами запропоновано використовувати залежність, яка враховує вміст у ґрунті гумусу та фізичної глини.*

**Ключові слова:** радіонукліди, прогноз, забруднення, номограми, фізична глина, оглеєння, гумус, математична модель.

### Постановка проблеми

Регіон Полісся займає приблизно 20% території України, серед яких більше 15% сільськогосподарських угідь і 13% орних земель. До 90% площі всіх ґрунтів

Полісся забруднені радіонуклідами, що осіли на ґрунтовий покрив у результаті аварії на ЧАЕС [19].

Забруднення ґрунту біологічно-активними радіонуклідами цезію-137 та стронцію-90 спричинило великі складності при веденні сільськогосподарського виробництва. Бідний мінералогічний склад дерново-підзолистих ґрунтів Українського Полісся обумовлений легким гранулометричним складом, що визначає несприятливі водно-фізичні, фізико-хімічні та агрохімічні властивості цих ґрунтів.

Проблема полягає і в тому, що регіон Полісся складається з різних типів ґрунтів, які відрізняються між собою як складом, так і генезисом.

### **Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Більша половина (до 60%) території Полісся зайнята дерново-підзолистими ґрунтами, які характеризуються цілим рядом властивостей, що спричиняють швидку міграцію радіонуклідів у системі «ґрунт–рослина» [19].

За останні роки також проведено значний обсяг експериментальних та теоретичних досліджень, які дали змогу розробити наукову концепцію освоєння й окультурення гідроморфних ґрунтів Полісся України [19, 20].

У публікаціях останніх років прослідковується думка, що меліорація та сільськогосподарське використання ґрунтів Полісся в одних випадках призводить до підвищення їх ефективної родючості, інших – до прогресивного розвитку деградації ґрунтів [1, 9, 10,]. Це можна пояснити тим, що автори, висвітлюючи проблеми окультурення, мало уваги приділяли вивченню екологічних наслідків освоєння ґрунтів регіону.

Після катастрофи на ЧАЕС основна маса радіонуклідів сконцентрувалася у верхньому шарі ґрунту. Серед заходів, які були рекомендовані щодо ведення сільськогосподарського виробництва, пропонувалося захоронення забрудненого шару ґрунту та внесення підвищених доз фосфорно-калійних добрив [1–4].

Серед факторів, які визначають рухомість радіонуклідів, можна виділити такі: 1) метеорологічні умови; 2) властивості речовини, у складі якої радіонукліди надходять у біосферу; 3) фізико-хімічні властивості радіонуклідів; 4) склад, властивості та особливості генезису ґрунтів [1, 7–9].

Зняття та захоронення верхнього шару доцільно лише при високих щільностях забруднення ґрунту [11–13], але цей захід має обмежене застосування. Проблема не тільки в тому, щоб рівні вмісту радіонуклідів у сільськогосподарських культурах не перевищували встановлених норм, але і в тому, щоб отримувати продукцію з мінімальним вмістом радіонуклідів. Здійснення цієї мети можливо лише при поєднанні 3-х груп заходів: організаційних, агротехнічних та технологічних. Наразі найбільш широко використовується комплекс агрономічних заходів, таких, як внесення підвищених доз мінеральних, органічних добрив, вапна та інших меліорантів.

Ефективність цих прийомів з часом змінюється, що необхідно враховувати при прогнозуванні рівнів забруднення сільськогосподарської продукції та обґрунтуванні повторних циклів проведення заходів [13].

Відомі методики й методи прогнозування вмісту радіонуклідів у сільськогосподарській продукції та культурах, які базуються на розрахунку вмісту радіонуклідів в сільськогосподарську продукцію та культури, які базуються на розрахунку вмісту радіонуклідів з використанням показників щільності, забруднення ґрунту, коефіцієнту переходу радіонуклідів до культур [11].

Відомі також методи розрахунку вмісту радіонуклідів в культурах, в основу яких покладено використання рівнянь залежності цього показника від наявності в ґрунті сполук азоту, фосфору, калію та кислотності ґрунту [1].

Складання прогнозу в цьому випадку ускладнюється підбором коефіцієнтів переходу для окремих відмін й різновидностей дерново- підзолистих ґрунтів та затратою часу і коштів на визначення показників властивостей ґрунту.

У зв'язку з цим, виникає необхідність у розробці і використанні більш простих та надійних методик й методів прогнозу надходження радіонуклідів до сільськогосподарських культур на дерново-підзолистих ґрунтах Полісся.

### **Мета, завдання та методика досліджень**

Методика складання прогнозу полягає в тому, що для побудови номограм використовуються вже обраховані значення вмісту цезію-137 у сільськогосподарській продукції та значення показників родючості дерново-підзолистих ґрунтів. На основі цих даних і будуються номограми. Методика складання прогнозу вмісту радіонуклідів у сільськогосподарській продукції описана у літературі [12], тому, в даному випадку, ми не будемо наводити її повністю.

В основу розробки методики і методу покладені дані обстежень полів 42 господарств Рівненської і Житомирської областей. За основні показники взято: вміст фізичної глини, вміст гумусу, ступінь оглеєності, що найбільш повно характеризує склад та генезис цих ґрунтів. Інформація про них міститься в генетичній назві ґрунту та картографічних матеріалах агрохімічних турів обстеження.

### **Результати досліджень**

Математична обробка експериментальних даних та даних 42 господарств показує, що залежність надходження радіонуклідів до сільськогосподарських культур, залежно від оглеєності, вмісту фізичної глини та гумусу, описується рівнянням гіперболи, а ступінь оглеєння – рівнянням параболи другого порядку. Кореляційні відношення отриманих залежностей коливаються в межах 0,89–0,98, що свідчить про тісний зв'язок між вказаними факторами (таблиця 1).

Таблиця 1. Математичні моделі вмісту Cs-137 у сільськогосподарських культурах залежно від показників родючості дерново-підзолистих ґрунтів

| Показники               | Багаторічні трави            | Вико-вівсяна суміш           | Овес                         |
|-------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Вміст фізичної глини, % | $y = \frac{21,9 + 469}{x}$   | $y = \frac{15,9 + 435,5}{x}$ | $y = \frac{21,6 + 132,4}{x}$ |
| Вміст гумусу, %         | $y = 1,48 + \frac{30,5}{x}$  | $y = 21,87 + \frac{35,6}{x}$ | $y = 4,95 + \frac{8,05}{x}$  |
| Ступінь оглешення, %    | $y = 2307x^2 - 4337x + 2283$ | $y = 370x^2 - 670x + 342$    | $y = 374x^2 - 679x + 340$    |

Але даний метод розрахунку, хоча він дуже зручним, одночасно є громіздким, а значить, збільшує час на складання подальшого прогнозу. Виходячи з цього, пропонується більш швидкий метод складання прогнозу вмісту радіонуклідів у сільськогосподарській продукції. Таким методом є графічний метод. Суть його полягає в тому, що щільність забруднення сільськогосподарської продукції радіонуклідами можна визначити за допомогою номограм.

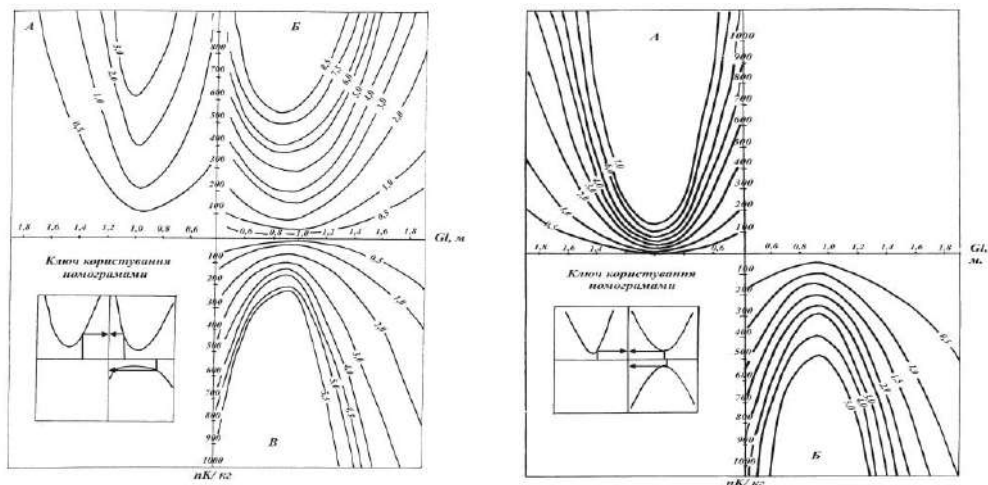


Рис. 1. Номограми визначення вмісту Cs-137 (нК/кг) у сільськогосподарській продукції залежно від ступеня оглешення:

I. А – багаторічні трави; Б – викосуміш; В – овес;  
II. А – природні трави; Б – конюшина

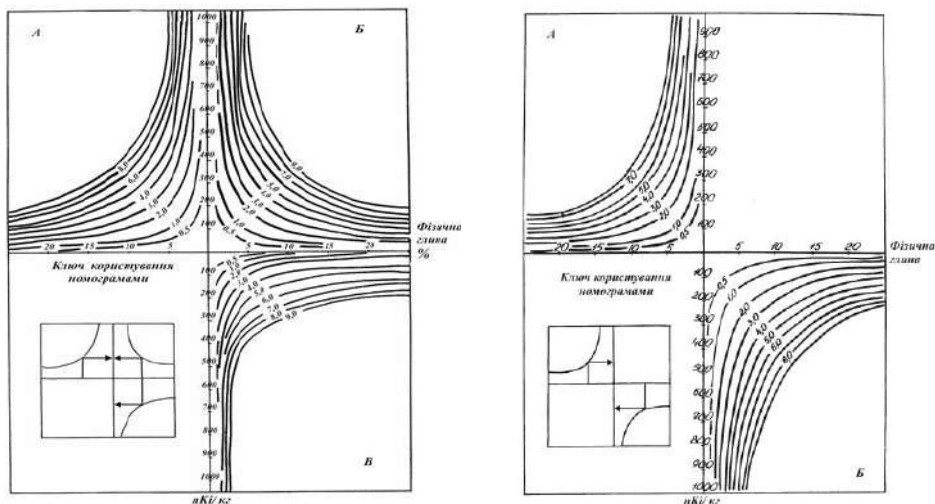


**Рис. 2. Номограми визначення вмісту Cs-137 (nKi/kg) у сільськогосподарських культурах, дерново-підзолистих ґрунтах різного гранулометричного складу: I. А – багаторічні трави; Б – викосуміш; В – овес. II. А – природні трави; Б – конюшина.**

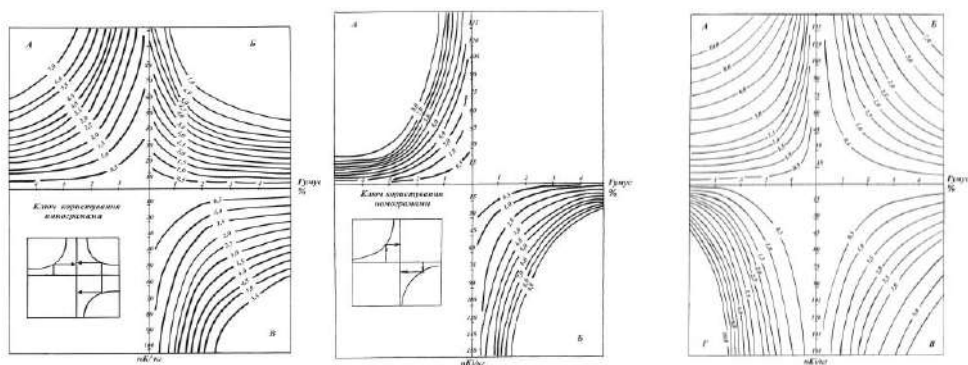


**Рис. 3. Номограми визначення вмісту Cs-137 (nKi/kg) у сільськогосподарській продукції, дерново-підзолистих ґрунтах залежно від вмісту гумусу:  
I. А – багаторічні трави; Б – овес; В – викосуміш;  
II. А – природні трави; Б – конюшина;  
III. А – жито; Б – картопля; В – кукурудза на з.м.; Г – льон.**



При цьому, криві номограм будуються відповідно для кожної щільності забруднення від  $0,5 \text{ Ki}/\text{km}^2$  до  $10 \text{ Ki}/\text{km}^2$ . Номограми представлені на рисунках (рис.1–3) з наведеним ключом користування.

Наприклад, якщо ґрунт зі щільністю забруднення  $1 \text{ Ki}/\text{km}^2$  має оглеєність  $0,8 \text{ м}$ , вміст фізичної глини –  $7\%$  та вміст гумусу –  $1,5\%$ , то надходження цезію-137 до багаторічних трав (сіно), згідно із номограмами буде складати, залежно від оглеєння,  $260 \text{ nKi}/\text{кг}$ , від вмісту фізичної глини –  $70 \text{ nKi}/\text{кг}$  та вмісту гумусу –  $23 \text{ nKi}/\text{кг}$ .

Розрахунок вмісту цезію-137 у багаторічних травах згідно із рівняннями, наведених у таблиці 1, засвідчує, що при цих же показниках родючості рівень забруднення буде складати від оглеєності  $263,8 \text{ nKi}/\text{кг}$ , вмісту фізичної глини –  $70,1 \text{ nKi}/\text{кг}$ , вмісту гумусу –  $21,8 \text{ nKi}/\text{кг}$ .

Отримані результати несуттєво відрізняються від величин, отриманих згідно із запропонованим графічним методом. Виходячи з цього, розроблений графічний метод встановлення щільності забруднення сільськогосподарських культур пропонується для використання у фермерських та кооперативних господарствах.

Поряд з цим, нами, для більш точного прогнозу вмісту радіонуклідів у сільськогосподарській продукції, запропонована залежність, яка враховує вміст в ґрунті гумусу та фізичної глини. Залежність має вигляд багаточлену

$$Y = a + bx_1 + cx_2, \quad (1)$$

де  $Y$  – вміст в сільськогосподарській продукції цезію-137 ( $\text{nKi}/\text{кг}$ );

$X_1$  – вміст гумусу (%);

$X_2$  – вміст фізичної глини (%);

$a, b, c$  – коефіцієнти залежності. Для багаторічних трав рівняння має вигляд

$$Y = -31050,31 + 4333,35 \times 1 + (-46747,83) \times 2. \quad (2)$$

За даними, отриманими в результаті розрахунку із залежності (2) та рівняннями, наведеними в таблиці 1, при вмісті в ґрунті гумусу  $1\%$  і  $10\%$  фізичної глини видно, що різниця за розрахованими величинами складає  $3 \text{ nKi}/\text{км}$ .

Таким чином, проведені дослідження показують, що внесення в дерново-підзолисті ґрунти меліорантів (суглинку, мергелю, торфу та туфу) сприяє підвищенню врожайності сільськогосподарських культур й зниженню надходження цезію-137 до рослинницької продукції.

Найвищу врожайність сільськогосподарських культур та найбільше зменшення міграційної здатності цезію-137 у системі «ґрунт–рослина» забезпечує внесення під сільськогосподарські культури  $300 \text{ т/га}$  суглинку на цих ґрунтах,  $40 \text{ т/га}$  мергелю або  $10 \text{ т/га}$  туфу за фоном повного мінерального добрива.

### Висновки та перспективи подальших досліджень

Таким чином, запропоновано метод прогнозу рівнів забруднення сільськогосподарської продукції ряду сільськогосподарських культур на основі використання номограм залежно від основних показників дерново-підзолистих ґрунтів, який достатньо простий та зручний для використання у виробництві.

На перспективу планується продовжити роботу з удосконалення та підвищення точності запропонованого методу.

### Література

1. Веремеенко С. И. Экологические принципы мелиорации и окультуривания почв Полесья Украины / С. И. Веремеенко // Биоконверсия органических отходов и охрана окружающей среды : тезисы докл. IV конгресса. – К., 1996. – С. 199.
2. Вознюк С. Т. Торфяные почвы Полесья и лесостепи УССР (свойства, окультуривание и повышение эффективности плодородия) : дис. ... доктора с.-х. наук / С. Т. Вознюк. – Харьков, 1969. – 37 с.
3. Вознюк С. Т. Геохимические особенности и плодородие почв УССР / С. Т. Вознюк // Тр. Харьковского СХИ им. В. В. Докучаева. – 1969. – Т. 23 (90). – С. 83–93.
4. Вознюк С. Т. Окислительно-восстановительный режим осушаемых торфяных почв Полесья УССР / С. Т. Вознюк, Н. А. Клименко // Почвоведение. – 1983. – № 3. – С. 127–133.
5. Клименко Н. А. Эволюция плодородия гидроморфных почв Полесья УССР под влиянием комплексных мелиораций : автореф. дисс. на соискание учен. степени доктора с.-х. наук / Н. А. Клименко. – Харьков, 1989. – 32 с.
6. Клименко Н. А. Почвенные режимы гидроморфных почв Полесья УССР / Н. А. Клименко. – К. : Изд-во УСХА, 1990. – 174 с.
7. Клименко Н. А. Окислительно-восстановительный режим осушаемых дерново-подзолистых почв Полесья УССР / Н. А. Клименко, С. И. Веремеенко // Почвоведение. – 1988. – № 4. – С. 31–37.
8. Современные и перспективные задачи по управлению плодородия почв Украинской ССР / Б. С. Носко, В. В. Медведев, Р. С. Трускавецкий, Г. Я. Чесняк // Почвы Украины и повышение их плодородия. – К. : Урожай, 1988. – Т. 2. – С. 161–174.
9. Клименко Н. А. Проблемы окультуривания загрязненных радионуклидами дерново-подзолистых почв / Н. А. Клименко, С. И. Веремеенко // Экология Полесья: проблемы, современность, будущее. – 1993. – ч. 2. – С. 150–152.
10. Кваша М. К. Почвы Ровенской области / М. К. Кваша. – Львов : Каменяр, 1970. – 98 с.
11. Перепелятникова Л. В. Миграция радионуклидов в системе почва-растение в богарном земледелии / Л. В. Перепелятникова // Радиоэкология орошаемому земледелию. – М. : Энергоатомиздат, 1985. – С. 32–63.

12. Влияние ландшафтно-геохимических особенностей зоны отселения ЧАЭС на горизонтальную миграцию радионуклидов / Л. В. Перепелятникова, Б. С. Пристер, Н. М. Архипов [и др.] // Проблемы сельскохозяйственной радиоэкологии – Десять лет спустя после аварии на Чернобыльской АЭС : тез. докл. 2-ой междунар. конф. – Житомир, 1996. – С. 215–217.

13. Перепелятников Г. П. Накопление радионуклидов в сельскохозяйственных растениях при орошении / Г. П. Перепелятников // Радиоэкология орошаемому земледелию. – М. : Энергоатомиздат, 1985. – С. 64–110.

УДК 628.394.17:546

Т. М. Мислива

К. С.-Г. Н.

Житомирський національний агроекологічний університет

### ВАЖКІ МЕТАЛИ І МІКРОЕЛЕМЕНТИ В ОРГАНАХ Й ТКАНИНАХ ПРЕДСТАВНИКІВ ІХТІОФАУНИ МАЛИХ РІЧОК ЖИТОМИРСЬКОГО ПОЛІССЯ

*Розподіл Fe, Mn, Cu, Zn, Pb і Cd в органах і тканинах представників іхтіофауни малих річок Житомирського Полісся характеризується неоднорідністю і залежить як від фізико-хімічних властивостей важких металів, так і від функціональних особливостей органів і тканин риб. Максимальні кількості міді – 5,87–9,04 мг/кг і марганцю – 1,0–1,81 мг/кг концентруються у печінці і зябрах риби, цинку – 32,66–36,89 мг/кг – нирках і зябрах, кадмію – 0,024–0,050 мг/кг – печінці і нирках, заліза – 11,68–11,76 мг/кг і свинцю – 1,22–1,32 мг/кг – у шкірі і зябрах представників іхтіофауни. Підвищені концентрації практично всіх важких металів і мікроелементів зафіксовані у зябрах, які беруть безпосередню участь в обміні хімічними речовинами між водним середовищем і організмами риб. Наявна небезпека виникнення неканцерогенних ефектів за умови щоденного споживання риби, середній вміст свинцю в якій становить 0,96 мг/кг, а цинку – 29,11 мг/кг. При цьому, найбільша небезпека існує для виникнення гормональних порушень ( $HQ = 5,65$ ), ураження репродуктивної і центральної нервової систем та виникнення вад розвитку ( $HQ = 4,59$ ), ураження нирок ( $HQ = 1,06$ ).*

**Ключові слова:** вода, важкі метали, мікроелементи, органи і тканини риб, розподіл, забруднення, канцерогенний і неканцерогенний ризик.

#### Постановка проблеми

У сучасних екологічних умовах однією з найбільш гострих екологічних проблем, що стосуються гідросфери, є забруднення басейнів малих річок, які через незначні площі водозборів найбільш вразливі до негативного техногенно-антропогенного впливу. Відомо, що малі річки безпосередньо впливають на гідрохімічний склад та якість води середніх і великих річок, а в їхніх басейнах формується понад 60 % водних ресурсів України [9]. Особливо небезпечними за впливом на екологічну систему водних об'єктів є важкі метали, що відносяться

12. Влияние ландшафтно-геохимических особенностей зоны отселения ЧАЭС на горизонтальную миграцию радионуклидов / Л. В. Перепелятникова, Б. С. Пристер, Н. М. Архипов [и др.] // Проблемы сельскохозяйственной радиоэкологии – Десять лет спустя после аварии на Чернобыльской АЭС : тез. докл. 2-ой междунар. конф. – Житомир, 1996. – С. 215–217.

13. Перепелятников Г. П. Накопление радионуклидов в сельскохозяйственных растениях при орошении / Г. П. Перепелятников // Радиоэкология орошаемому земледелию. – М. : Энергоатомиздат, 1985. – С. 64–110.

УДК 628.394.17:546

Т. М. Мислива

К. С.-Г. Н.

Житомирський національний агроекологічний університет

### ВАЖКІ МЕТАЛИ І МІКРОЕЛЕМЕНТИ В ОРГАНАХ Й ТКАНИНАХ ПРЕДСТАВНИКІВ ІХТІОФАУНИ МАЛИХ РІЧОК ЖИТОМИРСЬКОГО ПОЛІССЯ

*Розподіл Fe, Mn, Cu, Zn, Pb і Cd в органах і тканинах представників іхтіофауни малих річок Житомирського Полісся характеризується неоднорідністю і залежить як від фізико-хімічних властивостей важких металів, так і від функціональних особливостей органів і тканин риб. Максимальні кількості міді – 5,87–9,04 мг/кг і марганцю – 1,0–1,81 мг/кг концентруються у печінці і зябрах риби, цинку – 32,66–36,89 мг/кг – нирках і зябрах, кадмію – 0,024–0,050 мг/кг – печінці і нирках, заліза – 11,68–11,76 мг/кг і свинцю – 1,22–1,32 мг/кг – у шкірі і зябрах представників іхтіофауни. Підвищені концентрації практично всіх важких металів і мікроелементів зафіксовані у зябрах, які беруть безпосередню участь в обміні хімічними речовинами між водним середовищем і організмами риб. Наявна небезпека виникнення неканцерогенних ефектів за умови щоденного споживання риби, середній вміст свинцю в якій становить 0,96 мг/кг, а цинку – 29,11 мг/кг. При цьому, найбільша небезпека існує для виникнення гормональних порушень ( $HQ = 5,65$ ), ураження репродуктивної і центральної нервової систем та виникнення вад розвитку ( $HQ = 4,59$ ), ураження нирок ( $HQ = 1,06$ ).*

**Ключові слова:** вода, важкі метали, мікроелементи, органи і тканини риб, розподіл, забруднення, канцерогенний і неканцерогенний ризик.

#### Постановка проблеми

У сучасних екологічних умовах однією з найбільш гострих екологічних проблем, що стосуються гідросфери, є забруднення басейнів малих річок, які через незначні площі водозборів найбільш вразливі до негативного техногенно-антропогенного впливу. Відомо, що малі річки безпосередньо впливають на гідрохімічний склад та якість води середніх і великих річок, а в їхніх басейнах формується понад 60 % водних ресурсів України [9]. Особливо небезпечними за впливом на екологічну систему водних об'єктів є важкі метали, що відносяться

до класу консервативних забруднювальних речовин, які не використовуються та не розкладаються при міграції за трофічними ланцюгами гідроекосистем, мають токсичну, мутагенну й канцерогенну дії, значно знижують інтенсивність перебігу біохімічних процесів у водних об'єктах. Вони є забруднювачами водойм зростаючого значення, що зумовлено їх стійкістю у навколишньому середовищі, високою біологічною активністю і кумулятивною здатністю [8]. Прогресуюче забруднення малих річок важкими металами неминуче призводить до погіршення якості води у великих і середніх річках, створює серйозну небезпеку для здоров'я населення в багатьох регіонах України, зокрема й у Житомирському Поліссі, збільшує ризик негативного впливу на організм людини канцерогенних і мутагенних факторів [20].

Мікроелементи і важкі метали навіть у незначних концентраціях чинять негативну дію на фіто- і зоопланктон та акумулюються у донних відкладах, несприятливо впливаючи на бентосні організми [7]. Представники іхтіофауни займають верхній трофічний рівень у біоценозах водних екосистем і мають яскраво виражену здатність разом з іншими гідробіонтами накопичувати забруднювальні речовини, зокрема важкі метали. Саме з цієї причини конче необхідними стають дослідження з вивчення мікроелементного складу риб для забезпечення нормального функціонування як гідробіонтів на різних рівнях трофічного ланцюга, так і гідроекосистеми в цілому. Кумуляція шкідливих речовин тканинами риб створює загрозу й для організму людини з огляду на те, що риби є одним з компонентів харчового раціону населення і надмірний вміст забруднювальних речовин у рибопродуктах неминуче негативно позначиться на здоров'ї та безпеці людини як споживача такої продукції.

### **Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Знання про кількісний вміст важких металів та особливості їх локалізації в органах і тканинах (насамперед у м'язовій) промислових риб мають важливе практичне значення і є предметом досліджень вчених як з близького [7, 14], так і далекого зарубіжжя [29 та ін.]. Досить інтенсивно дослідження щодо особливостей накопичення важких металів гідробіонтами проводяться й у країнах Африки [24], Південно-Східної Азії [28] й навіть Близького Сходу [23, 27]. В Україні цій проблемі присвячено також низку досліджень, проте вони проводилися або в межах великих водосховищ – Київського [4], Кременчуцького [2], Канівського [3], або на території об'єктів природно-заповідного фонду [18, 19]. Питання особливостей вмісту та розподілу важких металів в органах і тканинах представників іхтіофауни малих річок, зокрема на території Житомирського Полісся, залишилися переважно поза увагою дослідників. Виключення становлять лише роботи М. О. Клименка та О. О. Бедункової, які досліджували водні екосистеми малих річок Рівненської області [6].

### **Мета, завдання та методика досліджень**

Метою досліджень стало виявлення загальних тенденцій розподілу мікроелементів і важких металів (заліза, марганцю, міді, цинку, свинцю та

кадмію) в органах й тканинах представників іхтіофауни малих річок Житомирського Полісся та оцінка ризиків для здоров'я населення від хімічних речовин, що надходять в організм внаслідок споживання риби. Завдання досліджень передбачали: 1) оцінити рівень забруднення важкими металами (Cu, Pb, Cd, Zn, Fe і Mn) води поверхневих водних джерел (малі річки Кам'янка, Звездаль, Глухівка, Мика); 2) оцінити рівень забруднення та визначити особливості акумуляції важких металів у різних органах і тканинах представників іхтіофауни малих річок; 3) визначити величину канцерогенного і неканцерогенного ризиків для здоров'я населення від хімічних речовин, що надходять в організм внаслідок споживання риби.

Дослідження проводили у червні-липні 2012–2015 рр. Представників іхтіофауни для аналізу відловлювали вудкою у таких місцях контрольних ловів: 1) р. Кам'янка, 0,4 км вище с. Ксаверів Малинського району; 2) р. Звездаль, 1,2 км нижче с. Базар Народицького району; 3) р. Глухівка, 0,6 км нижче с. Мала Рача Радомишльського району; 4) р. Мика, 0,5 км нижче с. Кичкирі Радомишльського району.

Предметом досліджень були статевозрілі представники таких видів: краснопірка звичайна (*Scardinius erythrophthalmus*) – вік 4–5 років, плітка звичайна (*Rutilus rutilus*) – вік 3–4 роки; лящ (*Abramis brama*) – вік 4–5 років; окунь звичайний (*Perca fluviatilis*) – вік 2–3 роки; верховодка звичайна (*Alburnus alburnus*) – вік 3 роки. Для встановлення видів риб користувалися визначником [15]. Вік риб визначали за лускою за загальноприйнятою методикою [12].

Відбір проб води здійснювали щороку згідно з ДСТУ ISO 5667-6-2001 «Якість води. Відбирання проб. Настанови щодо відбирання проб води з річок та інших водотоків» [5]. Оцінка якості води проводилася згідно з вимогами СанПіНу №4830-88 «Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения» [17].

Дослідження проб води та зразків риби виконували на базі Житомирської обласної державної лабораторії ветеринарної медицини Державної ветеринарної та фітосанітарної служби України. Вміст важких металів визначали у воді, м'язах, зябрах, печінці, нирках та шкірі досліджуваних видів риб. Проби води по 500 мл фіксували 2,5 мл азотної кислоти (марки х. ч.) і випаровували до об'єму 5–10 мл. Зразки органів та тканин риб масою близько 10 г висушували у сушильній шафі при температурі 108 °С до постійної маси. Потім виконували їх спалювання за методом мокрого озолування в азотній кислоті (марки х. ч.) протягом 12–18 год до повного знебарвлення суміші, в яку додатково додавали 5–6 краплин 30 %-го пероксиду водню (марки х. ч.) [21]. Кількісне визначення концентрації важких металів у воді та органах і тканинах риб здійснювали прямим усмоктуванням розчину у пропан-бутан-повітряне полум'я за допомогою атомно-абсорбційного спектрофотометра марки С-115М.

Оцінку величини канцерогенного і неканцерогенного ризику виконували за загальноприйнятими методиками [10, 16], використовуючи стандартну формулу розрахунку середньодобової дози надходження хімічних речовин із харчовими продуктами. При цьому, частку місцевих потенційно забруднених продуктів у добовому раціоні характеризували коефіцієнтом F, величину якого приймали рівною 1 (крайня міра).

Статистична обробка експериментальних даних проведена з використанням пакету прикладних програм Microsoft Excel та Statistica 10.0.

### Результати досліджень

Переважає більшість річок Житомирського Полісся в тій чи іншій своїй частині протікає у межах Українського кристалічного щита, де кристалічні породи, граніти, габро, габронорити з відносно невеликими запасами мікроелементів перекриті бідними осадовими породами воднольодовикового походження супіщаного і піщаного гранулометричного складу. Саме тому води цих річок у період літньо-осінньої межени містять невеликі кількості мікроелементів і важких металів (табл. 1).

Таблиця 1. Вміст важких металів у воді малих річок  
Житомирського Полісся, середнє за 2012–2015 рр.

| Назва водного об'єкта<br>та кількість<br>проаналізованих проб | Вміст елемента, мг/дм <sup>3</sup> |                            |                            |                            |           |           |
|---------------------------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------|-----------|
|                                                               | Cu, п.<br>10 <sup>-2</sup>         | Pb, п.<br>10 <sup>-2</sup> | Cd, п.<br>10 <sup>-3</sup> | Zn, п.<br>10 <sup>-2</sup> | Mn        | Fe        |
| р. Кам'янка, n=12                                             | 6,17±0,31                          | 1,60±0,08                  | 1,73±0,09                  | 4,99±0,26                  | 0,91±0,05 | 1,46±0,07 |
| р. Звіздаль, n=12                                             | 4,76±0,25                          | 1,47±0,06                  | 1,24±0,06                  | 4,83±0,24                  | 0,78±0,04 | 2,26±0,12 |
| р. Глухівка, n=12                                             | 1,18±0,07                          | 1,82±0,09                  | 1,97±0,14                  | 4,19±0,31                  | 0,72±0,04 | 0,93±0,06 |
| р. Мика, n=12                                                 | 1,05±0,05                          | 2,88±0,17                  | 1,84±0,09                  | 3,48±0,15                  | 0,69±0,03 | 0,76±0,05 |
| ГДК                                                           | 1,0                                | 0,03                       | 0,001                      | 1,0                        | 0,1       | 0,3       |

Виключення становлять лише залізо і марганець, вміст яких перевищував гранично допустиму концентрацію у воді усіх досліджуваних річок. Висока концентрація цих елементів у річковій воді є наслідком перетворення первинних мінералів на вторинні, у результаті чого відбувається вивільнення сполук заліза і марганцю, а також вимивання Fe і Mn із залізо-марганцевих конкрецій, значна кількість яких міститься в ілювіальному шарі дерново-підзолистих ґрунтів, зональних для регіону Полісся [9]. У цілому за період спостережень концентрація у воді міді, цинку, свинцю та кадмію виявлена у межах нормативних показників, хоча більшій концентрації Cu, Zn, Fe і Mn були характерні для води річок Кам'янка і Звіздаль, тоді як Pb і Cd у більших концентраціях спостерігалися у воді річок Глухівка та Мика.

Проведені дослідження дозволили встановити особливості накопичення важких металів і мікроелементів, а також характер їх розподілу в органах і тканинах представників іхтіофауни з різним типом харчування (табл. 2). Середній вміст заліза в органах і тканинах досліджуваних видів риб варіював в межах 5,65–11,76 мг/кг сирової маси, досягаючи максимальних значень у зябрах і

шкірі, а у плітки – в нирках. Органи і тканини ляща за інтенсивністю поглинання Fe можна розташувати в такий спадаючий ряд: зябра > печінка > шкіра > нирки > м'язи; плітки і верховодки – шкіра > зябра > печінка > нирки > м'язи; краснопірки – нирки > печінка > шкіра > зябра > м'язи; окуня – зябра > печінка > нирки > м'язи > шкіра. Слід зазначити, що зябра, шкіра і нирки відіграють певну роль в обміні залізом між навколишнім середовищем і організмом, що, вочевидь, і пояснює підвищену його концентрацію в них. Риби здатні абсорбувати залізо безпосередньо з води через зябра, однак основним джерелом його надходження в їх організм є корм. Саме з цієї причини максимальний вміст заліза було зафіксовано в органах і тканинах краснопірки, яка за типом харчування відноситься до фіто- і планктофагів.

Марганець потрапляє в організм риб через зябра і кишківник, а рівень абсорбції його з води є досить високим [30]. Дане положення повністю підтверджується результатами наших досліджень. Концентрація марганцю в органах і тканинах досліджуваних представників іхтіофауни коливалася від 0,42 до 1,81 мг/кг сирової маси, а вміст його у воді досягав 0,69–0,91 мг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 1). Органи і тканини ляща за величиною вмісту марганцю розташовуються таким чином: зябра > печінка > нирки > шкіра > м'язи; плітки – зябра > шкіра > печінка > нирки > м'язи; краснопірки – нирки > зябра > шкіра > м'язи > печінка; верховодки – зябра > печінка > шкіра > нирки > м'язи; окуня – зябра > печінка > нирки > м'язи > шкіра. Максимум марганцю концентрується в зябрах і печінці досліджених представників іхтіофауни. Що стосується підвищеного вмісту Mn в зябрах, то цей факт можна пояснити тим, що основний обмін даного елемента між навколишнім середовищем і організмами риб здійснюється саме зябровими пелюстками. Про інтенсивне накопичення марганцю в зябрах прісноводних риб вказується і в інших дослідженнях [22]. Слід зауважити, що біологічна роль марганцю реалізується через ферменти, які активуються цим мікроелементом. Марганець активує обмін білків, жирів і вуглеводів, впливає на перебіг процесу фосфорно-кальцієвого обміну.

**Таблиця 2. Вміст важких металів і мікроелементів в органах й тканинах представників іхтіофауни малих річок Житомирського Полісся, мг/кг сирової маси, середнє за 2012–2015 рр.**

| Місце вилову                                                             | Тип харчування [24] | Назва елемента | Концентрація елемента |             |             |             |             |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                                                                          |                     |                | печінка               | нирки       | м'язи       | шкіра       | зябра       |
| 1                                                                        | 2                   | 3              | 4                     | 5           | 6           | 7           | 8           |
| <i>Abramis brama</i> , n=16                                              |                     |                |                       |             |             |             |             |
| р. Глухівка, 0,6 км нижче с. Мала Рача; р. Мика, 0,5 км нижче с. Кичкирі | Зоофаг, бентофаг    | Fe             | 18,57±1,42            | 11,38±0,87  | 8,74±0,67   | 14,48±1,14  | 20,31±1,55  |
|                                                                          |                     | Mn             | 2,15±0,16             | 1,46±0,11   | 0,84±0,06   | 0,97±0,07   | 3,21±0,26   |
|                                                                          |                     | Cu             | 5,87±0,45             | 1,34±0,10   | 0,81±0,08   | 1,96±0,15   | 1,04±0,08   |
|                                                                          |                     | Zn             | 48,31±3,68            | 26,71±2,08  | 16,35±1,27  | 42,52±3,28  | 31,16±2,37  |
|                                                                          |                     | Pb             | 0,59±0,04             | 0,50±0,06   | 0,76±0,05   | 1,25±0,12   | 1,02±0,08   |
|                                                                          |                     | Cd             | 0,034±0,003           | 0,048±0,004 | 0,017±0,001 | 0,010±0,001 | 0,025±0,002 |



Закінчення таблиці 2

| 1                                                                                           | 2                                        | 3           | 4           | 5           | 6           | 7          | 8          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|
| Rutilus rutilus, n=20                                                                       |                                          |             |             |             |             |            |            |
| р. Кам'янка,<br>0,4 км<br>вище<br>с. Ксаверів;<br>р. Мика,<br>0,5 км<br>нижче<br>с. Кичкирі | Зоо-<br>фітофаг,<br>бенто-<br>планктофаг | Fe          | 10,22±0,52  | 9,56±0,37   | 6,78±0,33   | 21,34±1,04 | 15,24±0,75 |
|                                                                                             |                                          | Mn          | 0,92±0,04   | 0,57±0,03   | 0,11±0,01   | 1,12±0,05  | 1,27±0,06  |
|                                                                                             |                                          | Cu          | 10,75±0,48  | 10,02±0,56  | 1,74±0,09   | 4,32±0,21  | 2,65±0,13  |
|                                                                                             |                                          | Zn          | 24,41±1,19  | 43,77±2,15  | 10,63±0,54  | 22,81±1,23 | 41,52±2,14 |
|                                                                                             |                                          | Pb          | 0,88±0,04   | 0,96±0,05   | 0,55±0,03   | 1,28±0,06  | 1,57±0,08  |
| Cd                                                                                          | 0,013±0,001                              | 0,068±0,003 | 0,011±0,001 | 0,019±0,002 | 0,031±0,002 |            |            |
| Scardinius erythrophthalmus, n=20                                                           |                                          |             |             |             |             |            |            |
| р. Мика,<br>0,5 км<br>нижче<br>с. Кичкирі;<br>р. Звіздаль,<br>1,2 км<br>нижче<br>с. Базар   | Фітофаг,<br>планктофаг                   | Fe          | 16,48±0,86  | 22,41±1,16  | 8,52±0,45   | 14,73±0,77 | 10,04±0,52 |
|                                                                                             |                                          | Mn          | 0,35±0,02   | 1,48±0,08   | 0,64±0,03   | 0,97±0,05  | 1,33±0,06  |
|                                                                                             |                                          | Cu          | 4,56±0,24   | 9,52±0,48   | 1,83±0,10   | 11,29±0,59 | 2,78±0,15  |
|                                                                                             |                                          | Zn          | 23,89±1,25  | 35,64±1,86  | 11,16±0,57  | 43,61±2,28 | 45,92±2,42 |
|                                                                                             |                                          | Pb          | 0,92±0,05   | 1,34±0,07   | 0,58±0,03   | 1,21±0,06  | 1,65±0,09  |
| Cd                                                                                          | 0,024±0,001                              | 0,081±0,004 | 0,015±0,001 | 0,020±0,002 | 0,037±0,003 |            |            |
| Perca fluviatilis, n=16                                                                     |                                          |             |             |             |             |            |            |
| р. Кам'янка,<br>0,4 км<br>вище<br>с. Ксаверів                                               | Зоофаг,<br>нектоно-<br>бентофаг          | Fe          | 5,05±0,25   | 4,27±0,21   | 2,48±0,15   | 1,07±0,05  | 8,51±0,43  |
|                                                                                             |                                          | Mn          | 0,75±0,04   | 0,58±0,03   | 0,36±0,02   | 0,25±0,01  | 1,72±0,08  |
|                                                                                             |                                          | Cu          | 11,24±0,55  | 10,13±0,46  | 5,44±0,27   | 8,52±0,39  | 10,45±0,52 |
|                                                                                             |                                          | Zn          | 21,76±1,07  | 42,52±2,09  | 18,62±0,89  | 25,63±2,25 | 48,31±3,41 |
|                                                                                             |                                          | Pb          | 0,83±0,04   | 0,66±0,03   | 0,42±0,02   | 0,80±0,04  | 0,97±0,05  |
| Cd                                                                                          | 0,028±0,002                              | 0,014±0,001 | 0,010±0,001 | 0,017±0,001 | 0,021±0,001 |            |            |
| Alburnus alburnus, n=12                                                                     |                                          |             |             |             |             |            |            |
| р. Глухівка,<br>0,6 км<br>нижче<br>с. Мала<br>Рача                                          | Зоофаг,<br>планктофаг                    | Fe          | 2,16±0,13   | 2,84±0,18   | 1,75±0,11   | 7,17±0,45  | 4,32±0,28  |
|                                                                                             |                                          | Mn          | 0,85±0,06   | 0,26±0,02   | 0,14±0,01   | 0,58±0,04  | 1,52±0,09  |
|                                                                                             |                                          | Cu          | 12,78±0,79  | 4,27±0,27   | 3,12±0,19   | 3,28±0,23  | 8,26±0,51  |
|                                                                                             |                                          | Zn          | 29,54±1,84  | 14,65±0,95  | 13,28±0,82  | 27,52±1,74 | 17,53±1,12 |
|                                                                                             |                                          | Pb          | 1,23±0,08   | 0,64±0,04   | 0,50±0,03   | 1,54±0,10  | 1,38±0,09  |
| Cd                                                                                          | 0,022±0,001                              | 0,038±0,002 | 0,011±0,001 | 0,017±0,001 | 0,014±0,001 |            |            |

Даний елемент, як кофактор ферментів, регулює також обмін ліпідів, що каталізують перетворення мевалонкової кислоти на сквален – вуглеводень тритерпенового ряду, і стимулюють синтез холестерину і жирних кислот у печінці [26]. Дані факти і пояснюють причину накопичення марганцю саме печінкою. Найбільші концентрації марганцю в організмах досліджених видів риб характерні для ляща, що пов'язано з характером його харчування, оскільки лящ не тільки зоо-, але й бентофаг.

Вміст міді в органах і тканинах представників іхтіофауни малих річок варіював у межах 2,59–9,04 мг/кг сирової маси. Органи і тканини ляща за інтенсивністю поглинання міді можна розташувати у такий спадаючий ряд: печінка > шкіра > нирки > зябра > м'язи; плітки – печінка > нирки > шкіра > зябра > м'язи; краснопірки – шкіра > нирки > печінка > зябра > м'язи; окуня і верховодки – печінка > зябра > нирки > шкіра > м'язи. Мідь необхідна риbam для синтезу еритроцитів, крім того, вона входить до складу протеїдів печінки і ряду окислювальних ферментів. Саме цим і пояснюється її велика кількість, що припадає на одиницю маси печінки риб. При середній концентрації міді 5,92

мг/кг маси тіла риби середній вміст її в печінці становить 9,04 мг/кг, що на 53 % більше, ніж в інших органах і тканинах. Крім того, у печінці плітки, верховодки і окуня вміст міді перевищував ГДК в 1,1–1,3 рази. На підвищену концентрацію міді саме у печінці прісноводних риб вказують і результати досліджень ряду українських [2, 4, 19] й російських [13] вчених. Максимальний вміст міді в органах і тканинах спостерігався у окуня.

Біологічна роль цинку в організмі риб обумовлена його участю в регуляції багатьох ланок обміну речовин у складі цинковмісних ферментів. Крім того, цинк залучений в обмін вітаміну А, встановлено також його непряму участь у підтримці стабільності мембран еритроцитів і обміні незамінних жирних кислот [30]. Концентрація цинку в органах і тканинах досліджуваних видів риб коливалася від 14,02 до 36,88 мг/кг сирової маси. За величиною його накопичення органи і тканини ляща й верховодки розташовуються так: печінка > шкіра > зябра > нирки > м'язи; плітки – нирки > зябра > печінка > шкіра > м'язи; краснопірки – зябра > шкіра > нирки > печінка > м'язи; окуня – зябра > нирки > шкіра > печінка > м'язи. Оскільки цинк входить до складу багатьох ферментів, його надлишок або нестача призводять до порушення всіх функцій ферментативних систем і пригнічення функціонального стану різних бар'єрних апаратів організму риб. В організмах досліджених представників іхтіофауни цинк відносно рівномірно розподіляється по органах і тканинах, а максимальний його вміст фіксується в нирках. Серед досліджуваних видів риб концентратором цинку виступає лящ.

Вміст свинцю в органах і тканинах риб змінювався в межах від 0,56 до 1,32 мг/кг сирової маси. Органи і тканини ляща за величиною його вмісту розташовуються у такій послідовності: шкіра > зябра > м'язи > печінка > нирки; плітки і краснопірки – зябра > шкіра > нирки > печінка > м'язи; верховодки – шкіра > зябра > печінка > нирки > м'язи; окуня – зябра > печінка > шкіра > нирки > м'язи. Свинець накопичується переважно в зябрах і шкірі досліджуваних видів риб, а у окуня – зябрах і печінці. Мінімальний рівень вмісту свинцю зафіксований у м'язах всіх досліджуваних видів риб, а максимальні його кількості концентруються у тілі краснопірки.

Концентрація кадмію в органах і тканинах представників іхтіофауни малих річок коливалася від 0,017 до 0,050 мг/кг сирової маси. Органи і тканини ляща за величиною вмісту цього металу розташовуються в такий спадаючий ряд: нирки > печінка > зябра > м'язи > шкіра; плітки – нирки > зябра > шкіра > печінка > м'язи; краснопірки – нирки > зябра > печінка > шкіра > м'язи; верховодки – нирки > печінка > шкіра > зябра > м'язи; окуня – печінка > зябра > шкіра > нирки > м'язи. Метаболізм кадмію тісно пов'язаний з метаболізмом цинку, тому він здатний замішувати його у багатьох життєво необхідних і важливих ферментативних реакціях. Вміст цього токсичного металу в організмі всіх досліджуваних видів риб не перевищував ГДК (0,2 мг/кг). Однак, з огляду на низьку здатність кадмію

до виведення з організму і високий ступінь його акумуляції в органах і тканинах риб, можна стверджувати, що він здатний викликати різні хронічні захворювання, а викликані його впливом пошкодження в органах є незворотними. Максимальні кількості кадмію концентрувалися переважно в нирках досліджуваних видів риб. Винятком став лише окунь, в організмі якого кадмій концентрувався у печінці. Деяко більші відносно інших досліджуваних видів кількості кадмію накопичувалися в організмі краснопірки.

Варто зазначити, що розподіл важких металів і мікроелементів в організмах представників іхтіофауни малих річок характеризується нерівномірністю і залежить від функціональних особливостей органів, їх кумулятивної активності та хімічних властивостей самого елемента. Зокрема, підвищені концентрації всіх досліджуваних металів зафіксовані в зябрах, які беруть безпосередню участь в обміні хімічними елементами між водним середовищем і організмами риб. Зябровий епітелій має досить значну діяльну поверхню і активно взаємодіє із зовнішнім середовищем, тому зябра фактично позбавлені захисту від впливу різних речовин, що знаходяться у воді, зокрема важких металів. Значна геохімічна спорідненість Zn і Cd зумовлює і подібність транспорту цих елементів в організм риб, де вони здебільшого концентруються в нирках. Особливе місце серед досліджуваних внутрішніх органів риб займає печінка, яка інтенсивно акумулює метали, насамперед марганець і мідь, перевершуючи за цим показником інші органи, будучи функціональним депо цих елементів та одночасно беручи участь у процесах детоксикації. Незначні кількості досліджуваних металів концентрувалися в м'язовій тканині. Однак, з огляду на те, що м'язи становлять значний відсоток від маси тіла риби, їх, як і печінку, можна віднести до депонуючих органів. У цілому, у всіх досліджуваних органах і тканинах представників іхтіофауни переважають залізо і цинк, а мінімальні концентрації характерні для свинцю і кадмію. Цей факт пояснюється, насамперед, інтенсивною акумуляцією в організмах риб елементів, які беруть активну участь у проходженні фізіологічних процесів.

Сучасна економічна ситуація, що склалася наразі в Україні, викликала збільшення інтересу населення до поповнення харчового раціону за рахунок дарів природи, зокрема риби. Однак невідомою лишається якість такої продукції, яка ніким не контролюється, тому вона є не лише джерелом додаткових продовольчих ресурсів, а й фактором канцерогенного і неканцерогенного ризику для населення за аналогією до ризику, встановленого для картоплі, овочів і мікологічної продукції [1, 25]. Неканцерогенний ризик оцінювали за величиною коефіцієнта небезпеки (HQ), який визначає допустимий рівень надходження хімічних речовин в організм людини, і який для заліза, марганцю, міді й кадмію не перевищував одиниці, що свідчить про низьку ймовірність розвитку негативних ефектів за рахунок щоденного надходження Fe, Mn, Cu, і Cd в організм людини протягом життя у результаті споживання риби (табл. 3).

Таблиця 3. Величина неканцерогенного ризику, обумовленого надходженням хімічних речовин при споживанні риби населенням

| Назва елемента | Середньодобова доза I, мг/(кг/день) | Референтна доза при хронічному пероральному надходженні RfD, мг/кг | Коефіцієнт небезпеки, HQ | Органи й системи організму, що уражуються                              |
|----------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Залізо         | 0,00548                             | 0,3                                                                | 0,018                    | Слизові оболонки, шкіра, кров, імунна система                          |
| Марганець      | 0,00054                             | 14,0                                                               | 0,000039                 | ЦНС, кров                                                              |
| Мідь           | 0,00327                             | 0,019                                                              | 0,17                     | Шлунково-кишковий тракт, печінка                                       |
| Цинк           | 0,01607                             | 0,0035                                                             | 4,59                     | ЦНС, кров, вади розвитку, репродуктивна система, гормональні порушення |
| Свинець        | 0,00053                             | 0,0005                                                             | 1,06                     | Нирки, гормональні порушення                                           |
| Кадмій         | 0,0000142                           | 0,3                                                                | 0,000047                 | Кров                                                                   |
| Сумарний ризик | Коефіцієнт небезпеки HQ             |                                                                    |                          |                                                                        |
|                | HQ загальний                        |                                                                    | 5,838                    |                                                                        |
|                | HQ вади розвитку                    |                                                                    | 4,59                     |                                                                        |
|                | HQ шлунково-кишковий тракт          |                                                                    | 0,17                     |                                                                        |
|                | HQ печінка                          |                                                                    | 0,17                     |                                                                        |
|                | HQ кров                             |                                                                    | 0,0181                   |                                                                        |
|                | HQ гормональні порушення            |                                                                    | 5,65                     |                                                                        |
|                | HQ ЦНС                              |                                                                    | 4,59                     |                                                                        |
|                | HQ репродуктивна система            |                                                                    | 4,59                     |                                                                        |
|                | HQ нирки                            |                                                                    | 1,06                     |                                                                        |
|                | HQ слизові оболонки                 |                                                                    | 0,018                    |                                                                        |
|                | HQ імунна система                   |                                                                    | 0,018                    |                                                                        |
|                | HQ шкіра                            |                                                                    | 0,018                    |                                                                        |

Однак, для свинцю і цинку цей показник був вищим за одиницю і становив, відповідно, 1,06 та 4,59. Даний факт свідчить про наявність небезпеки виникнення неканцерогенних ефектів за умови щоденного споживання риби, середній вміст свинцю в якій становить 0,96 мг/кг, а цинку – 29,11 мг/кг. При цьому, найбільша небезпека існує для виникнення гормональних порушень (HQ = 5,65), ураження репродуктивної і центральної нервової систем та виникнення вад розвитку (HQ = 4,59), ураження нирок (HQ = 1,06). З огляду на те, що надходження забруднювальних речовин в організм мешканців Поліського регіону здійснюється не тільки за рахунок вживання риби, а й за рахунок картоплі та овочів, вирощуваних ними на присадибних ділянках [29], ймовірність виникнення неканцерогенних ефектів буде зростати.

Оцінку канцерогенного ризику, під яким розуміють ймовірність збільшення частоти виникнення новоутворень у людей за рахунок перорального впливу хімічних канцерогенів, здійснювали шляхом розрахунку величин

індивідуального, популяційного та сумарного ризиків. Серед досліджуваних хімічних елементів були обрані речовини з доведеним канцерогенним ефектом – свинець і кадмій (табл. 4).

**Таблиця 4. Величини індивідуального, популяційного і сумарного канцерогенних ризиків при пероральному надходженні хімічних речовин внаслідок споживання риби населенням**

| Назва канцерогенної речовини | Індивідуальний канцерогенний ризик ICR | Популяційний канцерогенний ризик PCR і кількість очікуваних випадків раку | Кількість населення, що проживає в зоні спостереження, осіб | Рівень індивідуального канцерогенного ризику | Щорічний внесок у загальну онкозахворюваність, осіб |
|------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Свинець                      | $2,5 \cdot 10^{-5}$                    | 1,68                                                                      | 67300                                                       | низький                                      | 0,024                                               |
| Кадмій                       | $0,5 \cdot 10^{-5}$                    | 0,34                                                                      |                                                             | низький                                      | 0,005                                               |
| Сумарний ризик               | $3,0 \cdot 10^{-5}$                    | 2,02                                                                      |                                                             | низький                                      | 0,029                                               |

Встановлено, що рівень індивідуального канцерогенного ризику від вживання в їжу риби протягом життя для свинцю становить 2,5 випадки на 100 тис. населення, а для кадмію – 0,5 випадки на 100 тис. населення, що за міжнародною критеріальною шкалою оцінюється як низький або допустимий ризик (рівень ризику, за якого, як правило, встановлюються гігієнічні нормативи для населення). Сумарний канцерогенний ризик за рахунок лише двох ідентифікованих канцерогенів становить 3,0 випадки виникнення онкологічних захворювань різної локалізації на 100 тис. населення. Проте слід зазначити, що у зв'язку зі стохастичним характером канцерогенного процесу, тривалим латентним періодом, відмінностями у віковій чутливості і складним характером часової і вікової залежності достовірності смерті людини точно передбачити терміни розвитку злоякісних новоутворень на основі наявної на сьогодні наукової інформації у популяції не представляється можливим.

#### **Висновки та перспективи подальших досліджень**

1) вода малих річок Житомирського Полісся у період літньо-осінньої межени містить невеликі (за винятком Fe і Mn) кількості мікроелементів й важких металів, які не перевищують встановлених санітарно-гігієнічних і рибогосподарських ГДК, тому вміст важких металів в організмі риб визначається

процесами їх біоконцентрування; 2) Fe, Mn, Cu, Zn, Pb і Cd накопичуються у тих органах і тканинах організму риб, які безпосередньо контактують із навколишнім водним середовищем; 3) серед досліджених представників іхтіофауни концентратором заліза, свинцю і кадмію виступає краснопірка, марганцю і цинку – лящ, міді – окунь; 4) зябра і шкіра досліджених видів риб здатні накопичувати Fe і Pb, максимум Mn і Cu концентрується в зябрах і печінці, Zn – нирках і зябрах, Cd – печінці і нирках; 5) представники іхтіофауни малих річок не можуть виступати в якості екологічно безпечних компонентів харчового раціону населення, а їх споживання спричиняє зростання канцерогенного та неканцерогенного ризику захворюваності.

Подальші дослідження доцільно зосередити в напрямку встановлення особливостей накопичення важких металів у гідрофітах і донних відкладах.

### Література

1. Білявський Ю. А. Канцерогенний та неканцерогенний ризик від споживання картоплі та овочів, що складають раціон населення сільських селітебних територій / Ю. А. Білявський, Т. М. Мислива // Вісник ЖНАЕУ – 2013. – № 2 (38), т. 1. – С. 56–65.
2. Видові особливості розподілу та накопичення важких металів в організмах риб-бентофагів Кременчуцького водосховища / А. П. Мельник, Н. М. Власова, О. М. Колос, О. В. Діденко // Рибогосподарська наука України. – 2013. – № 1. – С. 25–30.
3. Видові особливості розподілу та накопичення важких металів в органах і тканинах ляща (*Abramis brama* L.) та карася сріблястого (*Carassius auratus* L.) Канівського водосховища / А. П. Мельник, Н. М. Власова, Н. Г. Михайленко, О. Б. Гурбик // Рибогосподарська наука України. – 2012. – № 3. – С. 22–26.
4. Вміст та розподіл важких металів в органах і тканинах промислових видів риб Київського водосховища / А. П. Мельник, С. В. Курганський, Н. М. Власова, Н. Г. Михайленко // Рибогосподарська наука України. – 2009. – № 1. – С. 93–99.
5. ДСТУ ISO 5667-6-2001. Настанови щодо відбирання проб води з річок та інших водотоків (ISO 5667-6:1990, IDT) / пер. і наук.-техн. ред. Л. Юрченко [та ін.]. – К., 2002. – 10 с.
6. Клименко М. О. Міграція важких металів у харчових ланцюгах водних екосистем / М. О. Клименко, О. О. Бедункова // Вісник НУВГтаП. – 2006. – Вип. 2 (34), ч. 1. – С. 13–20.
7. Лобанова Т. А. Особенности накопления тяжелых металлов промысловыми видами рыб / Т. А. Лобанова // Вестник КГУ им. Н. А. Некрасова. – 2008. – № 1. – С. 18–21.
8. Мислива Т. М. Важкі метали у водах і торфах низинних боліт Житомирського Полісся / Т. М. Мислива // Вісник ХНАУ. – 2010. – № 4. – С. 195–203.

9. Мислива Т. М. Важкі метали у водах малих річок і боліт Житомирського Полісся / Т. М. Мислива, І. С. Кот // Вісник ЖНАЕУ. – 2011. – № 2, т. 1. – С. 58–68.
10. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Г. Г. Онищенко, С. М. Новиков, Ю. А. Рахманин [и др.] ; под ред. Ю. А. Рахманина, Г. Г. Онищенко. – М., 2002. – 408 с.
11. Павлов Д. С. Разнообразие рыб по характеру и способам питания (трофическая классификация рыб) : учеб. пособ. / Д. С. Павлов, А. О. Касумян. – М. : Изд-во МГУ, 2002. – 50 с.
12. Пилипенко Ю. В. Визначення віку риб по лусці, кістках, отолітах та промінню плавців : метод. вказівки для проведення лабор. занять для студентів спеціальності «Водні біоресурси і аквакультура» / Ю. В. Пилипенко, Б. І. Праворотов. – Херсон, 1996. – 14 с.
13. Пономарев С. В. Физиологические основы создания полноценных комбинированных кормов с учетом этапности развития организма лососевых и осетровых рыб / С. В. Пономарев, Е. А. Гамыгин, А. Н. Канидьев // Вестник АГТУ. Сер. Рыбное хозяйство. – 2010. – № 10. – С. 132–139.
14. Попов П. А. Содержание тяжелых металлов в мышечной ткани рыб из водоемов бассейна реки Оби / П. А. Попов, Н. В. Андросова // Вестн. Томского гос. ун-та. Сер. «Биология». – 2014. – № 4 (28). – С. 108–122.
15. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) / И. Ф. Правдин. – М. : Пищевая промышленность, 1966. – 376 с.
16. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Ю. А. Рахманин, С. М. Новиков, Т. А. Шашина [и др.]. – М. : Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.
17. СанПіН №4630-88. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения. – М., 1988. – 68 с.
18. Ситник Ю. М. Важкі метали в організмі молоді риби озер Шацького національного природного парку / Ю. М. Ситник / Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах : матеріали IV Міжнар. наук. конф. – Дніпропетровськ : Вид-во ДНУ, 2007. – С. 164–166.
19. Ситник Ю. М. Еколого-токсикологічні дослідження озерних екосистем Шацького національного природного парку. Важкі метали в органах та тканинах риб *Stizostedion lucioperca* L. та *Abramis brama* L. / Ю. М. Ситник // Заповідна справа в Україні. – 2010. – Т. 16, вип. 2. – С. 95–98.
20. Сніжко С. І. Оцінка та прогнозування якості природних вод / С. І. Сніжко. – К. : Ніка-Центр, 2001. – 264 с.
21. Хавезов И. Атомно-абсорбционный анализ / И. Хавезов, Д. Цалев. – Л. : Химия, 1983. – 144 с.
22. Янович Н. Є. Роль мікроелементів у життєдіяльності ставкових риб / Н. Є. Янович, Д. О. Янович // Наук. вісн. ЛНУВМБТ ім. С. З. Гжицького. – 2014. – Т. 16, № 2 (59), ч. 2. – С. 345–372.

23. Al-Weher M. Levels of heavy metal Cd, Cu and Zn in three fish species collected from the Northern Jordan Valley / M. Al-Weher // *Jordan Journal of Biological Sciences*. – 2008. – Vol. 1. – P. 41–46.

24. Assessment of heavy metals in water, fish and sediments from UKE Stream, Nasarawa State, Nigeria / O. D. Opaluwa, M. O. Aremu, L. O. Ogbo [and al.] // *Current World Environment*. – 2012. – Vol. 7 (2). – P. 213–220.

25. Bilyavskiy Y. Quality monitoring of edible macromycetes growing in an ecological conditions of Zhytomyr Polissia region / Y. Bilyavskiy, T. Myslyva // *Вісник ЖНАЕУ*. – 2014. – № 2 (42), т. 1. – С. 3–12.

26. Church D. C. Basic animal nutrition and breeding / D. C. Church, W. G. Pond. – 3rd ed. – New York : John Wiley and sons, 1988. – P. 181–210.

27. Levels of heavy metals (cadmium, chromium, copper and lead) on water and selected tissues of *Oreochromis mossambicus* from different locations of Malir river, Karachi / R. Sharmeen, M. Zaheer Khan, G. Yasmeen, S. Ali Ghalib // *Canadian Journal 3012 of Pure and Applied Sciences*. – 2014. – Vol. 8, № 3. – P. 3011–3018.

28. Lobus N. V. Mercury concentration in ecosystem components in water bodies and streams in Khanh Hoa Province (Central Vietnam) / N. V. Lobus, V. T. Komov, N. T. H. Thanh // *Water Resources*. – 2011. – 38 (6). – P. 799–805.

29. Rajkowska M. Distribution of metals (Fe, Mn, Zn, Cu) in fish tissues in two lakes of different trophy in Northwestern Poland / M. Rajkowska, M. Protasowicki // *Environ. Monit. Assess.* – 2013. – Vol. 185 (4). – P. 3493–3502.

30. Watanabe T. Trace minerals in fish nutrition / T. Watanabe, V. Kiron, H. Satoh // *Aquaculture*. – 1997. – V. 151, № 1. – P. 185–207.

УДК 628.314.2

**О. І. Семенова**

К. Т. Н.

**Н. О. Бублієнко**

К. Т. Н.

**О. Д. Марченко**

Національний університет харчових технологій

**Т. М. Тимошук-Марценюк**

К. С.-Г. Н.

Житомирський національний агроекологічний університет

## ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА СТІЧНИХ ВОД СВИНОКОМПЛЕКСУ

У процесі дослідження було визначено склад мікрофлори стоків свинокомплексу до і після очищення. Бактеріологічний аналіз стічних вод зі ставків-накопичувачів свідчить про те, що ефективність біологічного очищення не досягає необхідних технологічних параметрів. Визначено колі-титр та колі-індекс стічних вод даної категорії.

Результати досліджень показали, що очищення тваринницьких стоків у біологічних ставках забезпечує більш високий ефект бактеріального самоочищення, ніж у штучних



23. Al-Weher M. Levels of heavy metal Cd, Cu and Zn in three fish species collected from the Northern Jordan Valley / M. Al-Weher // *Jordan Journal of Biological Sciences*. – 2008. – Vol. 1. – P. 41–46.

24. Assessment of heavy metals in water, fish and sediments from UKE Stream, Nasarawa State, Nigeria / O. D. Opaluwa, M. O. Aremu, L. O. Ogbo [and al.] // *Current World Environment*. – 2012. – Vol. 7 (2). – P. 213–220.

25. Bilyavskiy Y. Quality monitoring of edible macromycetes growing in an ecological conditions of Zhytomyr Polissia region / Y. Bilyavskiy, T. Myslyva // *Вісник ЖНАЕУ*. – 2014. – № 2 (42), т. 1. – С. 3–12.

26. Church D. C. Basic animal nutrition and breeding / D. C. Church, W. G. Pond. – 3rd ed. – New York : John Wiley and sons, 1988. – P. 181–210.

27. Levels of heavy metals (cadmium, chromium, copper and lead) on water and selected tissues of *Oreochromis mossambicus* from different locations of Malir river, Karachi / R. Sharmeen, M. Zaheer Khan, G. Yasmeen, S. Ali Ghalib // *Canadian Journal 3012 of Pure and Applied Sciences*. – 2014. – Vol. 8, № 3. – P. 3011–3018.

28. Lobus N. V. Mercury concentration in ecosystem components in water bodies and streams in Khanh Hoa Province (Central Vietnam) / N. V. Lobus, V. T. Komov, N. T. H. Thanh // *Water Resources*. – 2011. – 38 (6). – P. 799–805.

29. Rajkowska M. Distribution of metals (Fe, Mn, Zn, Cu) in fish tissues in two lakes of different trophy in Northwestern Poland / M. Rajkowska, M. Protasowicki // *Environ. Monit. Assess.* – 2013. – Vol. 185 (4). – P. 3493–3502.

30. Watanabe T. Trace minerals in fish nutrition / T. Watanabe, V. Kiron, H. Satoh // *Aquaculture*. – 1997. – V. 151, № 1. – P. 185–207.

УДК 628.314.2

**О. І. Семенова**

К. Т. Н.

**Н. О. Бублієнко**

К. Т. Н.

**О. Д. Марченко**

Національний університет харчових технологій

**Т. М. Тимошук-Марценюк**

К. С.-Г. Н.

Житомирський національний агроекологічний університет

## ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА СТІЧНИХ ВОД СВИНОКОМПЛЕКСУ

У процесі дослідження було визначено склад мікрофлори стоків свиногокомплексу до і після очищення. Бактеріологічний аналіз стічних вод зі ставків-накопичувачів свідчить про те, що ефективність біологічного очищення не досягає необхідних технологічних параметрів. Визначено колі-титр та колі-індекс стічних вод даної категорії.

Результати досліджень показали, що очищення тваринницьких стоків у біологічних ставках забезпечує більш високий ефект бактеріального самоочищення, ніж у штучних

спорудах біологічного очищення за рахунок використання вищих водних рослин – очерету, рогози, комишу тощо. Ефективна експлуатація ставків відбувається у теплу пору, і вже при температурі води нижче 6°C різко погіршується. При подальшому зниженні температури, і особливо після утворення крижаного покриву, коли проникнення кисню у воду не відбувається, процес окиснення органічних речовин майже повністю припиняється.

**Ключові слова:** стічні води свиногомплексу, бактеріологічні дослідження, гельмінтологічні дослідження, біологічне очищення, біологічні ставки.

### Постановка проблеми

Наразі велику науково-технічну проблему представляє екологічний захист водних систем від забруднення їх промисловими відходами тваринницьких комплексів. Надходження органічних забруднень у водойми відбувається при скиді стічних вод свиногомплексів, а також стоків, які утворюються при реалізації технологічних процесів виробництва та переробки м'ясної продукції. Дані стічні води представляють серйозну небезпеку для навколишнього середовища не тільки через забрудненість тваринними рештками, а й через можливе зараження води, ґрунту і атмосфери умовно-патогенними мікроорганізмами.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Що стосується досліджень у сфері очищення стічних вод свиногомплексів, то вони досить ґрунтовно висвітлені у наукових працях вітчизняних та іноземних вчених (Нікітін Г.О., Бублієнко В.В., Ковальов, Д.А. та інші). Питання використання біологічних ставків при доочищенні стічних вод свиногомплексів та підвищення ступеня мікробіологічного очищення стоків даної категорії потребує більш детального дослідження.

### Мета, об'єкт та методика дослідження

Мета роботи – здійснення гігієнічної оцінки стічних вод тваринницьких комплексів до і після очищення.

Об'єктом дослідження є процес очищення стоків свиногомплексу за рахунок доочищення стічних вод у біологічних ставках. Методологічною основою дослідження є теоретичні та прикладні основи аграрної екології, а також наукові праці фахівців із питань очищення стічних вод агропромислового комплексу. У процесі дослідження використано загальні та спеціальні методи наукового пізнання процесів і явищ. Використані стандартні методики із визначення основних гідрохімічних показників стічних вод, а також абстрактно-логічний метод при вивченні теоретичного матеріалу. Метод якісного і кількісного аналізу було застосовано при виявленні гігієнічних показників стічних вод свиногомплексу у лабораторних умовах.

### Результати досліджень

Стічні води тваринницьких комплексів із вирощування свиней містять жировий спектр органічних карбон-, нітроген- та фосфоровмісних забруднень, які знаходяться в диспергованому, колоїдному і розчиненому станах. Дисперговані забруднення, які знаходяться у завислому стані, вилучають із стічної води різними способами. У процесі механічної обробки шляхом гравітаційного осадження у первинних відстійниках відбувається видалення речовин неповного перетравлення кормів. Органічні речовини, які існують у дрібнодисперсному, колоїдному та розчиненому станах, окиснюються біологічним способом організмами активного мулу.

Ефективність роботи споруд біологічного очищення визначається концентрацією забруднювальних речовин стічних вод, які пройшли механічне очищення. Правильний вибір ефективних технологічних схем очищення та оптимізації складу біоценозів активного мулу є основними шляхами досягнення високих показників видалення забруднень і зниження надлишкової біомаси активного мулу.

Для поставленої мети були визначені основні показники вихідної стічної води, які мають такі значення: ХСК – 2600 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, азот загальний – 530 мг/дм<sup>3</sup>, азот органічний – 470 мг/дм<sup>3</sup>, азот амонійний – 50 мг/дм<sup>3</sup>, фосфати – 104 мг/дм<sup>3</sup>.

Було визначено, що у вихідній стічній воді біоценоз, в основному, бактеріальний: коки, сарцини, палички, нитчасті форми, загальна кількість яких досягла 9 млн кл/см<sup>3</sup>, крім того, зустрічалися дрібні органо-мінеральні скупчення і невелика кількість джгутикових, а також найпростіші.

Також визначено, що у стоках розповсюджені патогенні бактерії кишкової групи, такі, як *Salmonella*, частіше всього це серотипи *S.thyrimurium*, *S. anatum*, *S. derby*, *S. dive*, ентеропатогенні кишкові палички.

Відомо, що ентеропатогенні кишкові палички викликають гострі кишкові розлади у дітей і дорослих. Тому стічні води свинокомплексів повинні очищатися та знезаражуватися [1, 2].

Як встановлено проведеними дослідженнями, методи механічного та біологічного очищення не забезпечили бажаний гігієнічний ефект. Із очищеної стічної води були виділені сальмонели та яйця гельмінтів.

Для очищення тваринницьких стоків широко використовуються біологічні ставки (ставки-змішувачі). Вони забезпечують більш високий ефект бактеріального самоочищення, ніж штучні споруди біологічного очищення. Очищення відбувається під впливом біоценозу організмів (бактерій, фітопланктону і зоопланктону). Подача стічної води та відведення очищених вод зі ставків проводиться розсереджено. Ефективна експлуатація ставків відбувається у теплу пору, і вже при температурі води нижче 6°C різко погіршується. При подальшому зниженні температури, і особливо після

утворення крижаного покриву, коли проникнення кисню у воду не відбувається, процес окиснення органічних речовин майже повністю припиняється.

Біологічні ставки були розраховані за навантаженням на поверхню залежно від концентрації забруднювальних речовин і температурних умов. Нижні щаблі серійних біологічних ставків без розведення можуть бути використані для розведення риб, головним чином, карпа. При розведенні риб ранньою весною у ставки випускають 500–2000 мальків на 1 га. Приріст риби складає до кінця осіннього періоду до 500–800 кг на 1 га. Вилов риби здійснюється пізньої осені.

Наявність у воді великої маси поживних речовин сприяє інтенсивному росту водоростей (ряски). Для боротьби з ними важливим є розведення на рибоводних ставках качок, для яких ряска є добрим кормом. При влаштуванні біологічних ставків більш повно використовуються земельні ділянки, ніж при спорудженні полів зрошення або полів фільтрації. Крім того, ставки можуть бути влаштовані на таких ґрунтах, які непридатні для полів і не мають фільтрувальної здатності [3]. У них відбувається механічне осадження, біофлокоагуляція, аеробне окислення, анаеробний розпад, метанове бродіння.

Було запропоновано технологію доочищення стічних вод, яка включає анаеробні та аеробні ставки. Стічні води після виходу з анаеробних ставків потребують надходження в аеробні ставки. Аеробні ставки мають глибину 2,5–3 м, навантаження за БСК становить 300–350 кг/(га/добу). Аеробні біологічні ставки проектує із природною або штучною аерацією. Допускається очищати стічні води із БСК<sub>повне</sub> не більше як 200 г O<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> у ставках із природною аерацією, із БСК<sub>повне</sub> не більше як 500 г O<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> у ставках із штучною аерацією. Для поліпшення очищення стічної води (підвищення ефективності очищення, зменшення вмісту біогенних елементів – азоту та фосфору) у біологічних ставках використовують вищу водну рослинність – очерет, рогіз, комиш тощо. Такі рослини розміщують в останній секції ставка. У біоставки також вносять штучно вирощені зелені водорості (*Chlorella*, *Scenedesmus* тощо) у вигляді пасти або суспензії.

Гній і гнойова рідина являють собою реальну загрозу у поширенні різних інфекцій. Найбільшу небезпеку становлять гнойові стоки. Розбавлення їх водою (в 5–7 разів) подовжує термін виживання патогенної мікрофлори і яєць гельмінтів, тому що в них не відбуваються біотермічні процеси. У стічних водах збудники сальмонельозу живуть до 2,5 років, туберкульозу – 1,5 року, ящуру – 7 місяців. Азотовмісні речовини, потрапляючи зі стічними водами у водойми, сприяють інтенсифікації росту синьо-зелених водоростей, що призводить до порушення біоценозу. Зокрема, погіршується якість води, порушується кисневий режим водойми. Крім того, синьо-зелені водорості є самі по собі отруйні і виділяють токсини у водне середовище. Нами були проведені дослідження з вивчення санітарно-гігієнічної оцінки стічних вод свинівідгодівельного комплексу. Данні наведені у таблиці 1.

Таблиця 1. Ефективність біологічної очистки стічних вод  
свиновідгодівельного комплексу

| Об'єкт                          | Загальна мікробна забрудненість (в 1 см <sup>3</sup> ) | Колі-титр           | Колі-індекс                        | Мікрофлора кишкової групи | Гельмінти (в 1 дм <sup>3</sup> ) |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------|------------------------------------|---------------------------|----------------------------------|
| Стічні води ставка-накопичувача | $1,4 \cdot 10^7$                                       | $10^{-6}$           | $1 \cdot 10^9$                     | –                         | –                                |
| Стічні води ставка-змішувача    | $6,0 \cdot 10^4$                                       | $10^{-2} - 10^{-4}$ | $2,3 \cdot 10^4 - 2,38 \cdot 10^6$ | Колі 026                  | –                                |
| Мул                             | $8 \cdot 10^7$                                         | $10^{-7}$           | $1 \cdot 10^9$                     | –                         | 40                               |

Бактеріологічний аналіз стічних вод зі ставків-накопичувачів свідчить про те, що ефективність біологічної очистки не досягає необхідних технологічних параметрів. Так колі-титр стічних вод ставка-накопичувача дорівнює  $10^{-6}$ , а загальна мікробна забрудненість становить 11,5 млрд/см<sup>3</sup>.

При розведенні стічних вод ставка-накопичувача річковою водою і надходженні їх у ставок-змішувач колі-титр останніх підвищувався до  $10^{-3}$ , а загальне мікробне забруднення зменшувалося до 60000 мікробних тіл/см<sup>3</sup>.

Зі стоків, що пройшли біологічне очищення на очисних спорудах свиногокомплексу, була виділена культура ентеропатогенної палички серотипу 025.

Показано, що при вмісті 3000–11000 бактерій кишкової групи в 1 см<sup>3</sup> стічної води патогенні мікроорганізми можуть бути присутні і в очищеній воді. При менших абсолютних цифрах ймовірність їх наявності знижується.

Для оцінки якості очищення стічної води слід звертати увагу не тільки на відсоток затримки бактерій, а і на їх абсолютну кількість [4].

За даними проведених досліджень, при аналізі стічних вод приймального резервуара очисних споруд свиногокомплексу на гельмінти кількість аскарид становила 72 в 1 дм<sup>3</sup>.

### Висновки та перспективи подальших досліджень

У ході біологічного очищення вміст яєць гельмінтів знижувався. Однак, ефективність очищення була невисокою і становила для стоків свиногокомплексу 79%. У деяких пробах виявлялися життєздатні яйця гельмінтів, здатні розвиватися до стадії личинки. У стічних водах яйця гельмінтів не були виявлені, в той час як у мулі їх кількість сягала 40 в 1 кг. Можливо, це пов'язано з осадженням їх на дно ставка-накопичувача і ставка-змішувача.

Отримані данні слід враховувати при заборі стічних вод для зрошення сільськогосподарських культур.

Таким чином, згідно із бактеріологічним й гельмінтологічним дослідженням, стічні води та мули, що утворюються в результаті діяльності свиногокомплексу слід вважати небезпечними у санітарно-епідеміологічному відношенні.

У подальшому необхідно розглянути оптимальну модель повного очищення стічних вод свиногокомплексу для підвищення економічної рентабельності у поєднанні з екологічною доцільністю.

### Література

1. Крылов А. Н. Биотехнология утилизации животноводческих стоков с использованием поликультуры / А. Н. Крылов // Смирнова И. Р. Состояние и проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии в животноводстве / И. Р. Смирнова, А. Н. Крылов, А. В. Мазур ; Чуваш. гос. с -х. акад. – Чебоксары, 2004. – С. 576–579.
2. Сидорчук О. В. Розробка комплексної технології отримання біогазу із багатокомпонентних субстратів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : 03.00.20 / О. В. Сидорчук ; Одес. нац. акад. харч. технологій. – Одеса, 2013. – 21 с.
3. Доочистка и обеззараживание сточных вод в биопруду с высшими водными растениями / Е. И. Гончарук, С. И. Гаркавый, В. Н. Попенко [и др.] // Химия и технология воды. – 2004. – Т. 26, № 5. – С. 479–484.
4. Ястремська Л. С. Роль анаеробних мікроорганізмів у трансформації сільськогосподарської сировини в біопаливо : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : 03.00.07 / Л. С. Ястремська. – Умань, 2008. – 20 с.

УДК 631.95

О. В. Іваненко

Інституту агроекології і природокористування НААН

О. В. Тогагинська

к. с.-г. н.

Національний університет харчових технологій

Т. М. Тимошук-Марценюк

к. с.-г. н.

Г. М. Котельницька

Житомирський національний агроекологічний університет

### ТРАНСЛОКАЦІЯ КОБАЛЬТУ У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ КУЛЬТУРИ

Наведено результати досліджень щодо впливу технологій вирощування сої, ярої пшениці та ярого ріпаку на вміст рухомих форм кобальту в ґрунті та вегетативних і генеративних органах рослин. Визначено коефіцієнти біологічного поглинання, встановлено взаємозв'язок між вмістом кобальту у вегетативних і генеративних органах сільськогосподарських культур та кількістю його в ґрунті.

Проведено екологічне оцінювання технологій вирощування сої, пшениці ярої, та ріпаку ярого за санітарно-гігієнічними показниками. Доведено, що накопичення кобальту в генеративних органах сільськогосподарських культур спостерігалось у такій послідовності: соя > яра пшениця > ярий ріпак.

**Ключові слова:** соя, пшениця яра, ріпак ярий, сіро-лісовий ґрунт, кобальт, коефіцієнт біологічного поглинання, екологічне оцінювання.

### Постановка проблеми

Дослідження вмісту металів у ґрунтах агроландшафтів пов'язано як із забезпеченням процесів росту і розвитку рослин мікроелементами, так і можливим

### Література

1. Крылов А. Н. Биотехнология утилизации животноводческих стоков с использованием поликультуры / А. Н. Крылов // Смирнова И. Р. Состояние и проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии в животноводстве / И. Р. Смирнова, А. Н. Крылов, А. В. Мазур ; Чуваш. гос. с -х. акад. – Чебоксары, 2004. – С. 576–579.
2. Сидорчук О. В. Розробка комплексної технології отримання біогазу із багатокомпонентних субстратів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : 03.00.20 / О. В. Сидорчук ; Одес. нац. акад. харч. технологій. – Одеса, 2013. – 21 с.
3. Доочистка и обеззараживание сточных вод в биопруду с высшими водными растениями / Е. И. Гончарук, С. И. Гаркавый, В. Н. Попенко [и др.] // Химия и технология воды. – 2004. – Т. 26, № 5. – С. 479–484.
4. Ястремська Л. С. Роль анаеробних мікроорганізмів у трансформації сільськогосподарської сировини в біопаливо : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : 03.00.07 / Л. С. Ястремська. – Умань, 2008. – 20 с.

УДК 631.95

О. В. Іваненко

Інституту агроєкології і природокористування НААН

О. В. Тогагинська

к. с.-г. н.

Національний університет харчових технологій

Т. М. Тимошук-Марценюк

к. с.-г. н.

Г. М. Котельницька

Житомирський національний агроєкологічний університет

### ТРАНСЛОКАЦІЯ КОБАЛЬТУ У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ КУЛЬТУРИ

Наведено результати досліджень щодо впливу технологій вирощування сої, ярої пшениці та ярого ріпаку на вміст рухомих форм кобальту в ґрунті та вегетативних і генеративних органах рослин. Визначено коефіцієнти біологічного поглинання, встановлено взаємозв'язок між вмістом кобальту у вегетативних і генеративних органах сільськогосподарських культур та кількістю його в ґрунті.

Проведено екологічне оцінювання технологій вирощування сої, пшениці ярої, та ріпаку ярого за санітарно-гігієнічними показниками. Доведено, що накопичення кобальту в генеративних органах сільськогосподарських культур спостерігалось у такій послідовності: соя > яра пшениця > ярий ріпак.

**Ключові слова:** соя, пшениця яра, ріпак ярий, сіро-лісовий ґрунт, кобальт, коефіцієнт біологічного поглинання, екологічне оцінювання.

### Постановка проблеми

Дослідження вмісту металів у ґрунтах агроландшафтів пов'язано як із забезпеченням процесів росту і розвитку рослин мікроелементами, так і можливим

забрудненням токсичними важкими металами (ВМ) компонентів біопродукційної системи «грунт–рослина». Враховуючи особливу токсичність окремих ВМ (Hg, Cu, Pb, Zn), головна увага в Україні надається вивченню їхнього валового вмісту в орних ґрунтах, на яких вирощуються продовольчі культури [8]. Це саме стосується дослідження вмісту металів-мікроелементів. Проте для екотоксикологічної оцінки системи «грунт–рослина» важливішою є інформація про вміст рухомих форм біофільних металів у ґрунті та транс локація їх в органи рослин.

Тому надзвичайно великого значення набувають показники безпечності продукції, які визначаються за вмістом шкідливих для здоров'я людини речовин.

### **Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Доведено, що основними джерелами забруднювачами ґрунту важкими металами є мінеральні добрива, які через тривале застосування призводять до динамічних змін біологічних, агрофізичних та фізико-хімічних властивостей ґрунту, що у подальшому позначається на доступності та інтенсивності засвоюваності рослинами важких металів, у тому числі і кобальту [1, 2, 3].

Кобальт є мікроелементом і міститься як у мінеральних, так і органічних добривах. Але при перевищенні гранично допустимих норм кобальт із мікроелемента переходить у токсичний елемент. Існують роботи, присвячені особливостям і закономірностям накопичення важких металів у ґрунтах і продукції рослинництва, де відмічається, що процес переходу їх залежить від хімічного складу його окисно-відновлюваного потенціалу, фізичних властивостей ґрунту, біологічної особливості рослин [4, 5]. Питаннями вивчення транслокації переходу рухомих форм важких металів, у тому числі і кобальту, з ґрунту у вегетативні і генеративні органи рослини займалися Т. Л. Жигарева, М. М. Карпухин, А. І. Фатєєва, Н. А. Макаренко та інші.

### **Мета, завдання та методика дослідження**

*Метою досліджень* було вивчення впливу агротехнологій вирощування ріпаку на процеси акумуляції, міграції рухомих форм кобальту у сіро-лісовому ґрунті, транслокацію його у вегетативних і генеративних органах ярої пшениці, сої, ріпаку та проведення екологічного оцінювання агротехнологій.

Дослідження проводили на базі Інституту агроєкології і природокористування НААН. Процеси накопичення, міграції, транслокації кобальту у системі «грунт – рослина» вивчали у польовій сівоzmіні (північний Лісостеп України) при вирощуванні сільськогосподарських культур. Агротехніка вирощування сої, пшениці ярої та ріпаку ярого загальноприйнята для цієї зони. Дослідження проводили за такими варіантами: соя – контроль,  $N_{40}P_{60}K_{60}$ ,  $N_{20}P_{80}K_{30}$ ,  $N_{10}P_{10}K_{10}$  + органічні добрива; пшениця яра – контроль,  $N_{120}P_{60}K_{60}$ ,  $N_{60}P_{50}K_{50}$ ,  $N_{40}P_{10}K_{10}$  + органічні добрива; ріпак ярий – контроль,  $N_{120}P_{100}K_{100}$ ,  $N_{60}P_{40}K_{45}$ ,  $N_{10}P_{10}K_{10}$  + органічні добрива.

*Об'єктом досліджень* є ґрунт сіро-лісовий супіщаний слабogleюватий на перемитій карбонатній супіщаний морені з такою характеристикою основних



хімічних показників: рН – 5,4–6,1 у.о., вміст загального гумусу – 5,4–6,1 (за Тюріним), рухомого фосфору – 150–200 мг/кг (за Кірсановим), обмінного калію 170–220 мг/кг (за Кірсановим). Зразки ґрунту було відібрано одночасно з рослинними зразками, пошарово, через 20 см, до глибини 100 см.

Вміст кобальту визначали у зразках соломи, зерні та ґрунті, який відбирали з орного шару (0–20) одночасно з рослинними зразками. Рухомі форми важких металів із ґрунту вилучали за допомогою екстракції 1 н НСІ, а їх кількісне визначення проводили атомно-адсорбційним методом [7].

Ймовірність одержаних даних визначали за загальноприйнятими у сільськогосподарських дослідженнях методами математичної статистики за допомогою дисперсійного, регресійного, кореляційного аналізів.

### Результати дослідження

Результати дослідження показали, що вміст кобальту у сіро-лісовому ґрунті після збирання сої має істотний вплив застосованих агротехнологій на процеси акумуляції його у ґрунті. Більшому його накопиченню сприяло застосування мінеральних добрив ( $N_{20}P_{60}K_{30}$ ,  $N_{10}P_{10}K_{10}$ +органічні добрива), значення кобальту коливалися в межах 0,6–1,0 мг/кг порівняно з контролем. Крім того, під впливом цих агротехнічних прийомів відбувалося активне накопичення кобальту вегетативними (стебло, листя) органами сої. Так, при застосуванні  $N_{40}P_{60}K_{60}$ ,  $N_{20}P_{80}K_{30}$ ,  $N_{10}P_{10}K_{10}$ +органічні добрива у вегетативних органах сої було відмічено підвищений вміст кобальту – він складав 0,3–0,39 мг/кг проти 0,27 мг/кг на контролі. Це пов'язано з особливою його роллю у процесах азотфіксації. Він підвищує інтенсивність засвоєння азоту з повітря, сприяє розмноженню бульбочкових бактерій, скороченню вегетаційного періоду, збільшує врожайність зерна сої. Застосування органічних добрив призвело до зниження активності переходу кобальту з ґрунту до рослин, його вміст знизився до 0,26 мг/кг. Відповідно, вміст кобальту у зерні сої на всіх варіантах удобрення становив в межах 0,2–0,36 мг/кг.

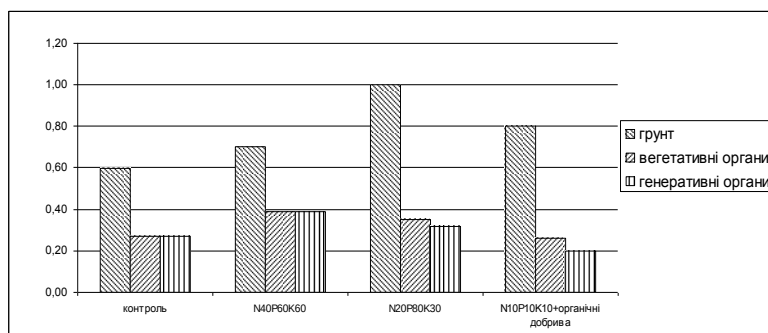


Рис. 1. Вплив агротехнологій вирощування сої на вміст кобальту у сірому лісовому ґрунті, вегетативних і генеративних органах

Внесення максимальної норми мінеральних добрив  $N_{120}P_{100}K_{100}$  сприяло накопиченню вмісту кобальту 0,32 мг/кг. Застосування норм добрив на фоні

$N_{40}P_{10}K_{10}$  + органічні добрива призводило до зниження активності переходу кобальту із ґрунту до рослин, у результаті чого відмічено незначне перевищення вмісту його у вегетативних і генеративних органах порівняно з контрольними показниками. Відмічено збільшення вмісту кобальту в зерні, при застосуванні середньої та мінімальної норм добрив на фоні  $N_{60}P_{50}K_{50}$ ,  $N_{40}P_{10}K_{10}$  складав 0,3 та 0,26 мг/кг, тоді як на контролі – 0,22 мг/кг.

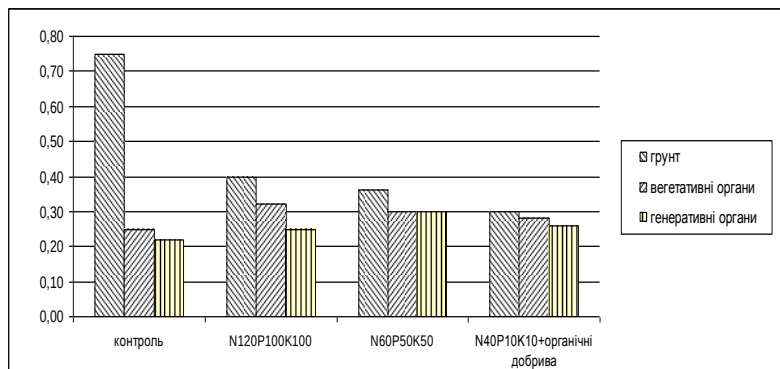


**Рис. 2. Вплив агротехнологій вирощування ярої пшениці на вміст кобальту у сірому лісовому ґрунті, вегетативних і генеративних органах**

Дослідженнями було показано (рис. 3), що на внесення органо-мінеральних добрив вміст кобальту у соломі ярого ріпаку мав також тенденцію до незначного збільшення. Найбільший вміст кобальту в ярого ріпаку відмічено на варіантах  $N_{120}P_{60}K_{60}$ ,  $N_{60}P_{30}K_{45}$ , що становив 0,45 мг/кг, 0,52 мг/кг відповідно до контролю. У цілому, застосування інших норм органічних і мінеральних добрив призводило до незначного збільшення вмісту кобальту у соломі ярого ріпаку. Відповідно, кількість кобальту збільшувалося в зерні на фоні внесення норм добрив  $N_{120}P_{60}K_{60}$ ,  $N_{60}P_{30}K_{45}$ , значення якого коливалися у межах 0,25–0,39 мг/кг.

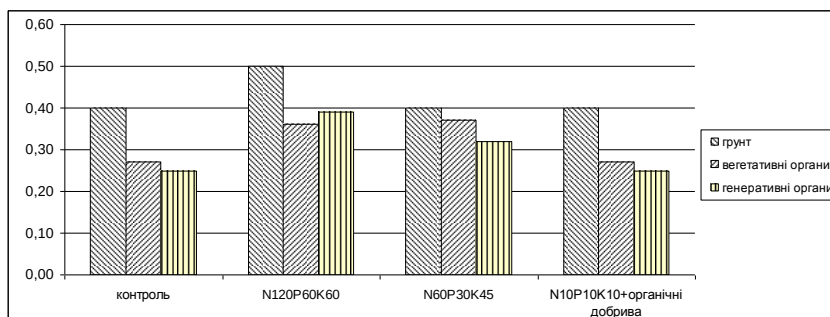


**Рис. 3. Вплив агротехнологій вирощування ярого ріпаку на вміст кобальту у сірому лісовому ґрунті, вегетативних і генеративних органах**

Для встановлення кількісних параметрів переходу кобальту з ґрунту у рослини було визначено коефіцієнти біологічного поглинання –  $K_{б.п.}$ . Коефіцієнти біологічного поглинання дають можливість оцінити вплив технології не лише на процеси накопичення важких металів рослинами, а і охопити всю систему «ґрунт–добрива–рослина». За рівнем відхилення від контрольного варіанту можна провести екологічне оцінювання технології вирощування (табл. 1) [6].

Найвищі коефіцієнти біологічного поглинання кобальту при вирощуванні сої були у варіантах досліді, де вносили мінеральні добрива в нормі  $N_{120}P_{60}K_{60}$ ,  $N_{20}P_{80}K_{30}$ , вони коливалися в межах 0,36–0,55. (табл. 1). З розрахунків видно, що відбувався рівномірний розподіл кобальту у соломі і зерні сої, оскільки коефіцієнти біологічного поглинання відповідно становили 0,32–0,45; 0,25–0,45 у.о.

**Таблиця 1. Коефіцієнт біологічного поглинання ( $K_{б.п.}$ ) кобальту вегетативними (солома) і генеративними (зерно) органами сільськогосподарських культур**

| Варіанти                                                            | Вміст кобальту у сіро-лісовому ґрунті | Органи пшениці       |                     |
|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------|---------------------|
|                                                                     |                                       | вегетативні (солома) | генеративні (зерно) |
| Соя                                                                 |                                       |                      |                     |
| контроль                                                            | 0,6                                   | 0,45                 | 0,45                |
| N <sub>40</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>                     | 0,7                                   | 0,55                 | 0,55                |
| N <sub>20</sub> P <sub>80</sub> K <sub>30</sub>                     | 1,0                                   | 0,36                 | 0,32                |
| N <sub>10</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub> + органічні добрива | 0,8                                   | 0,32                 | 0,25                |
| Пшениця яра                                                         |                                       |                      |                     |
| контроль                                                            | 0,75                                  | 0,3                  | 0,23                |
| N120P60K60                                                          | 0,4                                   | 0,8                  | 0,62                |
| N60P50K50                                                           | 0,35                                  | 0,8                  | 0,7                 |
| N40P10K10 + органічні добрива                                       | 0,3                                   | 0,9                  | 0,76                |
| Ріпак ярий                                                          |                                       |                      |                     |
| контроль                                                            | 0,4                                   | 0,67                 | 0,62                |
| N120P100K100                                                        | 0,5                                   | 0,72                 | 0,78                |
| N60P40K45                                                           | 0,4                                   | 0,92                 | 0,8                 |
| N10P10K10 + органічні добрива                                       | 0,4                                   | 0,67                 | 0,62                |

При вирощуванні ярої пшениці у варіантах із внесенням органо-мінеральних добрив коефіцієнти біологічного поглинання кобальту вегетативними і генеративними органами змінювалися в межах 0,62–0,9 відповідно до контролю 0,23–0,3 у.о. Це пояснюється, тим що більше кобальту поглиналося соломою, де  $K_{б.п}$  становив 0,8–0,9, відповідно в генеративних органах його накопичувалося менше, і коефіцієнти біологічного поглинання коливалися в межах 0,62–0,7 у.о.

Аналогічні результати спостерігаються при вирощуванні ріпаку у варіантах із внесенням органо-мінеральних добрив, де коефіцієнти біологічного поглинання кобальту вегетативними і генеративними органами змінювалися в межах 0,62–0,9.

Але варто відмітити те, що коефіцієнти біологічного поглинання кобальту у зерні сільськогосподарських культур зростали пропорційно із збільшенням норм мінеральних добрив.

Відповідно до визначених коефіцієнтів біологічного поглинання кобальту вегетативними і генеративними органами рослин було проведено екологічне оцінювання технологій вирощування сільськогосподарських культур (табл. 2).

**Таблиця 2. Оцінка технологій вирощування сільськогосподарських культур за вмістом кобальту у генеративних органах**

| Варіанти                                                            | Екологічний стан | Оцінка, бали |
|---------------------------------------------------------------------|------------------|--------------|
| Соя                                                                 |                  |              |
| контроль                                                            | оптимальний      | 3            |
| N <sub>40</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>                     | нормальний       | 2            |
| N <sub>20</sub> P <sub>80</sub> K <sub>30</sub>                     | нормальний       | 2            |
| N <sub>10</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub> + органічні добрива | задовільний      | 1            |
| Пшениця яра                                                         |                  |              |
| контроль                                                            | оптимальний      | 3            |
| N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>                    | незадовільний    | 0            |
| N <sub>60</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>                     | незадовільний    | 0            |
| N <sub>40</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub> + органічні добрива | незадовільний    | 0            |
| Ріпак ярий                                                          |                  |              |
| контроль                                                            | оптимальний      | 3            |
| N <sub>120</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>                  | задовільний      | 2            |
| N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> K <sub>45</sub>                     | незадовільний    | 0            |
| N <sub>10</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub> + органічні добрива | оптимальний      | 3            |

Екологічне оцінювання технологій вирощування сої за коефіцієнтом біологічного поглинання кобальту характеризувалося нормальним і задовільним станом. Величина біологічного поглинання кобальту на фоні внесення  $N_{40}P_{60}K_{60}$ ,  $N_{20}P_{80}K_{30}$ ,  $N_{10}P_{10}K_{10}$ +органічні добрива відображала нормальний та незадовільний екологічний стан. А орґано-мінеральна система удобрення пшениці ярої та ріпаку ярого за екологічним оцінюванням з значенням біологічного поглинання кобальту належала до незадовільного та задовільного стану. Слід відмітити, що такий розподіл кобальту є наслідком біофільності і специфіки функціонального призначення його у рослинах пшениці ярої та ріпаку ярого. Крім того, було визначено, що технології не призводять до перевищення гранично допустимого рівня кобальту у зерні сої, пшениці ярої та ріпаку ярого. Таким чином, визначення коефіцієнта біологічного поглинання дало можливість встановити взаємозв'язок між вмістом важких металів у вегетативних (солома) і генеративних органах (зерно) пшениці та їх кількістю у темно-сірому опідзоленому ґрунті.

### Висновки та перспективи подальших досліджень

Показано, що за різних технологій вирощування сільськогосподарських культур кількість кобальту зменшувалася у ряду ґрунт – вегетативні органи – генеративні органи (зерно). Застосування мінеральних добрив збільшувало величину  $K_{б.п}$  у зерні, а застосування органічних добрив, навпаки, сприяло зниженню переходу кобальту у рослини.

Проте, накопичення кобальту в генеративних органах сільськогосподарських культур спостерігалось у такій послідовності: соя > пшениця яра > ріпак ярий. Це пояснюється тим, що такий розподіл кобальту є наслідком біофільності і специфіки функціонального призначення його у рослинах пшениці ярої та ріпаку ярого.

Коефіцієнти біологічного поглинання кобальту сільськогосподарськими культурами підтверджують взаємозв'язок між вмістом токсиканту у вегетативних і генеративних органах та їх кількістю в ґрунті, і тим самим можуть бути діагностичними показниками під час проведення екологічної експертизи технологій вирощування культур.

Подальші дослідження слід зосередити на вивченні акумуляції і міграції рухомих форм кобальту в нижні горизонти ґрунту з метою виявлення процесу забруднення поверхневих вод та проведенні екологічного оцінювання.

### Література

1. Жигарева Т. Л. Влияние природных мелиорантов и тяжелых металлов на урожайность зерновых культур и микрофлору дерново-подзолистой почвы

/ Т. Л. Жигарева, Р. М. Алексахин, Д. Г. Свириденко // Агрохимия. – 2005. – № 11. – С. 60–65.

2. Ильин В. Б. К оценке массопотока тяжелых металлов в системе «почва – сельскохозяйственная культура» / В. К. Ильин // Агрохимия. – 2006. – № 3. – С. 52–59.

3. Карпухин А. И. Влияние применения удобрений на содержание тяжелых металлов в почвах длительных полевых опытов / А. И. Карпухин, Н. Н. Бушуев // Агрохимия. – 2007. – № 5. – С. 76–84.

4. Карпухин М. М. Влияние компонентов на поглощение тяжелых металлов в условиях техногенного загрязнения / М. М. Карпухин, Д. В. Ладонин // Агрохимия. – 2008. – № 11. – С. 1388–1398.

5. Макаренко В. В. Екотоксикологічне оцінювання технологій застосування агрохімікатів / В. В. Макаренко // Агроекол. журнал. – 2008. – № 6. – С. 185–187.

6. Екологічна експертиза технологій вирощування сільськогосподарських культур : метод. рекомендації / за ред. Н. А. Макаренко, В. В. Макаренка. – К., 2008. – 84 с.

7. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельскохозяйственных угодий и продукции растениеводства. – М. : ЦИНАО, 1992. – 61 с.

8. Подколзин О. А. Фоновое содержание тяжелых металлов в почвах Ставропольского края / О. А. Подколзин, О. Б. Анциферов // Агрохимический вестн. – 2007. – № 6. – С. 5–7.

УДК 631.41(477.41/42)

П. І. Трофименко

к. с.-г. н.

Н. В. Трофименко

к. е. н.

О. В. Зубова

І. Ф. Карась

к. с.-г. н.

Житомирський національний агроекологічний університет

### ЗАПАСИ ОРГАНІЧНОГО ВУГЛЕЦЮ У ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТИХ ОРНИХ ҐРУНТАХ ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

*У статті висвітлено проблему врахування запасів органічного вуглецю у дерново-підзолистих ґрунтах Полісся України у розрізі регіонів. В роботі надано опосередковану оцінку окремим регіонам Полісся щодо їх потенційної ролі у контексті участі у вуглецевому балансі біосфери.*

*У статті показано, що найбільші запаси органічної речовини, які містяться в гумусових горизонтах дерново-підзолистих ґрунтів орних земель, нагромаджені у*

© П. І. Трофименко, Н. В. Трофименко, О. В. Зубова, І. Ф. Карась

/ Т. Л. Жигарева, Р. М. Алексахин, Д. Г. Свириденко // Агрохимия. – 2005. – № 11. – С. 60–65.

1. Ильин В. Б. К оценке массопотока тяжелых металлов в системе «почва – сельскохозяйственная культура» / В. К. Ильин // Агрохимия. – 2006. – № 3. – С. 52–59.

2. Карпухин А. И. Влияние применения удобрений на содержание тяжелых металлов в почвах длительных полевых опытов / А. И. Карпухин, Н. Н. Бушуев // Агрохимия. – 2007. – № 5. – С. 76–84.

3. Карпухин М. М. Влияние компонентов на поглощение тяжелых металлов в условиях техногенного загрязнения / М. М. Карпухин, Д. В. Ладонин // Агрохимия. – 2008. – № 11. – С. 1388–1398.

4. Макаренко В. В. Екотоксикологічне оцінювання технологій застосування агрохімікатів / В. В. Макаренко // Агроекол. журнал. – 2008. – № 6. – С. 185–187.

5. Екологічна експертиза технологій вирощування сільськогосподарських культур : метод. рекомендації / за ред. Н. А. Макаренко, В. В. Макаренка. – К., 2008. – 84 с.

6. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельскохозяйственных угодий и продукции растениеводства. – М. : ЦИНАО, 1992. – 61 с.

7. Подколзин О. А. Фоновое содержание тяжелых металлов в почвах Ставропольского края / О. А. Подколзин, О. Б. Анциферов // Агрохимический вестн. – 2007. – № 6. – С. 5–7.

УДК 631.41(477.41/42)

П. І. Трофименко

к. с.-г. н.

Н. В. Трофименко

к. е. н.

О. В. Зубова

І. Ф. Карась

к. с.-г. н.

Житомирський національний агроекологічний університет

### ЗАПАСИ ОРГАНІЧНОГО ВУГЛЕЦЮ У ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТИХ ОРНИХ ҐРУНТАХ ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

*У статті висвітлено проблему врахування запасів органічного вуглецю у дерново-підзолистих ґрунтах Полісся України у розрізі регіонів. В роботі надано опосередковану оцінку окремим регіонам Полісся щодо їх потенційної ролі у контексті участі у вуглецевому балансі біосфери.*

*У статті показано, що найбільші запаси органічної речовини, які містяться в гумусових горизонтах дерново-підзолистих ґрунтів орних земель, нагромаджені у*

© П. І. Трофименко, Н. В. Трофименко, О. В. Зубова, І. Ф. Карась

Житомирській та Чернігівській областях й відповідно становлять 61,8 Мгт, що складає >50% від загального його обсягу  $C_{org}$  у названих ґрунтах Полісся України.

**Ключові слова:** гумусовий горизонт, мінералізація органічної величини, дегуміфікація ґрунтів, методологія ДЗЗ, вуглецевий режим, орний шар.

### Постановка проблеми

Як відомо, недостатнє надходження органічних решток у ґрунт часто називають однією з головних причин зниження вмісту гумусу [1]. У той же час в ґрунтах, які піддані мінімальному антропогенному впливу, складаються відносно сприятливі умови, за яких витрати органічного вуглецю з ґрунту у вигляді емісії  $CO_2$  та  $CH_4$ , як правило, компенсуються за рахунок надземного й підземного опадів і корневих виділень органічних рослин. У випадку ж, коли ґрунти використовують інтенсивно, факторів підсилення мінералізації органічної речовини стає значно більше.

Йдеться про цілу низку зумовлюючих чинників, які значно підсилюють процеси інтенсивного розкладу органічних решток: агротехнічні прийоми [2], гідротехнічні і хімічні меліорації [3], а також ерозійні та дефляційні процеси як найбільш потенційно небезпечні з перерахованих. При цьому слід зауважити, що збільшення маси надходження органічної сировини за рахунок підвищення урожайності сільськогосподарських культур не завжди компенсує означені втрати. Особливе місце у забезпеченні регуляторних функцій ґрунтів у частині їх впливу на характер колообігу органічного вуглецю в біосфері, займають дерново-підзолисті ґрунти Полісся України. При цьому, з метою встановлення потенційної їх здатності щодо накопичення органіки, достатньо важливою є проблема обліку «законсервованої» органічної речовини, яка міститься в ґрунтах у вигляді гумусу.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Останнім часом до окрім названих деградаційно зумовлюючих джерел як причин збіднення ґрунтів на органіку, додається погіршення абіотичних умов їх функціонування, що є наслідком процесів глобального потепління [4]. Крім того, у якості одного з найбільш важливих джерел слід розглядати формування комплексу соціальних передумов, серед яких важливе місце займають слабо контрольовані державою процеси реформування земельних відносин в Україні. Домінуючу негативну роль при цьому відіграє перерозподіл сільськогосподарських угідь на користь великих аграрних холдингів та корпорацій, які застосовують інтенсивні технології вирощування сільськогосподарських культур, унаслідок чого збільшуються масштаби мінералізації в ґрунтах органічної речовини.

Враховуючи те, що процеси дегуміфікації ґрунтів в Україні не припиняються [1], а формування сталої системи, яка б забезпечувала збереження їх родючості,



відбувається доволі повільно, у ході досліджень планувалося визначити запаси органічної речовини в дерново-підзолистих ґрунтах Полісся України та встановити регіональну структуру їх територіального розподілу.

### Мета, завдання та методика досліджень

Метою досліджень було обрахування запасів органічного вуглецю в дерново-підзолистих ґрунтах Полісся України у розрізі регіонів та встановлення основних причин, які зумовлюють підвищену мінералізацію в них органічної речовини.

В якості одного з головних завдань розглядалося проведення аналізу численних літературних джерел та виявлення регіонів з різною забезпеченістю дерново-підзолистих ґрунтів гумусом. Запаси  $C_{\text{орг}}$  для шару 0–20 см та  $H_{\text{гум}}$  розраховували множенням вмісту гумусу в ґрунтах на фактор Ван-Беммелена. Концентрацію  $C_{\text{орг}}$  та об'ємну масу в ґрунтах за профілем у випадку відсутності даних за окремими ґрунтовими горизонтами приймали як середнє між вищим та нижчим з них.

Валові запаси гумусу в ґрунті визначали за формулою

$$H=100 \cdot A \cdot B \cdot P,$$

де  $H$  – валові запаси гумусу, т/га;

$A$  – потужність горизонту, який беруть для обрахунку, м;

$B$  – об'ємна маса ґрунту, г/см<sup>3</sup>

$P$  – вміст гумусу, %.

### Результати досліджень

Загальновідомо, що дерново-підзолисті ґрунти легкого гранулометричного складу є фоновими для зони Полісся. Вони характеризуються незначною здатністю до гумусонакопичення, слабкою насиченістю основами і кислою реакцією ґрунтового розчину, проте мають широку диференціацію за ступенем гідроморфності та рівнем потенційної родючості. Розподіл орних площ дерново-підзолистих ґрунтів за основними їх видами у розрізі областей Полісся України представлений у таблиці 1.

За даними матеріалів національної доповіді «Про стан родючості ґрунтів України» процеси дегуміфікації ґрунтів у цілому протягом останніх 20-ти років не зупинилися, а продовжують протікати з високою інтенсивністю [1]. За результатами агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення, протягом останніх 4-х турів (1986–2005 рр.) вміст гумусу в абсолютних одиницях в Україні знизився на 0,5%. Серед основних джерел деградації визначено різке скорочення обсягів застосування органічних добрив, що стало передумовою формування врожаю сільськогосподарських культур за рахунок потенційної родючості ґрунту. Баланс гумусу за означений період у ґрунтах Волинської, Рівненської, Житомирської, Чернігівської та Сумської

областей (за винятком Київської) оцінюється, переважно, як гостродефіцитний з показниками негативного балансу від 200 до 600 і більше кг/га [1].

**Таблиця 1. Розподіл орних площ основних видів дерново-підзолистих ґрунтів у розрізі регіонів Полісся України, тис. га \***

| Назва ґрунту                                                                  | Назва області |            |             |          |              |         | Всього |
|-------------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|-------------|----------|--------------|---------|--------|
|                                                                               | Волинська     | Рівненська | Житомирська | Київська | Чернігівська | Сумська |        |
| дерново-прихованопідзолисті піщані і зв'язно-піщані                           | 8,9           | 5,02       | 4,2         | 20,71    | 4,0          | 0,06    | 42,89  |
| Дерново-слабо- і середньопідзолисті піщані і зв'язнопіщані                    | 55,3          | 31,57      | 77,2        | 77,46    | 65,9         | 16,39   | 323,82 |
| дерново-слабопідзолисті супіщані і суглинкові                                 | 24,0          | 5,12       | 36,0        | 4,55     | 11,84        | 5,99    | 87,5   |
| дерново-середньопідзолисті супіщані і суглинкові                              | 25,7          | 8,52       | 87,4        | 84,25    | 192,95       | 70,51   | 469,33 |
| дерново-прихованопідзолисті і слабопідзолисті глеюваті піщані й зв'язнопіщані | 72,0          | 47,57      | 77,3        | 1,68     | 39,92        | 8,61    | 247,08 |
| дерново-слабопідзолисті глеюваті супіщані і суглинкові                        | 29,8          | 3,1        | 60,6        | 12,22    | 13,34        | 5,3     | 124,36 |
| дерново-середньо- і сильнопідзолисті глеюваті супіщані і суглинкові           | 15,1          | 7,53       | 86,5        | 0,82     | 52,66        | 22,63   | 185,24 |
| дерново-слабопідзолисті глейові піщані й зв'язнопіщані                        | 24,1          | 22,92      | 40,3        | 24,22    | 22,83        | 0,09    | 134,46 |
| дерново-середньо- і сильнопідзолисті глейові супіщані й суглинкові            | 18,5          | 24,48      | 112,3       | 26,38    | 44,02        | 0,33    | 226,01 |
| дерново-підзолисті і сильноглейові                                            | 1,3           | 2,24       | 5,9         | 0,57     | 2,52         | 2,21    | 14,74  |
| Всього                                                                        | 132,12        | 449,98     | 587,7       | 274,7    | 252,9        | 158,1   | 1855,4 |

\*використано літературні дані [5–10].

У результаті проведення досліджень встановлено, що вміст  $C_{орг}$  в різних видах дерново-підзолистих ґрунтів у шарі 0–20 см змінюється в інтервалі від 1,2 до 4,5 кг/м<sup>2</sup> (для  $N_{гум}$  від 1,3 до 6,0 кг/м<sup>2</sup>). Так, мінімальна кількість  $C_{орг}$  міститься в дерново-прихованопідзолистих піщаних і зв'язно-піщаних (борових

пісках) та дерново-слабо- і середньопідзолистих піщаних й зв'язно-піщаних ґрунтових відмінах (табл. 2).

У цілому вищеназвані ґрунти є найбільш бідними на органічний вуглець. Вміст  $C_{орг}$  в автоморфних супіщаних і суглинкових відмінах загалом є дещо нижчим за середній рівень забезпеченості вуглецем даного типу ґрунтів (3,4 та 4,2 кг/м<sup>2</sup>) для шару 0–20 см та  $H_{гум}$ , відповідно.

Найбільш багатими на органічну речовину є дерново-підзолисті ґрунти супіщаного та суглинкового гранулометричного складу з ознаками гідроморфності, серед яких виділяють глейові ґрунтові відмини з високою інтенсивністю нагромадження в них  $C_{орг}$ . При цьому слід розуміти, що глейові ґрунти характеризуються високим вмістом токсичних концентрацій окислів заліза та алюмінію, низький рівень потенційної родючості, і, як наслідок, малоефективне та, певною мірою, проблематичне їх використання. Останнє є причиною мінімального антропогенного навантаження на них і як наслідок, з незначних обсягів втрат цими ґрунтами органічної речовини у вигляді  $CO_2$ .

**Таблиця 2. Запаси органічного вуглецю за основними видами дерново-підзолистих ґрунтів Полісся (орні землі)**

| Назва ґрунту                                                                   | Шар ґрунту, см | $C_{орг}$ , т/га | $C_{орг}$ , кг/м <sup>2</sup> | Запас $C_{орг}$ у ґрунтах, Мгт |            |             |          |              |         | Всього |
|--------------------------------------------------------------------------------|----------------|------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------|-------------|----------|--------------|---------|--------|
|                                                                                |                |                  |                               | Волинська                      | Рівненська | Житомирська | Київська | Чернігівська | Сумська |        |
| 1                                                                              | 2              | 3                | 4                             | 5                              | 6          | 7           | 8        | 9            | 10      | 11     |
| дерново-приховано-підзолисті піщані і зв'язно-піщані                           | 0–20           | 12,5             | 1,2                           | 0,11                           | 0,06       | 0,05        | 0,26     | 0,05         | -       | 0,44   |
|                                                                                | $H_{гум}$      | 13,4             | 1,3                           | 0,12                           | 0,07       | 0,06        | 0,28     | 0,05         | -       | 0,57   |
| дерново слабо- і середньопідзолисті піщані і зв'язнопіщані                     | 0–20           | 21,3             | 2,1                           | 1,18                           | 0,67       | 1,64        | 1,65     | 1,40         | 0,35    | 5,83   |
|                                                                                | $H_{гум}$      | 21,6             | 2,2                           | 1,19                           | 0,68       | 1,67        | 1,67     | 1,42         | 0,35    | 6,99   |
| дерново-слабопідзолисті супіщані і суглинкові                                  | 0–20           | 26,8             | 2,7                           | 0,64                           | 0,14       | 0,96        | 0,12     | 0,32         | 0,16    | 1,77   |
|                                                                                | $H_{гум}$      | 32,6             | 3,3                           | 0,78                           | 0,17       | 1,17        | 0,15     | 0,39         | 0,20    | 2,85   |
| дерново-середньопідзолисті супіщані і суглинкові                               | 0–20           | 31,2             | 3,1                           | 0,80                           | 0,27       | 2,73        | 2,63     | 6,02         | 2,20    | 13,92  |
|                                                                                | $H_{гум}$      | 39,8             | 4,0                           | 1,02                           | 0,34       | 3,48        | 3,35     | 7,68         | 2,80    | 18,67  |
| дерново-приховано-підзолисті і слабопідзолисті глеюваті піщані й зв'язнопіщані | 0–20           | 29,8             | 3,0                           | 2,15                           | 1,42       | 2,30        | 0,05     | 1,19         | 0,26    | 5,43   |
|                                                                                | $H_{гум}$      | 35,8             | 3,6                           | 2,57                           | 1,70       | 2,76        | 0,06     | 1,43         | 0,31    | 8,84   |

Закінчення таблиці 2

| 1                                                                   | 2    | 3    | 4   | 5    | 6    | 7     | 8    | 9     | 10   | 11    |
|---------------------------------------------------------------------|------|------|-----|------|------|-------|------|-------|------|-------|
| дерново-слабопідзолисті глеюваті супіщані і суглинкові              | 0–20 | 34,8 | 3,5 | 1,04 | 0,11 | 2,11  | 0,43 | 0,46  | 0,18 | 3,4   |
|                                                                     | Нгум | 43,4 | 4,3 | 1,29 | 0,13 | 2,63  | 0,53 | 0,58  | 0,23 | 5,39  |
| дерново-середньо- і сильнопідзолисті глеюваті супіщані й суглинкові | 0–20 | 44,2 | 4,4 | 0,67 | 0,33 | 3,82  | 0,04 | 2,33  | 1,00 | 7,59  |
|                                                                     | Нгум | 48,6 | 4,9 | 0,73 | 0,37 | 4,21  | 0,04 | 2,56  | 1,10 | 9,01  |
| дерново-слабопідзолисті глейові піщані і зв'язнопіщані              | 0–20 | 26,1 | 2,6 | 0,63 | 0,60 | 1,05  | 0,63 | 0,6   | -    | 2,94  |
|                                                                     | Нгум | 30   | 3,0 | 0,72 | 0,69 | 1,21  | 0,73 | 0,69  | -    | 4,04  |
| дерново-середньо- і сильнопідзолисті глейові супіщані й суглинкові  | 0–20 | 44,8 | 4,5 | 0,83 | 1,10 | 5,03  | 1,18 | 1,97  | 0,01 | 9,38  |
|                                                                     | Нгум | 60,5 | 6,0 | 1,12 | 1,48 | 6,79  | 1,60 | 2,66  | 0,02 | 13,67 |
| дерново-підзолисті і сильноглейові                                  | 0–20 | 45,4 | 4,5 | 0,06 | 0,10 | 0,27  | 0,03 | 0,11  | 0,10 | 0,62  |
|                                                                     | Нгум | 45,4 | 4,5 | 0,06 | 0,10 | 0,27  | 0,03 | 0,11  | 0,10 | 0,67  |
| Всього                                                              | 0–20 | 34,1 | 3,4 | 8,10 | 4,79 | 19,98 | 7,01 | 14,45 | 4,27 | 51,31 |
|                                                                     | Нгум | 41,9 | 4,2 | 9,62 | 5,73 | 24,24 | 8,43 | 17,57 | 5,12 | 70,7  |

Від співвідношення запасів  $C_{\text{орг}}$  у розрізі різних видів дерново-підзолистих ґрунтів значно залежить регіональний баланс органічного вуглецю. У різних областях Полісся України в дерново-підзолистих ґрунтах співвідношення між запасом  $C_{\text{орг}}$  сягає 4,2 рази. Встановлено, що запаси органічного вуглецю в дерново-підзолистих ґрунтах Полісся широко варіюють залежно від виду, гранулометричного складу та ступеня гідроморфності. Так, середньозважені за площею запаси  $C_{\text{орг}}$  для шару 0–20 см і  $N_{\text{гум}}$  становлять, відповідно, 34,1 (41,9) т/га та 3,4 (4,2) кг/м<sup>2</sup> (див. табл.2).

Найбільші запаси органічної речовини нагромаджені в дерново-підзолистих ґрунтах Житомирської та Чернігівської областей й, відповідно, становлять 19,98 (для  $N_{\text{гум}}$  – 24,24) Мгт та 14,45 (для  $N_{\text{гум}}$  – 17,57) Мгт, що складає, відповідно, 38,9 (34,3) % та 28,2 (24,85) %. Разом запаси органічного вуглецю цих двох областей становлять більше половини всього фонду  $C_{\text{орг}}$  дерново-підзолистих ґрунтів Полісся України (51,31 та 70,7 Мгт).

### Висновки та перспективи подальших досліджень

Таким чином, роль кожної області з наявними площами дерново-підзолистих ґрунтів та запасами  $C_{\text{орг}}$  є специфічною.

Наведений матеріал свідчить, що цей тип ґрунтів Полісся України потребує подальшого вивчення у частині встановлення обсягів техногенних потоків діоксиду вуглецю до атмосфери з метою запобігання процесам підсилення

емісійних втрат CO<sub>2</sub>, а також дослідження питань доцільності їх використання у контексті приналежності до різних сільськогосподарських угідь.

Зважаючи на вищезазначене, достатньо актуальною слід вважати проблему розробки й використання достовірних, ефективних й дешевих методологій діагностування та оперативного моніторингу запасів органічної речовини у різних ґрунтах Полісся. До таких методологій, у першу чергу, слід віднести значну кількість різноманітних варіацій дистанційного зондування земної поверхні (ДЗЗ).

Легалізація і узаконення методологій ДЗЗ має враховувати потребу держави та зацікавлених суб'єктів аграрної сфери щодо уніфікації підходів, методів й способів проведення діагностування та оцінки стану ґрунтів, а також у розробці відповідних нормативних та інструктивних матеріалів.

Належне наукове обґрунтування означеного спектру робіт дозволить більш об'єктивно дослідити вуглецевий режим дерново-підзолистих ґрунтів Полісся та встановити оптимальні шляхи їх використання.

### Література

1. Національна доповідь про стан родючості ґрунтів України / Центр Держродючисть, ННЦ ІГА ім. О. Н. Соколовського. – К. : НУБІП, 2010. – 50 с.
2. Freiziene D. The influence of soil organic carbon, moisture and temperature on soil surface CO<sub>2</sub> emission in the 10th year of different tillage-fertilization management / D. Freiziene, G. Kadziene// *Zemdirbyste-Agriculture*. – 2008. – Vol. 95, № 4. – P. 29–45.
3. Шимель В. В. Вплив осушення та обробітку гігроморфних ґрунтів на емісію вуглекислого газу в атмосферу / В. В. Шимель // Вісник ХНАУ ім. В. В. Докучаєва. – 2012. – № 4. – С. 74–76.
4. Raich J. W. Intrannual variability in global soil respiration / J. W. Raich, C. S. Potter, D. Bhagavatti // *Global Change Biology*. – 2002. – Vol. 8. – P. 800–812.
5. Дібров Б. І. Ґрунти Житомирської області / Б. І. Дібров ; за ред. Н. Б. Вернандер. – К. : Урожай, 1969. – 59 с.
6. Полішвайко М. В. Ґрунти Волинської області / М. В. Полішвайко ; за ред. Н. Б. Вернандер. – Львів : Каменяр, 1969. – 62 с.
7. Кваша М. В. Ґрунти Ровенської області / М. В. Кваша. – Львів : Каменяр, 1970. – 100 с.
8. Засульська Т. М. Ґрунти Київської області / Т. М. Засульська, І. Г. Захарченко ; за ред. С. О. Скорини. – К. : Урожай, 1969. – 59 с.
9. Скорина С. О. Ґрунти Чернігівської області / С. О. Скорина. – К. : Урожай, 1969. – 51 с.
10. Гримало О. Ф. Ґрунти Сумської області / О. Ф. Гримало, Н. Я. Кисіль. – Харків : Прапор, 1970. – 72 с.

# Захист рослин

УДК 632.937.1/.3:631.234

**M. S. Moroz**

Cand. of Biol. Sc.

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

## **BIOLOGICAL ACTIVITY MANGANESE NANO-AQUACHELAT IN AN ARTIFICIAL DIET PODISUS MACULIVENTRIS SAY**

*Established that the use of beneficial insects nano-aquachelates probable presence of two strategies for implementing protection systems at an early stage action biogenic elements. Against the background of general metabolic activation, optimal concentrations of manganese nano-aquachelat form a protective reaction to reduce the effects of negative influence of abiotic factors. Conversely, high concentrations of manganese nano-aquachelat violate the activation of defence reactions, reduce metabolism Podisus maculiventris Say.*

**Key words:** genetic resources, industrial cultures, hemocytes, enotsitoides, manganese nano-aquachelat, *Podisus maculiventris* Say.

### **A problem statement**

During the past 50 years the study of the biological role of macro- and microelements is one of the topical areas of life sciences. This aspect is closely related with the nanotechnology solution in terms of creating metal-based nano-particles as a new effective treatments and improving the functionality of living organisms taking into account the safety, especially, for people in respect of creating newly products and introducing effective agro technology. Nano-aquachelates normalize the function of the immune system; promote the growth of the total biomass of the population without violating the usual functioning of the body, enhancing humoral regulation through the coordination processes of life during ontogenesis. Created on the basis of nano-aquachelates the environmentally friendly entomological technologies and their application for plant protection contribute to the saving natural resources, effective use and safety of agricultural plant production at their compliance with national and international standards.

### **The analysis of recent publications**

Long-term researches formed the artificial populations of useful types of different genotypes. It was found out that the genetic structure of the artificially formed population limits its heterogeneity and viability. On a background the optimal action of stress abiotic and biotic factors adaptive micropopulations are created with the set proof properties [4, 5, 6]. One of factors of influence on the population of useful kinds is trophic one. It is set that the heterogeneous feeding in the diets of useful kinds allows

to educe high expression of genes comparatively with influence of factors of age and morphological signs [1, 2, 5].

Important to say, the intensive development of nanotechnology leads to the biosphere different nature of synthetic nanomaterials. Assess their effects on the position of entomophagous environmental safety is important. As shown monitoring studies, it is important to estimate the toxicological properties of nanomaterials themselves as well as their derivatives in the form of ionic and molecular compounds formed by the interaction of both pure reagents and components of the biosphere. In the process of experimental research on cultures of beneficial insects brought perspectives of nano- aquachelates [6]. The synthesis of citrate significantly cheaper metals and chemical products makes it possible to obtain the required purity in the form of aqueous solutions. Their concentrations vary widely depending on the process parameters. The use of nanotechnology at an early stage to obtain nano-aquachelates can achieve their high purity with no secondary contaminants because not used traditional chemical reactions. In the final product as there are no nanoparticles because they are immediately after receiving react with clean food acids, including citric. The usage of deionized water and pure metals are a guarantee of their ecological and biological safety.

For maintenance of the optimized typical cultures of useful kinds we offer the nanocorrection of rations of natural and synthetic diets. In the process of the use of nanotechnologies we set reactions of populations of useful silkworms and zoophags on influence of abiotic and biotic factors from position of genetic and ecological conformities of development [7]. With the use of nanotechnologies adaptive micropopulation we formed *Antheraea pernyi* Guerin-Meneville (Lepidoptera: Saturniidae), *Chouioia cunea* Jang. (Hymenoptera: Eulophidae, Tetrastichinae), *Macrolophus nubilis* H.S. (Hemiptera: Miridae), *Amblyseulus brevispinis* Kennett. (Parasitiformes: Phytoseiidae), *Phytoseiulus persimilis* Ath.-Henr. (Parasitiformes: Phytoseiidae), *Orius leavigatus* Fieb. and *Orius niger* Wolff. (Hemiptera, Anthocoridae), that differ from paternal populations by physiology and etology properties [4,6]. With the use of nanotechnologies individual of population positively react on the change of abiotic and biotic factors, and during realization of the technological programs more competitive comparatively with a biological feedstock. At the use of nanotechnologies we educed changes of physiology and biochemical processes, that provide firmness and functionality in the changeable ecological terms of individuals of micropopulation *Antheraea pernyi* Guerin-Meneville, *Chouioia cunea* Jang., *Macrolophus nubilis* H.S., *Amblyseulus brevispinis* Kennett., *Phytoseiulus persimilis* Ath.-Henr., *Orius leavigatus* Fieb. and *Orius niger* Wolff. [3, 4, 5, 6].

We found modification and restrictive factors by means of nanotechnologies that allowed in desirable direction to influence on tolerance, spatially-otological structure, optimize forming of difficult and inadequate mutual relations between the individuals

of micro population. It is experimentally well-proven that forming of adaptive micro population of useful kinds and their optimization will assist the balanced use, maintenance of genetic and biological resources, ecological equilibrium in an ecosystem [1, 2, 6].

### **Purpose, objects and methods of research**

Laboratory population *Podisus maculiventris* Say. was cultivated on the experimental base of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine in accordance with biological characteristics of the species.

Artificial food was natural replacement feed. This environment consisted primarily of cattle meat and sucrose solution. During the experimental trials, the addition of ascorbic acid, salt mixture, chicken yolk was found improving nutritional value to *Podisus maculiventris* Say. Thus, the environment used for experiments consisted of: 200 g beef liver, 200 g of fatty beef (containing about 15 g a lot of fat on fresh weight), 24 ml of sucrose (5 %), 1 g ascorbic acid, Wesson salt 2 g and 20 g of fresh egg yolk. All the ingredients are mixed in a blender, until smooth. Stored in a mode of deep-frozen (-20 °C) in small foil packets. If you're on an artificial diet feeding larvae and imago we placed in plastic containers (18 x 11 x 6 cm and 24 x 16 x 8 cm, respectively). The larvae were placed in abundance and replenished daily. Water is fed through the soaked paper in a plastic saucer (2,5 cm diameter).

The larvae of the first age that has just hatched four repetitions of 10 individuals were placed in ventilated disc Petri dish (9x1,5 cm), and the achievement of the 4th century, nymphs were placed in a large Petri dishes (14x2 cm). Humidity was maintained at 80%. Development held twice a day, the presence ekzuviyu was used to determine molting. Control of survival in the larval stage and performance imago performed once per day. Fine *Podisus maculiventris* Say. grown on an artificial diet was studied from the second generation. To study the dynamics of females laying eggs placed individually in Petri dishes (14x2 cm) of filter paper. Every day spent record deferred eggs. To avoid cannibalism egg, eggs were taken from Petri dishes and accounted. Fertility and viability females reared on artificial diet studied individually for each individual. In experimental versions of an artificial diet for *Podisus maculiventris* Say. optimal doses and added nano-aquachelat complex biogenic manganese 0,00005 – 0,0005 % concentration. Control animals *Podisus maculiventris* Say. grown larvae in *Galleria mellonella* L. The experiments were conducted in klimochamber a temperature 24±1°C, humidity 75±5 % and photoperiod 16 hours.

*The study aims to:*

Study the possibility of using manganese nano-aquachelat correction lifecycle *Podisus maculiventris* Say.

*To achieve this goal settled the following tasks:*

To conduct a retrospective analysis of environmental conditions and their joint actions manganese nano-aquachelat life cycle *Podisus maculiventris* Say.



## Results and discussion

Established that the use of beneficial insects nano-aquachelates probable presence of two strategies for implementing protection systems at an early stage action biogenic elements. Against the background of general metabolic activation, optimal concentrations of manganese nano-aquachelat form a protective reaction to reduce the effects of negative influence of abiotic factors. Conversely, high concentrations of manganese nano-aquachelat violate the activation of defence reactions, reduce metabolism *Podisus maculiventris* Say.

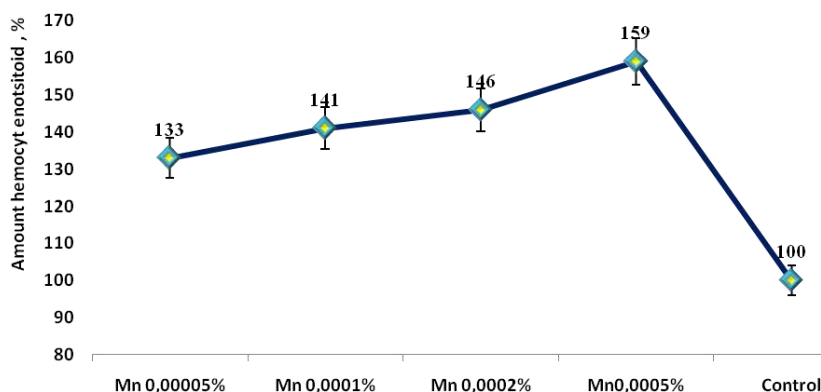


**Figure 1. Effect of manganese nano-aquachelat on the formation of nonspecific immunity of fourth age larvae *Podisus maculiventris* Say. (average for five generations)**

According to the data presented in Figure 1, under manganese nanoakvatsytrat larvae fourth age *Podisus maculiventris* Say. formed ontogenetic differences in the implementation of protective reactions. With increased concentration of manganese in nanoakvatsytratu artificial diet in the larval hemolymph fourth age increases fate hemocyte enotsitoid who perform phagocytic function and influence the formation of specific immunity *Podisus maculiventris* Say. Availability adaptive response in the fourth age larvae *Podisus maculiventris* Say. allows for the existence of specific and long-term biochemical defense reactions. These processes are related to ontogenetic particularities *Podisus maculiventris* Say., as for the physiological functionality larva differs from adults.

Longer life larvae, depending on their immunity to the negative impact of environmental factors. Our studies refute the idea of an insurmountable border between innate and adaptive protective system beneficial insects [1, 2, 3, 6].

The effects of manganese nanoakvatsytrat in an artificial diet for larvae viability of

forming the fourth age *Podisus maculiventris* Say. shown in Figure 2. According to the results, the minimum sustainability indicators fourth age larvae *Podisus maculiventris* Say. watched in research variant (67 %), where the number manganese nanoakvatsytrat in artificial diet was 0,0005 %, which is 4 percent less than in the control variant.

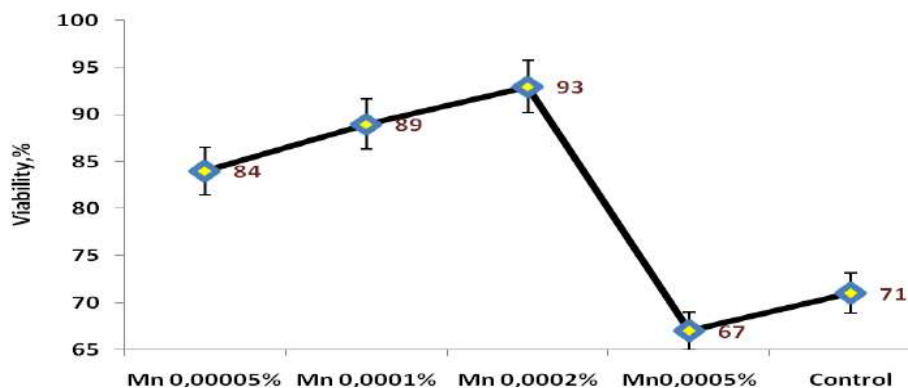


**Figure 2. Effect of manganese nano-aquachelat in an artificial diet for larvae viability of forming the fourth age *Podisus maculiventris* Say. (average for 2012-2014 years)**

The most marked in the sustainability indices introduced in artificial diet manganese nanoakvatsytrat 0,0001–0,0002% – concentration, respectively 89% and 93 %, which is 18 and 22 percent compared with a control option. The results are an important proof of ontogenetic mechanisms of biochemical protective mechanisms in larvae of the fourth age *Podisus maculiventris* Say. According to the research concluded that manganese nanoakvatsytrat provides adaptive plasticity during development postembryonic *Podisus maculiventris* Say. In-depth study of these processes may alter the overall picture of the biochemical mechanisms of resistance beneficial insects to adverse environmental factors in their feeding on artificial diet in laboratory and industrial conditions.

### Conclusions and perspective of further researches

1) When using manganese nano-aquachelat in an artificial diet set ontogenetic changes in the body *Podisus maculiventris* Say. and the possibility of their use for the diagnosis of a physiological state population. 2) Ontogenesis *Podisus maculiventris* Say. are critical periods metamorphosis characterized the restructuring of many functional systems and increased sensitivity of these systems to external influences. 3) Biological activity manganese nano-aquachelat in an artificial diet *Podisus maculiventris* Say. expressed in changing morphogenetic processes that correlate with their vitality and resistance to environmental factors. 4) Using manganese nano-

aquachelat in an artificial diet *Podisus maculiventris* Say. strengthening plasmocytic possible phagocytosis, which is the basis of cellular immunity beneficial insects.

A few drugs based on derivatives of nano-aquachelates included copper, cobalt, zinc, magnesium, manganese and water-containing raw materials as well as fullerene nano-particles of vanadium together with vitamin E are proposed for adding to the feed insects and zoophages.

### References

1. Moroz Mykola S. Optimization of basic vital functions of useful insects of Anthocoridae family/ Mykola S. Moroz // Abstracts of International Scientific Applied Conference «Carpathian Environmental Conference» (Mukachevo ; Uzhhorod, may 15–18, 2011). – Mukachevo ; Uzhhorod, 2011. – P. 51–52.
2. Moroz M. S. Nano materials in entomological techniques / M. S Moroz // Plant protection: education, innovation in the context of globalization : Proceedings of the International scientific-practical conference dedicated to 50th anniversary of plant protection faculty (Kyiv, october 15–18, 2012). – Kyiv : National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 2012. – P. 88–89.
3. Moroz M. S. Maintenance of biological variety of useful insects by optimization of experimental technocenosis / M. S. Moroz // Proceedings of the VIII International scientific-practical conference "Actual problems of ecology" (Grodno, 24–26 october, 2012). – Grodno : GGU, 2012. – Issue 1. – P. 78–80.
4. Moroz M. S. Features of adaptation syndrome of useful insects at nanocorection mineral rations / M. S. Moroz, V. I. Maksin // Proceedings of the VIII International scientific-practical conference "Actual problems of ecology" (Grodno, october 24–26, 2012). – Grodno : GGU, 2012. – Issue 1. – P. 123–124.
5. Moroz M. S. Effect of citrate selenium on the physiological indicators of test culture *Lymantria dispar* L. / M. S. Moroz, V. I. Maksin // Entomological reading the memory of Professor M. Dyadechko : Proceedings of the conference devoted to the 100th anniversary of the outstanding scientist and entomologist, Doctor of Biological Sciences Dyadechko M. P. (Kyiv, December 21, 2012). – Kyiv : National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 2012. – P. 65–67.
6. Moroz M. S. Nanoaquachaelats as biogenic chemical elements during optimization of feeding of zoophags in the artificial biotechnical system / M. Moroz, V. Maksin // Earth Bioresources and Life Quality : International Scientific Electronic Journal. – 2013. – № 4. – Режим доступа: <http://gchera-ejournal.nubip.edu.ua>.
7. Moroz Mykola S. Nano aqua citrates as Biogenic Chemical Elements: Optimization of the *Macrolophus nubilus* H.-S. Trophicity in the Artificial Biotechnical System / Mykola S. Moroz, Mykola F. Starodub, Viktor I. Maksin // International Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2015. – Vol. 2, Issue 7. – P. 89–92.

УДК: 632.4:634.723(477.42)

О. А. Дереча

к. б. н.

А. В. Бакалова

к. с.-г. н.

Житомирський національний агроекологічний університет

## ЕФЕКТИВНІСТЬ СУМІСНОГО ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ І ФУНГІЦИДІВ НА СМОРОДИНІ ЧОРНІЙ ПРОТИ АНТРАКНОЗУ

*Серед ягідних культур провідне місце займає смородина – одна з найбільш поширених в Україні. Серед грибних хвороб смородини чорної найбільш шкідливою є антракноз, що у сприятливі роки зменшує урожайність та якість ягід смородини чорної в 3–4 рази. Результати наших досліджень свідчать про те, що застосування мікроелементів і фунгіцидів на смородині чорній сорту Санюта проти антракнозу забезпечує зменшення розвитку хвороби на 13,8 %, а поширеність – 55,9 %. При цьому, підвищується урожайність ягід від 0,6 до 1,2 т/га, чистий прибуток становить від 38005–50260 грн/га, при окупності витрат 2,8–3,2 раза.*

**Ключові слова:** смородина чорна, антракноз, ягідництво, структура, мікроелементи, фунгіциди, урожайність, ефективність, окупність, фітопатоген.

### Постановка проблеми

Розвиток ягідництва в Україні, як і галузі садівництва в цілому, за останні роки характеризується цілою низкою негативних тенденцій. Основними з них є різке зменшення валових зборів ягід смородини чорної, це негативний вплив шкідливих організмів і, насамперед, це хвороби. Найбільш шкідливою із грибних хвороб є антракноз. У зв'язку з цим, виникла необхідність вивчення цього питання в агроекологічних умовах Житомирської області.

Смородина — найбільш поширена в Україні. Її ягоди мають унікальні лікувально-профілактичні властивості, що зумовлені високим вмістом та вдалим поєднанням вітамінів та органічних речовин. Ягоди смородини містять цукрів 5,5–12,9%, органічних кислот – 1,9–3,8%, пектинів – 0,4–0,9%, Р-активних речовин 1000–3800 мг і вітаміну С – 98–450 мг на 100 г сирової маси, а також каротин, вітаміни В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>9</sub> (фолієва кислота), РР, Е, органічний фосфор, залізо, калій, кальцій, магній, азот, органічні барвники. Такий комплекс біологічно-активних речовин забезпечує високу адсорбційну здатність ягід і дозволяє виводити з організму людини не лише радіонукліди, а й різноманітне забруднення техногенного походження [1–6].

### Аналіз останніх результатів досліджень

Аналіз літературних джерел свідчить про те, що для правильного підходу взаємовідношень у системі господар-патоген необхідно більш чітко зупинитися на моделі, де в якості рослини-господаря виступає смородина, а патогенами слугує мікобіота [7].

За даними ряду науковців [8-10], гриб, що є збудником антракнозу, уражує листки, ягоди та молоді пагони. В умовах західного Лісостепу України перші ознаки хвороби з'являються у травні у вигляді дрібних, зелено-жовтих плям на листовій пластинці. Досить швидко ці плями набувають коричневого забарвлення, зливаються між собою, утворюючи некротичні ділянки. Листки засихають і опадають. При сильному розвитку хвороби уже наприкінці липня або на початку серпня листки можуть повністю осипатися.

У літературі приведені дані, про те, що в насадженнях смородини чорної втрати врожаю ягід від ураження антракнозом сягають від 14 до 24 % [5, 6, 7, 8, 11].

Окрім того, не менш небезпечними для рослин смородини чорної є ряд збудників хвороб: американської борошнистої роси, бокальчастої іржі, септоріозу, молочного полиску, аскохітозу та вертицильозного в'янення, що, у цілому, знижують приріст пагонів в 1–1,5 раза, та зменшують урожайність ягід на 50 – 65 % [11].

За такого фітосанітарного стану чорносмородинових агроценозів важливого значення набуває моніторинг зимуючого запасу збудників хвороб, обліки динаміки ураженості рослин, визначення ступеня загрози для насаджень та доцільності застосування як окремих елементів, так і найбільш раціональної системи інтегрованого захисту насаджень смородини. А тому, нами були проведені дослідження за впливом мікроелементів та фунгіциду Топсін М на плантації смородини чорної проти хвороби антракноз.

### Мета, завдання та методика досліджень

Польові дослідження проводили у 2009–2015 рр. в агроєкологічних умовах філії кафедри захисту рослин Житомирського національного агроєкологічного університету в СФГ «Надія» с. Новопіль Черняхівського району Житомирської області.

Для проведення якісної і об'єктивної оцінки ураженості рослин антракнозом, своєчасно правильно відбирали облікові ділянки, модельні рослини, розміщуючи послідовним способом [9, 10, 12].

Оцінку фітосанітарного стану насаджень чорної смородини характеризували за такими показниками: поширення хвороби – розповсюдженість хвороби рослин на визначеній території за певний період часу;

поширеність хвороби рослин – кількість хворих рослин у відсотках від загальної кількості обстежених. Розвиток хвороби – ступінь пошкодженості рослин смородини чорної фітопатогеном, розраховували за формулою 1

$$R = \frac{100 \cdot \sum (a \times b)}{n \times k}, \quad (1)$$

де: R – розвиток хвороби, %;

a – кількість хворих рослин;

b – відповідний бал ураження;

m – загальне число облікових рослин (хворих і здорових);

k – число балів у шкалі обліку.

Визначення розповсюдженості хвороби рослин смородини чорної проводили на V–VI фенофазах (витягування суцвіть, утворювання бутонів і ріст суцвіть). У насадженнях смородини чорної відбирали по модельних 5 кущів з облікових ділянок площею 10 x 10 м<sup>2</sup>, у чотириразовій повторності, за ярусами. Розповсюдженість цієї хвороби визначають після підрахунку хворих і здорових рослин за формулою 2

$$P = \frac{100 \times n}{N}, \quad (2)$$

де: P – розповсюдженість хвороби, %;

N – загальна кількість рослин в обліку, шт.;

n – кількість уражених рослин, шт.

Для обчислення середнього балу (Бс) ступеня ураження рослин смородини чорної антракнозом додавали бали 20 рослин і ділили на 20 (формула 3).

$$Бс = \frac{(Б1 + Б2 + Б3.....Б20)}{20}, \quad (3)$$

Основою визначення інтенсивності розвитку хвороби слугувала 9-бальна шкала з детальними характеристиками кожного балу. Інтенсивність ураження кущів смородини чорної антракнозом оцінюють за шкалою, наведеною у таблиці 1.

*Таблиця 1. Шкала визначення ступеня інтенсивності ураження смородини чорної антракнозом*

| Бал | Ступінь ураження          | Характерні ознаки ураження                         | Уражено пагонів і листків, % |
|-----|---------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------|
| 1   | Незначне або ледь помітне | Ознак ураження немає                               | 0,1 – 1                      |
| 2–3 | Слабке                    | Поодинокі цяточки                                  | 1,1–10                       |
| 4–5 | Середнє                   | Поодинокі, невеликі, розсіяні плями                | 11–25                        |
| 6–7 | Сильне                    | Плями на більшій частині листка, інколи зливаються | 26–50                        |
| 8–9 | Дуже сильне               | Плями численні, зливаються                         | >50                          |

### Результати досліджень

Результати наших досліджень щодо вивчення впливу мікроелементів та фунгіцидів на смородині чорній проти хвороби антракноз в агроекологічних умовах СФГ «Надія» Черняхівського району Житомирської області приведені у таблиці 2.

**Таблиця 2. Біологічна ефективність застосування мікроелементів і фунгіцидів на смородині чорній сорту Санюта проти хвороби антракноз в агроекологічних умовах (СФГ «Надія» Черняхівського району Житомирської області, 2009–2015 рр.)**

| № з/п   | Варіанти             | Норма препарату, г, кг /га | Ураженість, % |      |
|---------|----------------------|----------------------------|---------------|------|
|         |                      |                            | Р             | Р    |
| 1       | Контроль             | -                          | 86,4          | 26,1 |
| 2       | Топсін М             | 0,8                        | 51,9          | 15,4 |
| 3       | В, Мп, Zn            | 40                         | 61,6          | 19,5 |
| 4       | В, Мп, Zn + Топсін М | 20 + 0,6                   | 30,5          | 12,3 |
| НІР 0,5 |                      |                            | 2,65          | 0,97 |

Примітка: Р – ураження листків, %; R – розвиток хвороби, %.

Аналіз даних проведених у таблиці 2, свідчить про те, що сорт Санюта біологічно нестійкий проти антракнозу, розвиток хвороби за роки досліджень варіює від 12,3 до 26,1 %. Найкращий результат отримано при сумісному застосуванні мікроелементів (В, Мп, Zn) та препарату Топсін М, оскільки розвиток хвороби становив 12,3 %, поширеність – 30,5 %, а група стійкості – 1 бал.

Своєчасне застосування мікроелементів і фунгіцидів на смородині чорній проти антракнозу забезпечило в екологічних умовах СФГ «Надія» зниження рівня ураженості грибною хворобою, це позитивно вплинуло на структуру урожайності ягід смородини чорної, про що свідчать дані таблиці 3.

**Таблиця 3. Структура урожайності ягід при застосуванні мікроелементів і фунгіцидів на смородині чорній сорту Санюта від антракнозу в агроекологічних умовах (СФГ «Надія» Черняхівського району Житомирської області, 2009–2015 рр.)**

| Варіант досліджу        | Норма<br>препа-<br>рату, г,<br>кг,<br>л/га | Маса ягід із грони, г |         |         |        | Маса<br>100<br>ягід, г | Маса<br>ягід із<br>куща,<br>кг |
|-------------------------|--------------------------------------------|-----------------------|---------|---------|--------|------------------------|--------------------------------|
|                         |                                            | загальна<br>маса      | у т. ч. |         |        |                        |                                |
|                         |                                            |                       | дрібні  | середні | великі |                        |                                |
| Контроль                | –                                          | 4,7                   | 1,2     | 1,6     | 1,9    | 166                    | 0,968                          |
| Топсін М                | 0,8                                        | 5,7                   | 1,6     | 1,9     | 2,2    | 190                    | 1,103                          |
| В, Мп, Zn               | 40                                         | 5,2                   | 1,5     | 1,7     | 2,0    | 185                    | 1,058                          |
| В, Мп, Zn +<br>Топсін М | 20<br>0,6                                  | 6,3                   | 1,8     | 2,0     | 2,5    | 226                    | 1,238                          |

За даними таблиці 3 видно, що застосування мікроелементів і фунгіцидів на смородині чорній проти антракнозу дає змогу підвищити масу ягід від 4,7 до 6,3 г.

При цьому – збільшується маса великих ягід від 1,9–2,5 г, маса 100 ягід становить від 166–226 г, а маса ягід з куша збільшується до 1,238 кг.

Покращення елементів структури урожаю чорної смородини забезпечує значне збільшення урожаю ягід, про що свідчать дані з таблиці 4.

**Таблиця 4. Вплив мікроелементів і фунгіцидів на продуктивність смородини чорної в агроекологічних умовах (СФГ «Надія» Черняхівського району Житомирської області, 2009–2015 рр.)**

| № з/п   | Варіант дослідів     | Норма препарату, г, кг, л/га | Урожайність, т/га | +/- до контролю |
|---------|----------------------|------------------------------|-------------------|-----------------|
| 1       | Контроль             | -                            | 4,3               | -               |
| 2       | Топсін М             | 0,8                          | 4,9               | 0,6             |
| 3       | В, Мп, Zn            | 40                           | 4,7               | 0,4             |
| 4       | В, Мп, Zn + Топсін М | 20 + 0,8                     | 5,5               | 1,2             |
| НІР 0,5 |                      |                              | 0,32              |                 |

Дані таблиці 4 свідчать, що застосування мікроелементів і фунгіцидів для смородини чорної сорту Санюта проти антракнозу забезпечує підвищення урожайності ягід від 0,6 до 1,2 т/га. При сумісному застосуванні мікроелементів і фунгіциду Топсін М, прибавка урожаю ягід збільшується до 1,2 т/га. Математична обробка даних урожаю ягід смородини чорної підтверджує достовірність наших результатів, оскільки найменша істотна різниця (НІР) у нашому досліді значно нижча прибавок.

Сучасні технології вирощування сільськогосподарської продукції ґрунтуються на помітному збільшенні енерговитрат (техніки, добрив, пестицидів тощо). Тенденція зростання енерговитрат у сільськогосподарському виробництві може призвести до негативних наслідків, тому проблемі енергозбереження приділяється значна увага [30, 36].

З метою визначення енергетичної ефективності застосування мікроелементів та фунгіцидів при захисті смородини чорної проти хвороби антракноз в СФГ «Надія» нами проведені відповідні розрахунки, результати яких наведені у таблиці 5.

**Таблиця 5. Ефективність застосування мікроелементів та фунгіцидів при захисті смородини чорної проти хвороби антракноз (СФГ «Надія» Черняхівського району Житомирської області, 2009–2015 рр.)**

| № з/п | Варіант дослідів     | Урожайність, т/га | Енергетична ефективність, МДж./га       |                                   |                         |      |
|-------|----------------------|-------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|------|
|       |                      |                   | енергія, акумульована в прирості урожаю | енерговитрати на одержання урожаю | отримано чистої енергії | КЕЕ  |
| 1     | Контроль             | 4,3               | 7208                                    | 4690                              | 2518                    | 1,60 |
| 2     | Топсін М             | 4,9               | 8212                                    | 4661                              | 3551                    | 1,70 |
| 3     | В, Мп, Zn            | 4,7               | 7878                                    | 4810                              | 3068                    | 1,64 |
| 4     | В, Мп, Zn + Топсін М | 5,5               | 9219                                    | 5325                              | 3894                    | 1,73 |



Аналіз даних таблиці 5 свідчить про те, що застосування мікроелементів та фунгіцидів при захисті смородини чорної проти хвороби антракноз забезпечує додаткове отримання чистої енергії від 2518 до 3894 МДж /га, при коефіцієнті енергетичної ефективності від 1,60 до 1,73 одиниць.

При застосуванні мікроелементів та фунгіцидів при захисті смородини чорної від хвороби антракноз важливою умовою є економічна ефективність, оскільки основною проблемою ведення сільського господарства є відсутність коштів для оновлення матеріально-технічної бази, придбання добрив та заходів захисту. Розрахунки економічної ефективності наведені у таблиці 6.

*Таблиця 6. Економічна ефективність застосування мікроелементів*

**і фунгіцидів при захисті смородини чорної від грибною хвороби антракноз (СФГ «Надія» Черняхівського району Житомирської області, 2009–2015 рр.)**

| № з/п | Варіанти досліджу    | Урожайність, т/га | Вартість врожаю, грн/га | Всього прямих витрат, грн/га | Прибуток, грн/га | Рівень рентабельності, % |
|-------|----------------------|-------------------|-------------------------|------------------------------|------------------|--------------------------|
| 1     | Контроль             | 4,3               | 51600                   | 13595                        | 38005            | 280                      |
| 2     | Топсін М             | 4,9               | 58800                   | 14668                        | 44132            | 301                      |
| 3     | В, Мп, Zn            | 4,7               | 56400                   | 14311                        | 42089            | 294                      |
| 4     | В, Мп, Zn + Топсін М | 5,5               | 66000                   | 15740                        | 50260            | 319                      |

Дані таблиці 6 щодо визначення економічної ефективності свідчать, що при застосуванні мікроелементів та фунгіцидів при захисті смородини чорної проти грибною хвороби антракноз, прибуток становить від 38005–50260 грн /га, при окупності витрат від 2,8–3,2 раза. Подібну залежність виявлено також і до рівня рентабельності, яка складає 319 %.

#### **Висновки та перспективи подальших досліджень**

1. В агроекологічних умовах СФГ „Надія” Черняхівського району, в насадженнях смородини чорної найбільш шкідливою виявилася хвороба антракноз, яка щорічно знижує урожай ягід до 15 % і більше.

2. За період проведення досліджень районований сорт Санюта виявився біологічно нестійким проти антракнозу і уражується від 29,2 до 89,1 %.

3. При сумісному застосуванні мікроелементів (В, Мп, Zn) та препарату Топсін М рівень ураженості хворобою антракноз становив 29 %, а група стійкості – 1 бал.

4. Застосування мікроелементів і фунгіциду Топсін М на смородині чорній проти антракнозу, підвищує масу ягід від 1,6–2,0 г, маса 100 ягід збільшилася від 168–224 г, а маса ягід з куща становила 1,238 кг.

Подальші дослідження будуть зосереджені на удосконаленні існуючих профілактичних заходів захисту смородини чорної проти комплексу хвороб.

---

Література

---

1. Потлайчук В. И. Защита плодово-ягодных культур от болезней / В. А. Потлайчук, А. Я. Семенов. – М. : Знание, 1977. – 63 с.
  2. Копань В. П. Черная смородина / В. П. Копань // Атлас перспективных сортов плодовых и ягодных культур Украины. – К., 1999. – С. 364–368.
  3. Защита растений от болезней / В. А. Шкалик, О. О. Белошапкина, Д. Д. Букреев [и др.] ; под ред. В. А. Шкаликова. – М. : Колос, 2001. – 248 с.
  4. Марютін Ф. М. Хвороби ягідних культур / Ф. М. Марютін, В. К. Пантелєєв, М. О. Білик // Фітопатологія / за ред. Ф. М. Марютіна. – Харків : Ескада, 2008. – С. 496–502.
  5. Кулешів А. В. Моніторинг шкідників і хвороб смородини і агрусу / А. В. Кулешів, М. О. Білик // Фітосанітарний моніторинг і прогноз : навч. посібник / за ред. А. В. Кулешіва. – Харків : Ескада, 2008. – С. 312–314.
  6. Трибель С. О. Злакові мухи та удосконалення методів польової оцінки сортів пшениці на стійкість / С. О. Трибель, М. В. Гетьман // Захист і карантин рослин. – 2005. – № 5. – С. 10–12.
  7. Захист рослин. Терміни та визначення понять: ДСТУ 4756:2007. – К. : Держспоживстандарт України, 2000. – 38 с.
  8. Довідник із захисту рослин / Л. І Бублик, Г. І. Васечко, В. П. Васильєв [та ін.] ; за ред. М. П. Лісового. – К. : Урожай, 1999. – 224 с.
  9. Трибель С. О. Шкідники і хвороби хмелю / С. О. Трибель, С. І. Струкова // Карантин і захист рослин. – 2008. – № 9. – С. 22–28.
  10. Методики випробування і застосування пестицидів / С. О. Трибель, Д. Д. Сігарьова, М. П. Секун [та ін.] ; за ред. проф. С. О. Трибеля. – К. : Світ, 2001. – 448 с.
  11. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур / В. П. Омелюта, І. В. Григорович, В. С. Чабан [та ін.] ; за ред. В. П. Омелюти. – К. : Урожай, 1986. – 206 с.
  12. Дереча О. А. Методи обліку чисельності шкідників, поширення та розвитку хвороб смородини чорної / О. А. Дереча, А. В. Бакалова // Карантин і захист рослин. – 2009. – № 9. – С. 16–21.
- 

УДК 633.1:632.4:631.8:632.983.3:632.952(477.42)

М. М. Ключевич

к. с.-г. н.

Житомирський національний агроекологічний університет

**РОЗВИТОК МІКОЗІВ ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО ЗАЛЕЖНО ВІД МІНЕРАЛЬНОГО  
ЖИВЛЕННЯ І СИСТЕМ ЗАХИСТУ В ПОЛІССІ УКРАЇНИ**

*Досліджено етіологію основних хвороб тритикале озимого в агроценозах Полісся України. Встановлено розвиток мікозів культури залежно від застосування систем*

---

Література

---

1. Потлайчук В. И. Защита плодово-ягодных культур от болезней / В. А. Потлайчук, А. Я. Семенов. – М. : Знание, 1977. – 63 с.
  2. Копань В. П. Черная смородина / В. П. Копань // Атлас перспективных сортов плодовых и ягодных культур Украины. – К., 1999. – С. 364–368.
  3. Защита растений от болезней / В. А. Шкалик, О. О. Белошапкина, Д. Д. Букреев [и др.] ; под ред. В. А. Шкаликова. – М. : Колос, 2001. – 248 с.
  4. Марютін Ф. М. Хвороби ягідних культур / Ф. М. Марютін, В. К. Пантелєєв, М. О. Білик // Фітопатологія / за ред. Ф. М. Марютіна. – Харків : Ескада, 2008. – С. 496–502.
  5. Кулешів А. В. Моніторинг шкідників і хвороб смородини і агрусу / А. В. Кулешів, М. О. Білик // Фітосанітарний моніторинг і прогноз : навч. посібник / за ред. А. В. Кулешіва. – Харків : Ескада, 2008. – С. 312–314.
  6. Трибель С. О. Злакові мухи та удосконалення методів польової оцінки сортів пшениці на стійкість / С. О. Трибель, М. В. Гетьман // Захист і карантин рослин. – 2005. – № 5. – С. 10–12.
  7. Захист рослин. Терміни та визначення понять: ДСТУ 4756:2007. – К. : Держспоживстандарт України, 2000. – 38 с.
  8. Довідник із захисту рослин / Л. І Бублик, Г. І. Васечко, В. П. Васильєв [та ін.] ; за ред. М. П. Лісового. – К. : Урожай, 1999. – 224 с.
  9. Трибель С. О. Шкідники і хвороби хмелю / С. О. Трибель, С. І. Струкова // Карантин і захист рослин. – 2008. – № 9. – С. 22–28.
  10. Методики випробування і застосування пестицидів / С. О. Трибель, Д. Д. Сігарьова, М. П. Секун [та ін.] ; за ред. проф. С. О. Трибеля. – К. : Світ, 2001. – 448 с.
  11. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур / В. П. Омелюта, І. В. Григорович, В. С. Чабан [та ін.] ; за ред. В. П. Омелюти. – К. : Урожай, 1986. – 206 с.
  12. Дереча О. А. Методи обліку чисельності шкідників, поширення та розвитку хвороб смородини чорної / О. А. Дереча, А. В. Бакалова // Карантин і захист рослин. – 2009. – № 9. – С. 16–21.
- 

УДК 633.1:632.4:631.8:632.983.3:632.952(477.42)

М. М. Ключевич

к. с.-г. н.

Житомирський національний агроекологічний університет

**РОЗВИТОК МІКОЗІВ ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО ЗАЛЕЖНО ВІД МІНЕРАЛЬНОГО  
ЖИВЛЕННЯ І СИСТЕМ ЗАХИСТУ В ПОЛІССІ УКРАЇНИ**

*Досліджено етіологію основних хвороб тритикале озимого в агроценозах Полісся України. Встановлено розвиток мікозів культури залежно від застосування систем*

удобрення і захисту рослин. Показано збільшення розвитку хвороб листя тритикале після внесення  $N_{30}P_{90}K_{90} + N_{30}$  (29-й етап) +  $N_{30}$  кг д. р./га (37-й етап) та  $N_{30}P_{40}K_{140} + N_{30}$  (29-й етап) +  $N_{30}$  (37-й етап) +  $N_{30}$  кг д. р./га (51-й етап) за мінімальної та комплексної систем захисту культури. З'ясовано, що поєднане застосування системи удобрення тритикале озимого  $N_{30}P_{40}K_{140} + N_{30}$  (29-й етап) +  $N_{30}$  і Хлормекват-хлорид 750, в. р., 1,5 л (37-й етап) +  $N_{30}$  кг д. р./га (51-й етап) та комплексного його захисту (протруювання насіння препаратом Ламардор 400 FS, ТН, 0,15 л/т, обприскування посіву на 31-му етапі розвитку рослин гербіцидом Еллай Супер, 70, в. г., 0,015 кг/га і фунгіцидом Таліус 20 к. е., 0,15 л/га) забезпечує контроль розвитку борошнистої роси на рівні 1,6; бурой листової іржі – 1,4; септоріозу листя – 5,3; корневих гнилей – 0,4 % та збільшення врожаю зерна – на 1,71 т/га.

**Ключові слова:** тритикале озиме, грибні хвороби, мінеральні добрива, гербіцид, фунгіцид, урожайність зерна.

### Постановка проблеми

Зернова галузь є базою та джерелом сталого розвитку агропромислового комплексу, яка визначає соціально-економічний стан суспільства та становить основу аграрного експорту [1, 2].

Сприятливі ґрунтово-кліматичні умови України, вагомі інноваційні розробки у новітніх технологіях вирощування зернових культур, високий попит на зернову продукцію на внутрішньому та світовому ринках дають підстави збільшити виробництво зерна в державі у 2015–2017 роках до 71–80 млн. тонн. У Програмі «Зерно України – 2015» визначено основні засади розвитку зернової галузі, як ключової у реалізації державної політики у реформуванні аграрного сектора економіки України та підвищення ролі нашої держави у забезпеченні світової продовольчої безпеки [3].

Для реалізації поставлених завдань із збільшення валового виробництва зерна, особливо на малородючих землях Полісся, актуальним є розширення площ посіву тритикале озимого як культури, невибагливої до умов вирощування і високого потенціалу продуктивності. Проте дедалі часте порушення технологій його вирощування, особливо її складової – системи захисту рослин від шкідливих організмів – призводить до погіршення фітосанітарного стану посівів, накопичення та поширення агресивних збудників хвороб в агроценозах і, як наслідок, до недоотримання врожаю зерна. Тому наразі одним із заходів регулювання розвитком мікозів та урожайністю тритикале є комплексне внесення мінеральних добрив у поєднанні із застосуванням ефективних препаратів.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Донедавна часу науковці вважали [2, 4, 5], що тритикале озиме має низьку сприйнятливості до хвороб і не потребує захисних заходів. Проте, у результаті проведеного нами моніторингу хвороб в агроценозах Полісся [6, 7] й за даними

досліджень закордонних науковців [5, 8–11] встановлено ураження кореневої системи, стебел, листя та колосу збудниками: *Blumeria graminis* (DC.) f. sp. *tritici* Speer., *Puccinia recondita* Dietel & Holw., *Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) Schroeter, *Phaeosphaeria nodorum* (Mull.) Hedjar., *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem., *Rhizoctonia* spp., *Fusarium* spp., *Alternaria* spp., *Ascochyta graminicola* Sacc, які можуть спричиняти недобір 1/3 врожаю.

Відомо, що застосування мінеральних добрив впливає на розвиток мікозів рослин і залежить від їх співвідношення. Фосфорні і калійні добрива підвищують стійкість рослин тритикале озимого проти хвороб, а надмірне і непропорційне внесення азотних – сприяє посиленню їх розвитку [2, 5, 12–14].

Bielski S. [5] у дослідженнях ефективності удобрення тритикале озимого встановив значну диференціацію у розвитку *Phaeosphaeria nodorum*, *Blumeria graminis* і *Puccinia recondita* на прапорцевому листку під дією азотних добрив і відзначив необхідність застосування одно- або дворазових обприскувань посівів фунгіцидами залежно від ЕПШ.

За високих доз внесення мінеральних добрив необхідно застосовувати ретарданти для захисту посівів від вилягання. Але найголовнішим мотивом внесення високих доз добрив є одержання приросту зерна, який забезпечував й економічну ефективність їх використання [2].

Особливої уваги на поліських ґрунтах потребує вивчення ефективності доз і строків внесення добрив під тритикале із застосуванням захисних заходів: протруювання насіння і обприскування посівів фунгіцидами [5]. Адже поєднання таких заходів є одним із ключових у підвищенні врожайності зерна тритикале озимого і покращення його якості [2, 5, 13]. За рахунок оптимізації азотного живлення рослин вміст клейковини в зерні зростає на 10 % і більше, тоді як білка – на 1,5–4,0 % у абсолютних величинах залежно від умов вирощування [13, 15, 16].

### Мета, завдання та методика досліджень

Метою досліджень було встановити ефективність внесення доз мінеральних добрив у різні строки під тритикале озиме та застосування систем його захисту у регулюванні розвитку грибних хвороб і формуванні урожайності зерна в умовах Полісся.

Закладання польового досліду здійснювали за загальноприйнятими методиками [17, 18] у польовій стаціонарній сівозміні ІСГ Полісся НААН України (Житомирська область, Коростенський район) упродовж 2012–2015 рр. Висівали тритикале озимого сорту Полянське. Ґрунт дослідної ділянки дерново-підзолистий, глеуватий супіщаний, із вмістом гумусу 1,27 %, загального азоту – 0,064 %, рухомого фосфору – 8,4, обмінного калію – 10,1 мг на 100 г ґрунту, рН сол. – 5,0, гідролітичною кислотністю – 2,25 мг.-екв. / 100 г ґрунту.

Схема досліду включала такі варіанти:

- 1) контроль (без добрив);

- 2)  $N_{30}P_{60}K_{60} + N_{30}$  кг д. р./га (29-й етап розвитку рослин);
- 3)  $N_{30}P_{90}K_{90} + N_{30}$  (29-й етап) +  $N_{30}$  кг д. р./га (карбамід) (37-й етап);
- 4)  $N_{30}P_{90}K_{90} + N_{30}$  (29-й етап) +  $N_{30}$  кг д. р. (карбамід) і Хлормекват-хлорид 750, в. р., 1,5 л/га (37-й етап);
- 5)  $N_{30}P_{90}K_{90} + N_{30}$  кг д. р. (29-й етап) + Фолікер, 5 кг/га (37-й етап);
- 6)  $N_{30}P_{90}K_{90} + N_{30}$  кг д. р. (29-й етап) + Фолікер, 5 кг і Хлормекват-хлорид 750, в. р., 1,5 л/га (37-й етап);
- 7)  $N_{30}P_{40}K_{140} + N_{30}$  (29-й етап) +  $N_{30}$  (карбамід) (37-й етап) +  $N_{30}$  кг д. р./га (карбамід) (51-й етап);
- 8)  $N_{30}P_{40}K_{140} + N_{30}$  (29-й етап) +  $N_{30}$  (карбамід) і Хлормекват-хлорид 750, в. р., 1,5 л (37-й етап) +  $N_{30}$  кг д. р./га (карбамід) (51-й етап).

Мінеральні добрива застосовували в основне удобрення (амофос і хлористий калій), підживлення на 29-му (аміачна селітра), позакореневе підживлення 37 і 51-му етапах (карбамід) і на 37-му етапі (за шкалою ВВСН [19]) – позакореневе внесення комплексного водорозчинного добрива Фолікер (містить макроелемент N, збалансований пакет мікроелементів: Cu, Fe, Mn, Co, Zn на хелатній основі ЕДТА, що підвищує коефіцієнт використання елементів живлення до 90–95 % і забезпечує можливість застосування добрив у розчинах із широким діапазоном рН – 2–7).

Для запобігання вилягання посівів тритикале озимого на 37-му етапі його розвитку застосовували регулятор росту рослин Хлормекват-хлорид 750, в. р.

Ефективність систем удобрення вивчали на фоні двох систем захисту рослин від хвороб і бур'янів:

а) мінімальна – протруювання насіння препаратом Ламардор 400 FS, ТН, 0,15 л/т та обприскування посіву гербіцидом Еллай Супер 70, в. г., 0,015 кг/га (31-й етап);

б) комплексна – протруювання насіння препаратом Ламардор 400 FS, ТН, 0,15 л/т, обприскування посіву гербіцидом Еллай Супер, 70, в. г., 0,015 кг/га і фунгіцидом Таліус 20 к. е., 0,15 л/га.

Протруювання насіння проводили за три дні до сівби, а обприскування посіву – на 31-му етапі розвитку рослин.

Розмір облікових ділянок по 40,5 м<sup>2</sup>, повторність – триразова.

Обліки хвороб рослин тритикале озимого здійснювали (борошнистої роси на 31-му, бурі листкової іржі, септоріозу листя та кореневих гнилей – на 71-му етапах розвитку рослин) за методикою В. П. Омелюти [20].

### Результати досліджень

Встановлено, що домінуючими хворобами тритикале озимого у Поліссі є: борошниста роса, бура листкова іржа, септоріоз листя та кореневі гнилі. Розвиток мікозів на культурі, протягом періоду досліджень, залежав від погодних умов, систем застосування мінеральних добрив та захисту рослин (табл. 1).

Таблиця 1. Розвиток хвороб тритикале озимого залежно від систем удобрення і захисту рослин, 2012–2015 рр.

| Варіант                                                                                                                                                                                      | Розвиток хвороб, % |                       |                   |                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|
|                                                                                                                                                                                              | борош-нистої роси  | бурої листко-вої іржі | септо-ріозу листя | Корене-вих гнилей |
| Мінімальна система захисту                                                                                                                                                                   |                    |                       |                   |                   |
| Контроль (без добрив)                                                                                                                                                                        | 7,0                | 8,4                   | 10,8              | 6,7               |
| N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> + N <sub>30</sub> кг д. р./га (29-й етап)                                                                                                    | 9,1                | 10,3                  | 12,1              | 5,6               |
| N <sub>30</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> + N <sub>30</sub> (29-й етап) + N <sub>30</sub> кг д. р./га (37-й етап)                                                                      | 10,1               | 11,7                  | 14,5              | 4,9               |
| N <sub>30</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> + N <sub>30</sub> (29-й етап) + N <sub>30</sub> кг д. р. і Хлормекват-хлорид 750, в. р., 1,5 л/га (37-й етап)                                | 8,2                | 9,8                   | 12,7              | 5,1               |
| N <sub>30</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> + N <sub>30</sub> кг д. р. (29-й етап) + Фолікер, 5 кг/га (37-й етап)                                                                        | 9,7                | 8,9                   | 13,4              | 3,4               |
| N <sub>30</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> + N <sub>30</sub> кг д. р. (29-й етап) + Фолікер, 5 кг і Хлормекват-хлорид 750, в. р., 1,5 л/га (37-й етап)                                  | 9,2                | 9,6                   | 13,0              | 2,8               |
| N <sub>30</sub> P <sub>40</sub> K <sub>140</sub> + N <sub>30</sub> (29-й етап) + N <sub>30</sub> (37-й етап) + N <sub>30</sub> кг д. р./га (51-й етап)                                       | 11,2               | 12,6                  | 16,1              | 3,6               |
| N <sub>30</sub> P <sub>40</sub> K <sub>140</sub> + N <sub>30</sub> (29-й етап) + N <sub>30</sub> і Хлормекват-хлорид 750, в. р., 1,5 л (37-й етап) + N <sub>30</sub> кг д. р./га (51-й етап) | 3,5                | 2,6                   | 6,3               | 1,6               |
| Комплексна система захисту                                                                                                                                                                   |                    |                       |                   |                   |
| Контроль (без добрив)                                                                                                                                                                        | 3,4                | 3,6                   | 6,0               | 2,9               |
| N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> + N <sub>30</sub> кг д. р./га (29-й етап)                                                                                                    | 4,1                | 4,5                   | 6,6               | 2,4               |
| N <sub>30</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> + N <sub>30</sub> (29-й етап) + N <sub>30</sub> кг д. р./га (37-й етап)                                                                      | 4,5                | 4,3                   | 7,7               | 1,8               |
| N <sub>30</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> + N <sub>30</sub> (29-й етап) + N <sub>30</sub> кг д. р. і Хлормекват-хлорид 750, в. р., 1,5 л/га (37-й етап)                                | 3,9                | 4,4                   | 7,5               | 2,1               |
| N <sub>30</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> + N <sub>30</sub> кг д. р. (29-й етап) + Фолікер, 5 кг/га (37-й етап)                                                                        | 4,4                | 3,9                   | 7,9               | 0,9               |
| N <sub>30</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> + N <sub>30</sub> кг д. р. (29-й етап) + Фолікер, 5 кг і Хлормекват-хлорид 750, в. р., 1,5 л/га (37-й етап)                                  | 3,7                | 4,1                   | 8,8               | 0,7               |
| N <sub>30</sub> P <sub>40</sub> K <sub>140</sub> + N <sub>30</sub> (29-й етап) + N <sub>30</sub> (37-й етап) + N <sub>30</sub> кг д. р./га (51-й етап)                                       | 4,9                | 5,2                   | 10,1              | 1,2               |
| N <sub>30</sub> P <sub>40</sub> K <sub>140</sub> + N <sub>30</sub> (29-й етап) + N <sub>30</sub> і Хлормекват-хлорид 750, в. р., 1,5 л (37-й етап) + N <sub>30</sub> кг д. р./га (51-й етап) | 1,6                | 1,4                   | 5,3               | 0,4               |
| НІР <sub>05</sub> – для добрив                                                                                                                                                               | 1,8                | 2,6                   | 2,5               | 1,0               |
| НІР <sub>05</sub> – для систем захисту                                                                                                                                                       | 1,0                | 1,4                   | 1,3               | 0,5               |

За мінімальної системи захисту культури, залежно від доз та строків застосування мінеральних добрив, розвиток борошнистої роси варіював від 3,5 до 11,2, бурої листкової іржі – від 2,6 до 12,6, септоріозу листя – від 6,3 до 16,1 та кореневих гнилей – від 1,6 до 6,7 %. Проте, використання комплексної системи захисту тритикале озимого сприяло зниженню розвитку мікозів листя

(борошнистої роси, бурї листкової іржі та септоріозу листя відповідно до рівня 1,6–4,9, 1,4–5,2 та 5,3–10,1 %) та кореневої системи (до 0,4–2,9 %) на усіх варіантах, незалежно від систем удобрення.

Вищі показники розвитку хвороб листя тритикале зафіксовано у варіантах, якими передбачено внесення  $N_{30}P_{90}K_{90} + N_{30}$  (29-й етап) +  $N_{30}$  кг д. р./га (37-й етап) та  $N_{30}P_{40}K_{140} + N_{30}$  (29-й етап) +  $N_{30}$  (37-й етап) +  $N_{30}$  кг д. р./га (51-й етап) за мінімальної та комплексної систем захисту культури. Незначне посилення контролю борошнистої роси, бурї листкової іржі та септоріозу листя спостерігалось після додаткового застосування на 37-му етапі розвитку рослин водорозчинного добрива Фолікер, 5 кг / га й регулятора росту – Хлормекват-хлориду 750, в. р., 1,5 л / га.

Розвиток комплексу корневих гнилей, основними збудниками яких були *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem, *Fusarium oxysporum* E.F. Sm. & Swingle, *Cercospora herpotrichoides* Fron., *Rhizoctonia cerealis* E. P. Hoeven., зменшувався із використанням усіх систем удобрення, особливо після поетапного застосування підживлення на 29, 37 і 51 фазах росту рослин.

Ефективним щодо контролю розвитку мікозів тритикале озимого було поєднане застосування мінерального удобрення із регулятором росту рослин, яким передбачено внесення:  $N_{30}P_{40}K_{140} + N_{30}$  (29-й етап) +  $N_{30}$  і Хлормекват-хлорид 750, в. р., 1,5 л (37-й етап) +  $N_{30}$  кг д. р./га (51-й етап). Після проведення протруєння насіння тритикале препаратом Ламардор 400 FS, ТН, 0,15 л/т та захисту посіву від бур'янів (на 31-му етапі гербіцидом Еллай Супер 70, в. г., 0,015 кг/га), що передбачала мінімальна система захисту культури, розвиток борошнистої роси становив лише 3,5, бурї листкової іржі – 2,6, септоріозу листя – 6,3 та корневих гнилей – 1,6 %. Проте застосування комплексної системи захисту тритикале забезпечувало посилення контролю розвитку відповідних мікозів до 1,6; 1,4; 5,3 та 0,4 %.

Системи удобрення та захисту тритикале озимого від шкідливих організмів впливали на рівень збереженого врожаю (табл. 2).

Залежно від систем застосування мінеральних добрив за мінімального захисту культури, він становив у межах 0,82–1,52 т/га. Середня врожайність зерна при цьому була на рівні 3,27–3,97, а за використання комплексної системи захисту – збільшувалася до 3,48–4,32 т/га. Збережений врожай зерна за комплексного захисту культури збільшувався на 0,16–0,36 і, залежно від взаємодії засобів захисту, складав 1,03–1,87 т/га.



Таблиця 2. Урожайність зерна тритикале озимого залежно від систем  
удобрення і захисту рослин, 2012–2015 рр.

| Варіант                                                                                                                                                                                      | Урожайність, т/га |                            |                    |                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------------|--------------------|---------------------------------|
|                                                                                                                                                                                              | середня           | збережений врожай від      |                    |                                 |
|                                                                                                                                                                                              |                   | міне-<br>ральних<br>добрив | засобів<br>захисту | взаємодії<br>засобів<br>захисту |
| Мінімальна система захисту                                                                                                                                                                   |                   |                            |                    |                                 |
| Контроль (без добрив)                                                                                                                                                                        | 2,45              | -                          | -                  | -                               |
| N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> + N <sub>30</sub> кг д. р./га (29-й етап)                                                                                                    | 3,27              | 0,82                       | -                  | -                               |
| N <sub>30</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> + N <sub>30</sub> (29-й етап) + N <sub>30</sub> кг д. р./га (37-й етап)                                                                      | 3,39              | 0,94                       | -                  | -                               |
| N <sub>30</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> + N <sub>30</sub> (29-й етап) + N <sub>30</sub> кг д. р. і Хлормекват-хлорид 750, в. р., 1,5 л/га (37-й етап)                                | 3,40              | 0,95                       | -                  | -                               |
| N <sub>30</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> + N <sub>30</sub> кг д. р. (29-й етап) + Фолікер, 5 кг/га (37-й етап)                                                                        | 3,47              | 1,02                       | -                  | -                               |
| N <sub>30</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> + N <sub>30</sub> кг д. р. (29-й етап) + Фолікер, 5 кг і Хлормекват-хлорид 750, в. р., 1,5 л/га (37-й етап)                                  | 3,58              | 1,13                       | -                  | -                               |
| N <sub>30</sub> P <sub>40</sub> K <sub>140</sub> + N <sub>30</sub> (29-й етап) + N <sub>30</sub> (37-й етап) + N <sub>30</sub> кг д. р./га (51-й етап)                                       | 3,83              | 1,38                       | -                  | -                               |
| N <sub>30</sub> P <sub>40</sub> K <sub>140</sub> + N <sub>30</sub> (29-й етап) + N <sub>30</sub> і Хлормекват-хлорид 750, в. р., 1,5 л (37-й етап) + N <sub>30</sub> кг д. р./га (51-й етап) | 3,97              | 1,52                       | -                  | -                               |
| Комплексна система захисту                                                                                                                                                                   |                   |                            |                    |                                 |
| Контроль (без добрив)                                                                                                                                                                        | 2,61              | -                          | 0,16               | -                               |
| N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> + N <sub>30</sub> кг д. р./га (29-й етап)                                                                                                    | 3,48              | 0,87                       | 0,21               | 1,03                            |
| N <sub>30</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> + N <sub>30</sub> (29-й етап) + N <sub>30</sub> кг д. р./га (37-й етап)                                                                      | 3,61              | 1,00                       | 0,22               | 1,16                            |
| N <sub>30</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> + N <sub>30</sub> (29-й етап) + N <sub>30</sub> кг д. р. і Хлормекват-хлорид 750, в. р., 1,5 л/га (37-й етап)                                | 3,66              | 1,05                       | 0,26               | 1,21                            |
| N <sub>30</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> + N <sub>30</sub> кг д. р. (29-й етап) + Фолікер, 5 кг/га (37-й етап)                                                                        | 3,74              | 1,13                       | 0,27               | 1,29                            |
| N <sub>30</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> + N <sub>30</sub> кг д. р. (29-й етап) + Фолікер, 5 кг і Хлормекват-хлорид 750, в. р., 1,5 л/га (37-й етап)                                  | 3,85              | 1,24                       | 0,27               | 1,40                            |
| N <sub>30</sub> P <sub>40</sub> K <sub>140</sub> + N <sub>30</sub> (29-й етап) + N <sub>30</sub> (37-й етап) + N <sub>30</sub> кг д. р./га (51-й етап)                                       | 4,19              | 1,58                       | 0,36               | 1,74                            |
| N <sub>30</sub> P <sub>40</sub> K <sub>140</sub> + N <sub>30</sub> (29-й етап) + N <sub>30</sub> і Хлормекват-хлорид 750, в. р., 1,5 л (37-й етап) + N <sub>30</sub> кг д. р./га (51-й етап) | 4,32              | 1,71                       | 0,35               | 1,87                            |

НІР<sub>05</sub> – для добрив

0,22

НІР<sub>05</sub> – для систем захисту

0,10

Вищий рівень урожайності зерна тритикале озимого (4,32 т/га) встановлено на варіанті після застосування N<sub>30</sub>P<sub>40</sub>K<sub>140</sub> + N<sub>30</sub> (29-й етап) + N<sub>30</sub> і Хлормекват-хлорид 750, в. р., 1,5 л (37-й етап) + N<sub>30</sub> кг д. р./га (51-й етап) та проведення комплексної системи його захисту.

### Висновки та перспективи подальших досліджень

1. Основними мікозами тритикале озимого в Поліссі є: борошниста роса, бура листовка іржа, септоріоз листя та комплекс кореневих гнилей.

2. На розвиток мікозів тритикале впливають дози та строки внесення мінеральних добрив у поєднанні із використанням засобів захисту рослин.

3. Поєднане застосування системи удобрення  $N_{30}P_{40}K_{140} + N_{30}$  (29-й етап) +  $N_{30}$  і Хлормекват-хлорид 750, в. р., 1,5 л (37-й етап) +  $N_{30}$  кг д. р./га (51-й етап) та комплексного захисту тритикале озимого забезпечує контроль розвитку мікозів на рівні 0,4–5,3 % та збільшення врожаю зерна – на 1,71 т/га.

Подальші дослідження будуть спрямовані на встановлення етіології патогенного комплексу тритикале озимого та розробки і удосконалення ефективних заходів регулювання шкідливих організмів в агроценозах за різних технологій вирощування культури.

### Література

1. Христенко Г. М. Розвиток та напрями підвищення ефективності зернової галузі / Г. М. Христенко // Вісник НТУ «ХПІ». – 2013. – № 53 (1026). – С. 182–188.

2. Білітюк А. П. Вирощування інтенсивних агроценозів тритикале озимого в умовах західного Полісся України / А. П. Білітюк, Н. Ф. Шустер // Зб. наук. пр. Волинського ін-ту агропромислового виробництва. – 2006. – С. 72–87.

3. Програма “Зерно України – 2015” / Мін-во аграрної політики та продовольства України. – К. : ДІА, 2011. – 48 с.

4. Плакса В. М. Продуктивність тритикале ярого залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах Західного Полісся України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.09 „Рослинництво” / В. М. Плакса. – К., 2011. – 21с.

5. Bielski S. Effect of nitrogen fertilization and fungicide protection on winter triticale wholesomeness / S. Bielski // Agricultura Pol. – 2015. – 14 (4). – P. 3–14.

6. Ключевич М. М. Вплив факторів сівозміни та систем удобрення на розвиток грибних хвороб тритикале в Поліссі України / М. М. Ключевич // Актуальні питання сучасної аграрної науки : матеріали III Міжнар. наук.-практ. конф. (Умань, 20 лист. 2015 р.). – Умань : Візаві, 2015. – С. 60–62.

7. Ключевич М. М. Розвиток мікозів на тритикале ярому залежно від удобрення у Західному Поліссі / М. М. Ключевич, В. М. Плакса // Зб. наук. пр. Уманського нац. ун-ту садівництва. с.-г. науки. – 2016. – Вип. 88, ч. 1. – С. 252–261.

8. Janauskaitė D. Effect of different soil tillage and organic fertilizers on winter triticale and spring barley stem base diseases / D. Janauskaitė, S. Ciuberis // Crop Protect. – 2010. – № 29. – P. 802–807.

- 
9. Parylak D. Possibilities of stem base diseases limitation in winter triticale continuous crop / D. Parylak, M. Paluch, L. Wojtala-Łozowska // *Prog. Plant Prot. / Post. Ochr. Roslin.* – 2010. – № 50 (2). – P. 695–699.
10. Adamiak J. The effect of unix 75 wg fungicide on grain yield of winter triticale cultivated in crop rotation and long term monoculture / J. Adamiak, E. Adamiak, A. Bruderek // *Prog. Plant Prot. / Post. Ochr. Roslin.* – 2008. – № 1. – P. 255–258.
11. Wpływ deszczowania, ochrony fungicydowej i nawożenia azotem na zdrowotność pszenżyta ozimego, odmiany Gniewko / K. Panasiewicz, W. Koziara, Z. Sawińska [et al.] // *Prog. Plant Prot. / Post. Ochr. Roslin.* – 2012. – № 52 (2). – P. 298–301.
12. Huber D. M. Nitrogen and plant disease / D. M. Huber, I. A. Thompson // *Mineral Nutrition and Plant Disease* / eds. L. E. Datnoff, W. H. Elmer, D. M. Huber. – St. Paul : APS Press, St. Paul, 2007. – P. 31–44.
13. Господаренко Г. М. Хлібопекарські властивості зерна тритикале ярого за різних норм і строків внесення азотних добрив / Г. М. Господаренко, В. В. Любич // *Вісн. Полтавської ДАА.* – 2010. – № 1. – С. 6–9.
14. Huber D. M. Plant Nutrition and Health Risks Associated with Plant Diseases / D. M. Huber // *Fertilizing Crops to Improve Human Health: a Scientific Review.* – 2012. – Vol. 3. – P. 215–240.
15. Peter J. Agrotechnika triticales / J. Peter // *Uroda.* – 1987. – V. 35, № 8. – P. 251–255.
16. Булавина Т. М. Оптимизация примов возделывания тритикале в Беларуси / Т. М. Булавина. – Минск : ИВЦ Минфина, 2005. – 224 с.
17. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – Изд. 5-е, доп. и перераб. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
18. Ретьман С. В. Хвороби зернових колосових культур / С. В. Ретьман // *Методики випробування і застосування пестицидів* / за ред. С. О. Трибеля. – К. : Світ, 2001. – С. 236–270.
19. Phenological growth stages and BBCH-identification keys of cereals // *Growth stages of Mono – and Dicotyledonous Plants: monograph* / ed. U. Meier ; BBCH. – Berlin ; Wien : Blackwell Wissenschafts-Verlag, 1997. – P. 12–16.
20. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур / В. П. Омелюта, І. В. Григорович, В. С. Чабан [та ін.] ; за ред. В. П. Омелюти. – К. : Урожай, 1986. – 288 с.
-

## РОСЛИННИЦТВО, ПЛОДООВОЧІВНИЦТВО ТА КОРМОВИРОБНИЦТВО

УДК 633.1:631.811(477.7)

**В. В. Гамаюнова**

Д. С.-Г. Н.

**В. Ф. Дворецький**  
аспірант\*

Миколаївський національний аграрний університет

### ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЯРИХ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР ШЛЯХОМ ОПТИМІЗАЦІЇ ЖИВЛЕННЯ РОСЛИН В УМОВАХ СТЕПУ УКРАЇНИ

У статті наведені результати досліджень з вивчення ефективності обробки посівів ярих пшениці й тритикале сучасними рістрегулюючими препаратами в умовах південного Степу України на чорноземі південному. Експериментально доведено, що їх застосування за невисокої дози мінеральних добрив –  $N_{30}P_{30}$  по фоні внесення до посіву практично забезпечує отримання урожайності зерна на такому ж рівні, як і проведення підживлення азотним добривом у дозі  $N_{30}$ .

Встановлено, що ярі зернові культури пшениця і тритикале, суттєво підвищують зернову продуктивність при внесенні мінеральних добрив. Так, по фоні внесення  $N_{30}P_{30} + N_{30}$  в підживлення на початку виходу рослин у трубку пшениці ярої в середньому за два роки сформовано зерна 3,07 т / га, тоді як без добрив 1,57 т / га, а зерна тритикале відповідно 3,47 і 2,07 т/га.

Стабільний приріст урожайності забезпечує обробка посівів досліджуваних ярих культур сучасними рістрегулюючими препаратами ескорт і Д2.

**Ключові слова:** тритикале яре, пшениця яра, урожайність зерна, живлення рослин, рістрегулюючі препарати, ресурсозбереження.

#### Постановка проблеми

Основним завданням землеробської галузі України є стабільне виробництво зерна, що передбачає підвищення рівнів урожайності зернових культур та покращення основних показників його якості. Дане завдання є особливо актуальним для зони південного Степу України, яка здавна відома в світі як житниця виробництва високоякісного зерна.

#### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Одним із найважливіших серед основних технологічних прийомів вирощування, що найбільшою мірою впливає на ріст і розвиток сільськогосподарських культур, у т. ч. й зернових, є оптимізація живлення рослин [1, 2]. Особливе значення цьому питанню слід приділяти в останні роки у зв'язку з погіршенням основних показників родючості ґрунтів, коли вони поступово виснажуються та збі-

дноються на вміст елементів живлення, а органічні і мінеральні добрива вносять у недостатніх кількостях, за яких відновлення родючості ґрунтів не відбувається [3, 4].

Перед дослідниками і виробниками постає питання розробки нових підходів щодо забезпечення рослин доступними формами поживних речовин з метою формування сталої продуктивності сільськогосподарських культур з відповідно високими показниками якості вирощеного врожаю. Попередні дослідження науковців та результати наших польових дослідів пересвідчують у доцільності запровадження ресурсозберігаючих елементів технології у живленні рослин, які полягають у внесенні невисоких доз мінеральних добрив та на їх фоні застосування сучасних біопрепаратів для обробки як насіння перед сівбою, так і посівів рослин у основні періоди їх вегетації [5, 6]. Зазначені підходи до оптимізації живлення сільськогосподарських культур та їх висока ефективність пов'язані, як ми вже зазначали, з тим, що в останні роки практично зовсім не вносять органічних добрив, за рахунок яких відбувалося забезпечення рослин не лише органічною речовиною, основними поживними речовинами – макро- й мікроелементами. Таким чином, в останні роки набуває все більшого значення поширення сучасних заходів управління основними процесами росту і розвитку рослин, у кінцевому підсумку їх продуктивністю шляхом застосування регуляторів росту – специфічних хімічних препаратів, які володіють високою активністю, потрапляючи на рослини навіть у незначних кількостях. Вони характеризуються досить широким спектром дії, ефективно стимулюють ріст, розвиток рослин, посилюють їх стійкість до хвороб, несприятливих умов та залежно від культури і фази застосування підвищують урожайність на 10–30%, поліпшуючи якість вирощеної продукції [6, 7].

#### **Мета, завдання та методика досліджень**

Мета проведених досліджень полягала в удосконаленні живлення ярих зернових культур – пшениці та тритикале шляхом запровадження ресурсозберігаючого підходу: застосування обробки посіву рослин рістрегулюючими речовинами в основні періоди вегетації по фону основного внесення невисоких доз мінеральних добрив.

Дослідження проводили на чорноземі південному в навчально-науково-практичному центрі Миколаївського НАУ впродовж 2014–2015 рр. з ярими культурами: пшеницею (сорт Елегія миронівська) та тритикале (сорт Соловей харківський). Погодні умови у роки досліджень різнилися, зокрема, у 2015 р. на період сівби та упродовж вегетації випало значно більше опадів. Загалом, вони були типовими для зони південного Степу України.

Ґрунт дослідної ділянки представлений чорноземом південним важко-суглинковим. У шарі ґрунту 0–30 см міститься гумусу (за Тюрнімом) – 2,9–3,2%, легкогідролізованого азоту – 62 мг / кг ґрунту, нітратів (за Грандваль-Ляжем) –

20–25 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору (за Мачигінім) – 36–40 мг/кг ґрунту; обмінного калію (на полуменовому фотометрі) – 320–340 мг/кг ґрунту, рН – 6,8–7,2. Загальна площа ділянки 80 м<sup>2</sup>, облікової – 20 м<sup>2</sup>, повторність триразова. Дослідження проводили за схемою, що наведена в таблицях 1 та 2.

### Результати досліджень

Спостереження за ростом і розвитком рослин ярих пшениці та тритикале показали, що з покращенням фону живлення їх маса вже з початкових фаз вегетації формувалася більшою, вони інтенсивніше кушилися й характеризувалися значно більшим накопиченням надземної біомаси, як це наведено на прикладі культури тритикале ярого (рис. 1).

З такою ж аналогічною залежністю відбувалося наростання надземної біомаси і у пшениці ярої. Ріст рослин як тритикале, так і пшениці ярої посилювався вже після проведення першого підживлення – у фазу виходу їх у трубку. Обприскування посіву рослин, у період наливу зерна, також позитивно впливало на ростові процеси рослин, проте цей захід більшою мірою позначався на завершальному етапі формування врожаю зерна та його якості.

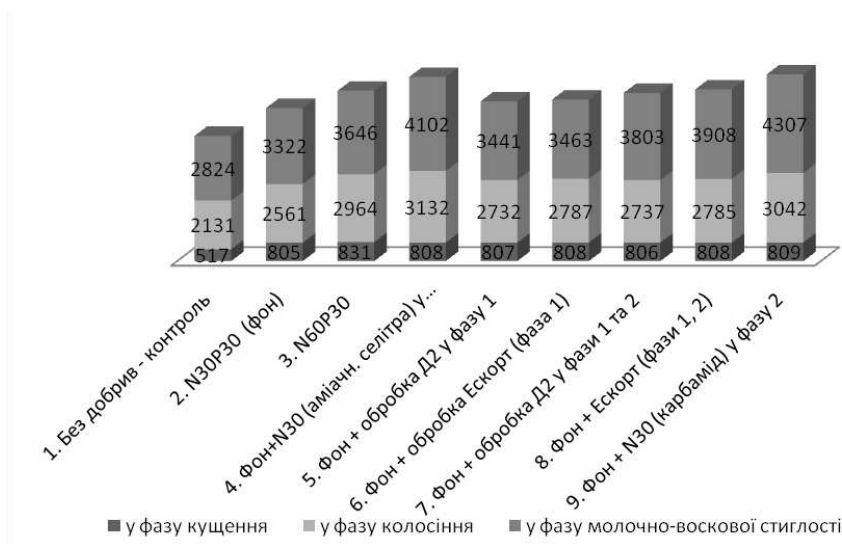


Рис. 1. Динаміка наростання сирій надземної маси тритикале ярого залежно від живлення рослин (середнє за 2014–2015 рр.), г/м<sup>2</sup>

Таблиця 1. Урожайність зерна тритикале ярого залежно від фону живлення, т/га

| Варіант живлення *)                                                    | 2014 р. | 2015 р. | Середня | Приріст урожаю до контролю |      |
|------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|----------------------------|------|
|                                                                        |         |         |         | т/га                       | %    |
| 1. Без добрив – контроль                                               | 1,65    | 2,49    | 2,07    | 0,00                       | 0,00 |
| 2. N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> під передпосівну культивуацію – фон | 2,18    | 3,36    | 2,77    | 0,70                       | 33,8 |
| 3. N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> під передпосівну культивуацію       | 2,94    | 3,90    | 3,42    | 1,25                       | 60,4 |
| 4. Фон+N <sub>30</sub> (аміачн. селітра) у фазу 1                      | 2,97    | 3,97    | 3,47    | 1,80                       | 67,6 |
| 5. Фон + обробка Д <sub>2</sub> у фазу 1                               | 2,41    | 3,49    | 2,95    | 0,88                       | 42,5 |
| 6. Фон + обробка Ескортом у фазу 1                                     | 2,48    | 3,52    | 3,00    | 0,93                       | 44,9 |
| 7. Фон + обробка Д <sub>2</sub> у фази 1 та 2                          | 2,62    | 3,66    | 3,14    | 1,07                       | 49,3 |
| 8. Фон + обробка Ескортом у фази 1 та 2                                | 2,68    | 3,74    | 3,21    | 1,14                       | 57,7 |
| 9. Фон + N <sub>30</sub> (карбамід) у фазу 2                           | 2,60    | 3,66    | 3,13    | 1,06                       | 51,9 |
| НІР <sub>05</sub> , т/га                                               | 0,08    | 0,11    |         |                            |      |

\*) підживлення або обробка посіву: 1 – у фазу виходу рослин у трубку; 2 – у фазу наливу зерна

У кінцевому підсумку досліджувані фони живлення, сформовані шляхом застосування мінеральних добрив та проведення позакоренових підживлень, позначилися на врожайності зерна ярих тритикале та пшениці (табл. 1, 2).

Як свідчать наведені дані, у середньому за два роки досліджень вищу продуктивність сформувало тритикале яре порівняно з пшеницею ярою, проте остання більш виразно і позитивно реагує на фон живлення. Так, у варіанті неудобреного контролю зерна тритикале зібрано 2,07 т/га, а пшениці – 1,57 т/га, або на 0,5 т/га менше. Залежно від доз і строків внесення мінеральних добрив та обприскування рослин по листку рістрегуляторами врожайність зерна тритикале ярого зростала, порівняно з контролем, у середньому за два роки на 33,8–67,6 %, а пшениці ярої – на 57,3–95,2 %.

Таблиця 2. Урожайність зерна пшениці ярої залежно від фону живлення, т/га

| Варіант живлення *)                                                  | 2014 р. | 2015 р. | Середня | Приріст урожаю до контролю |      |
|----------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|----------------------------|------|
|                                                                      |         |         |         | т/га                       | %    |
| 1. Без добрив - контроль                                             | 1,20    | 1,93    | 1,57    | 0,00                       | 0,0  |
| 2. N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> під передпосівну культивуацію фон | 1,85    | 3,09    | 2,47    | 0,90                       | 57,3 |
| 3. N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> під передпосівну культивуацію фон | 2,36    | 3,67    | 3,02    | 1,45                       | 92,4 |
| 4. Фон + N <sub>30</sub> (аміачн. селітра) у фазу 1                  | 2,45    | 3,69    | 3,07    | 1,51                       | 95,2 |
| 5. Фон + обробка Д <sub>2</sub> у фазу 1                             | 1,98    | 3,36    | 2,67    | 1,10                       | 70,1 |
| 6. Фон + обробка Ескортом у фазу 1                                   | 2,01    | 3,40    | 2,71    | 1,14                       | 72,6 |
| 7. Фон + обробка Д <sub>2</sub> у фази 1 та 2                        | 2,11    | 3,51    | 2,81    | 1,24                       | 79,0 |
| 8. Фон + обробка Ескортом у фази 1 та 2                              | 2,15    | 3,55    | 2,85    | 1,28                       | 81,5 |
| 9. Фон + N <sub>30</sub> (карбамід) у фазу 2                         | 2,20    | 3,47    | 2,84    | 1,27                       | 80,9 |
| НІР <sub>05</sub> , т/га                                             | 0,09    | 0,12    |         |                            |      |

\*) підживлення або обробка посіву: 1 - у фазу виходу рослин у трубку; 2 – у фазу наливу зерна.

Варіант застосування під передпосівну культивуацію  $N_{30}P_{30}$  (фон) без проведення додаткових підживлень у середньому по обох культурах забезпечило приріст урожайності – 45,6 % до контролю, а за внесення у підживлення  $N_{30}$  у формі аміачної селітри на початку виходу рослин у трубку, тобто за загальної норми азоту –  $N_{60}$ , це збільшення склало 76,9 % до контролю. Слід зазначити, що обробка посівів пшениці та тритикале ярих у фазу колосіння  $N_{30}$  у формі карбаміду забезпечила нижчі прирости врожайності зерна порівняно з попередньо наведеним строком підживлення аміачною селітрою. Так, у відповідних варіантах зерна пшениці ярої зібрано у середньому за два роки 3,07 т/га та 2,84 т/га, а тритикале ярого 3,47 і 3,13 т/га. Підживлення карбамідом, як відомо, більш позитивно позначається на основних показниках якості зерна, а врожайність підвищує меншою мірою, порівняно з проведенням азотного підживлення у більш ранні періоди вегетації.

Істотно зростала продуктивність досліджуваних культур і за проведення підживлень по листку сучасними біопрепаратами. Зокрема, врожайність тритикале ярого у середньому за два роки та по обох препаратах за одноразової обробки на початку виходу рослин у трубку склала 2,98 т/га, або зросла на 44 % порівняно з контролем, та на 7,6 % порівняно з фоновим внесенням –  $N_{30}P_{30}$  до сівби, а за дворазової обробки (ще й у фазу наливу зерна) показники врожайності та її приросту відповідно склали 3,18 т/га та 53,6 і 14,8 %.

Загалом порівнюючи зернову продуктивність досліджуваних нами ярих культур, слід зазначити, що істотно вищий рівень урожайності вони сформували у 2015 році, у якому впродовж березня-червня випало 249,7 мм опадів, а у попередньому 2014 році лише 148,0 мм, з них 64,4 мм – у другій половині червня місяця, коли вегетація рослин практично вже була припинена. Так, якщо у контрольному варіанті в 2014 р. зібрали зерна пшениці ярої 1,20 т/га, а тритикале 1,65 т/га, то у сприятливому за зволоженістю 2015 р. – 1,93 і 2,49 т/га. За оптимізації живлення досліджуваних культур урожайність їх у середньому по всіх удобрених варіантах істотно зросла: у 2014 році пшениці ярої було сформовано 2,14 т/га, тритикале – 2,30 т/га, а у 2015 році 3,47 та 3,66 т/га відповідно.

Максимальний рівень урожайності зерна досліджуваних ярих культур, отримали по фоні застосування та проведення підживлення  $N_{30}$  до сівби  $N_{30}P_{30}$  (у формі аміачної селітри) на початку виходу рослин у трубку. Практично таким же він сформований і за одноразового внесення  $N_{60}P_{30}$  перед сівбою (різниця визначена в межах НІР).

Високу ефективність отримали від обробки посівів рослин ярих пшениці та тритикале сучасними біопрепаратами  $D_2$  і ескортом. Урожайність зерна навіть за одноразового підживлення ними достовірно зростала, а за дворазової обробки наближалася до варіанту з проведенням по фоні внесення  $N_{30}P_{30}$  підживлення карбамідом  $N_{30}$  на початку колосіння. Отримані результати пересвідчують у



доцільності використання рістрегулюючих речовин для оптимізації живлення рослин. За їх застосування по фоні невисоких доз мінеральних добрив істотно зростає рівень урожайності культур та знижується собівартість вирощування, оскільки вартість препаратів є значно нижчою порівняно з витратами на добрива.

### Висновки та перспективи подальших досліджень

Встановлено, що ярі зернові культури пшениця та тритикале, істотно підвищують зернову продуктивність за внесення мінеральних добрив. Так, по фоні внесення  $N_{30}P_{30}+$   $N_{30}$  у підживлення на початку виходу рослин у трубку пшениці ярої у середньому за два роки сформовано 3,07 т/га, тоді як без добрив 1,57 т/га, а зерна тритикале відповідно 3,47 та 2,07 т/га.

Належний приріст урожайності забезпечує обробка посівів досліджуваних ярих культур сучасними рістрегулюючими препаратами ескортом та Д<sub>2</sub>.

Дослідженнями встановлено високу ефективність їх застосування на початку виходу рослин у трубку, а за дворазової обробки посівів препаратами вони практично забезпечують отримання такого ж рівня врожайності зерна, як і підживлення азотом (карбамідом) у дозі  $N_{30}$  на початку колосіння по фоні основного внесення  $N_{30}P_{30}$ .

Визначено, що в умовах південного Степу України рівень урожайності сільськогосподарських культур, у т.ч. і ярих зернових, значною мірою визначається кількістю опадів, що випали упродовж вегетаційного періоду культури. За оптимізації умов живлення рослин їх продуктивність істотно зростає незалежно від погодно-кліматичних умов.

Вважаємо за доцільне дослідження у даному напрямі продовжувати та поглиблювати у зв'язку з появою нових сортів, препаратів й зміною кліматичних і ґрунтових умов.

### Література

1. Гамаюнова В. В. Сучасний стан, проблеми та перспективи застосування добрив у зрошуваному землеробстві південної зони України / В. В. Гамаюнова, І. Д. Філіп'єв, О. В. Сидякіна // Вісник Харків. НАУ ім. В. В. Докучаєва. Серія. Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство. – 2004. – № 1. – С. 181–186.
2. Гамаюнова В. В. Зміна родючості ґрунтів південного Степу України під впливом добрив та підходи до їх ефективного застосування у сучасному землеробстві / В. В. Гамаюнова // Агрохімія і ґрунтознавство. – 2015. – Спец. вип. : Охорона ґрунтів – основа сталого розвитку України : IX з'їзд Українського товариства ґрунтознавців та агрохіміків. Кн. І. Пленарні доп. – С. 38–47.
3. Добровольский Г. В. Сохранение почв и их плодородия – важнейшая экологическая проблема XXI века / Г. В. Добровольский // Почвы и их плодородие на рубеже столетий : материалы II съезда Белорусского общества

почвоведов. – Минск, 2001. – Кн. 1. Теоретические и прикладные проблемы почвоведения. – С. 74–75.

4. Балюк С. А. Підсумки діяльності Українського товариства ґрунтознавства та агрохіміків у 2010–2014 рр. і актуальні завдання на перспективу / С. А. Балюк, В. В. Медведєв // Агрохімія і ґрунтознавство. – 2015. – Спец. вип. : Охорона ґрунтів – основа сталого розвитку України : IX з'їзд Українського товариства ґрунтознавців та агрохіміків. Кн. I. Пленарні доп. – С. 3–17.

5. Современные подходы к увеличению эффективности удобрений под сельскохозяйственные культуры в земледелии Южной Степи Украины / В. В. Гамаюнова, О. Ш. Исакова, В.Ф. Дворецкий [и др.] // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия / ФГБНУ «РосНИИПМ». – 2015. – Вып. 4 (60) : Современные средства и технологии в сельскохозяйственном производстве : материалы конф. – С. 75–80.

6. Мікродобрива важливий резерв підвищення урожайності сільськогосподарських культур / С. Ю. Булігін, А. І. Фатєєв, Л. Ф. Демішев, Ю. Ю. Туровський // Вісник аграр. науки. – 2000. – № 11. – С. 13–15.

7. Оценка обеспеченности почв Украины подвижными формами микроэлементов для выращивания зерновых культур / А. И. Фатеев, Н. Н. Мирошниченко, Я. В. Бородин, А. М. Шемет // Агрохімія і ґрунтознавство. – 2014. – Спец. вип. : Охорона ґрунтів – основа сталого розвитку України : IX з'їзд УТГА. Кн. 1. Пленарні доп. – С. 162–171.

УДК 633“324”:631.152:65.011.4(477.7)

В. В. Гамаюнова

Д. С.-Г. Н.

А. О. Литовченко

Н. М. Музика

Миколаївський національний аграрний університет

### ЗНАЧЕННЯ ПОПЕРЕДНИКА У ФОРМУВАННІ ЗЕРНОВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ОЗИМИХ КУЛЬТУР В УМОВАХ СТЕПУ УКРАЇНИ

*У статті наведено дані досліджень з озимими культурами: пшеницею, ячменем, житою і тритикале з впливу на урожайність їх зерна попередника, фону живлення, погоднo-кліматичних умов року вирощування і сортових особливостей.*

*Встановлено, що, незалежно від кліматичних умов року, найбільш висока зернова продуктивність всіх досліджуваних культур формується при розміщенні їх на чорному парі. Після інших попередників, а саме після стернових – (пшениці озимої і кукурудзи на силос), урожайність зерна, порівняно з паром, знижується, проте в оптимальні за зволоженням роки різниця у рівнях урожайності між попередниками практично нівелюється.*

© В. В. Гамаюнова, А. О. Литовченко, Н. М. Музика

почвоведов. – Минск, 2001. – Кн. 1. Теоретические и прикладные проблемы почвоведения. – С. 74–75.

4. Балюк С. А. Підсумки діяльності Українського товариства ґрунтознавства та агрохіміків у 2010–2014 рр. і актуальні завдання на перспективу / С. А. Балюк, В. В. Медведєв // Агрохімія і ґрунтознавство. – 2015. – Спец. вип. : Охорона ґрунтів – основа сталого розвитку України : IX з'їзд Українського товариства ґрунтознавців та агрохіміків. Кн. I. Пленарні доп. – С. 3–17.

5. Современные подходы к увеличению эффективности удобрений под сельскохозяйственные культуры в земледелии Южной Степи Украины / В. В. Гамаюнова, О. Ш. Исакова, В.Ф. Дворецкий [и др.] // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия / ФГБНУ «РосНИИПМ». – 2015. – Вып. 4 (60) : Современные средства и технологии в сельскохозяйственном производстве : материалы конф. – С. 75–80.

6. Мікродобрива важливий резерв підвищення урожайності сільськогосподарських культур / С. Ю. Булигін, А. І. Фатєєв, Л. Ф. Демішев, Ю. Ю. Туровський // Вісник аграр. науки. – 2000. – № 11. – С. 13–15.

7. Оценка обеспеченности почв Украины подвижными формами микроэлементов для выращивания зерновых культур / А. И. Фатеев, Н. Н. Мирошниченко, Я. В. Бородина, А. М. Шемет // Агрохімія і ґрунтознавство. – 2014. – Спец. вип. : Охорона ґрунтів – основа сталого розвитку України : IX з'їзд УТГА. Кн. 1. Пленарні доп. – С. 162–171.

УДК 633“324”:631.152:65.011.4(477.7)

В. В. Гамаюнова

Д. С.-Г. Н.

А. О. Литовченко

Н. М. Музика

Миколаївський національний аграрний університет

### ЗНАЧЕННЯ ПОПЕРЕДНИКА У ФОРМУВАННІ ЗЕРНОВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ОЗИМИХ КУЛЬТУР В УМОВАХ СТЕПУ УКРАЇНИ

*У статті наведено дані досліджень з озимими культурами: пшеницею, ячменем, житом і тритикале з впливу на урожайність їх зерна попередника, фону живлення, погодньо-кліматичних умов року вирощування і сортових особливостей.*

*Встановлено, що, незалежно від кліматичних умов року, найбільш висока зернова продуктивність всіх досліджуваних культур формується при розміщенні їх на чорному парі. Після інших попередників, а саме після стернових – (пшениці озимої і кукурудзи на силос), урожайність зерна, порівняно з паром, знижується, проте в оптимальні за зволоженням роки різниця у рівнях урожайності між попередниками практично нівелюється.*

© В. В. Гамаюнова, А. О. Литовченко, Н. М. Музика

*Застосування мінеральних добрив за природним фоном попередника сприяє суттєвому збільшенню урожайності зерна всіх взятих на вивчення озимих культур: пшениці – на 35,5%, ячменю – 15,8%, жита – 23,5 % і тритикале – на 31,2% у середньому за досліджуваними сортами. Разом з тим, при вирощуванні озимих за фоном удобреного попередника значно покращується якість зерна, наприклад, зростає вміст у ньому білка і клейковини, збільшується маса 1000 насінин.*

**Ключові слова:** попередник, озимі пшениця, ячмінь, жито, тритикале, сорти, фон живлення, урожайність зерна.

### Постановка проблеми

Відомо, що від виробництва сільськогосподарської продукції і, перш за все, найважливішого з видів продовольчих ресурсів високоякісного зерна залежить забезпечення населення продуктами харчування, тваринництва – збалансованими й поживними кормами, воно є цінною сировиною для багатьох галузей переробної промисловості [1]. Загалом, за кількістю виробництва зерна на душу населення, як правило, можна судити про добробут і розвиток країни, її продовольчу безпеку.

Окрім пшениці озимої, в зерновому кліні важливу роль відводять й іншим озимим перспективним культурам, таким, як ячмінь, жито та тритикале. За їх вирощування та отримання сталої врожайності значно зростають обсяги виробництва зерна у нашій країні та розширюється асортимент зернової продукції.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Науковими дослідженнями та практикою господарств визначено, що вища врожайність із відповідними показниками якості зерна формується за сприятливої та достатньої забезпеченості ґрунтів елементами живлення. Відомо, що в останні роки родючість ґрунтів поступово погіршується, знижується їх забезпеченість рухомими сполуками NPK, гумусом тощо. Пов'язано це з істотним зменшенням обсягів застосування органічних і мінеральних добрив, так як вартість їх істотно зросла, гній не вносять внаслідок скорочення поголів'я тварин, тобто не виконується закон повернення в ґрунт поживних речовин [2, 3]. Разом з тим, зернові культури на формування 1 т зерна споживають 25–28 кг азоту, 1/3 із загальної дози цього елемента живлення озимі рослини використовують упродовж осінньої вегетації до виходу в зиму, а решту 2/3 азоту – після відновлення вегетації весною й до початку колосіння [4, 5].

За умови недостатнього застосування добрив та обмеженого вмісту доступних елементів живлення у ґрунті, вирішальна роль в отриманні гарантованої врожайності будь-якої сільськогосподарської культури належить попереднику [6, 7].

На півдні України значення попередника пов'язують з умовами накопичення вологи у ґрунті, про яку землероб повинен більше дбати й краще (повніше) використовувати як фактор, що найбільше впливає на рівень урожайності сільськогосподарських культур, у тому числі і зернових озимих. З рухом в орга-

нах рослин води пов'язані всі життєві процеси. До того ж, волога ґрунту визначає рівень життєдіяльності не лише рослин, а й мікроорганізмів, забезпечує інтенсивність багатьох фізичних і хімічних процесів. Із зміною клімату та глобальним потеплінням волога стає головним критичним фактором у формуванні продуктивності сільськогосподарських культур. Дослідниками визначено, що найбільше вологи в ґрунті накопичується у полі чорного пару [8, 9].

У зв'язку зі зміною умов господарювання та потеплінням клімату, ми продовжили дослідження щодо визначення найбільш сприятливого попередника для озимих пшениці, ячменю, жита та тритикале, взявши на вивчення по декілька малодосліджених сортів цих культур, рекомендованих для умов півдня України.

### Мета, завдання та методика досліджень

Дослідження проведено впродовж 2008–2010 рр. у Миколаївському інституті АПВ з пшеницею озимою та у 2014–2015 рр. у навчально-науково-практичному центрі Миколаївського НАУ зі сортами пшениці та іншими зерновими озимими культурами. Ґрунтова відміна – чорнозем південний важкосуглинковий. У шарі ґрунту 0–30 см міститься гумусу (за Тюрнімом) – 2,9–3,2%, легкогідролізованого азоту 65, нітратів (за Грандваль-Ляжу) – 22–27 мг/кг, рухомого фосфору (за Мачигінім) – 37–40 мг/кг, обмінного калію (на полуменовому фотометрі) – 330–340, рН-6,8–7,2 мг/кг ґрунту.

Дослідження проводили у сівозміні зі сортами озимих культур: пшеницею (сорт Альбатрос одеський (st), Селянка, Куяльник, Вікторія одеська, Єрмак), ячменем (сорт Метелиця та Основа), тритикале (Ратне, Інтерес) і житом (Княже та Слобожанець). Повторність дослідів триразова, площа посівної ділянки 80 м<sup>2</sup>, облікової – 36 м<sup>2</sup>.

Агротехніка вирощування озимих культур була загальноприйнятою для зони південного Степу України.

Досліджувані озимі культури розміщували за трьома попередниками: чорним паром, кукурудзою на силос та стерновим – пшеницею озимою. Вирощували їх за фоном попередника без добрив та фоном застосування N<sub>30</sub>P<sub>30</sub> до сівби з проведенням підживлення азотом весною дозою N<sub>30</sub> у фазу виходу рослин у трубку. За вирощування пшениці озимої для покращення якості зерна проводили ще й позакореневе підживлення карбамідом дозою N<sub>30</sub> у фазу колосіння.

Погодні умови у роки досліджень різнилися. За температурним режимом вони були типовими для південної зони Степу України. Істотною виявилася різниця у забезпеченості рослин упродовж вегетації вологою. Так, період 2013–2014 рр. вегетації озимих культур був характерним для більшості років, а 2014–2015 рр. – виявився достатньо сприятливим за зволоженістю.

### Результати досліджень

Проведеними дослідженнями встановлено, що врожайність досліджуваних нами озимих культур залежить і змінюється під впливом попередника, фону

живлення, але найбільше – від погодних умов року вирощування або забезпеченості рослин упродовж вегетації оптимальною кількістю вологи.

**Таблиця 1. Урожайність зерна досліджуваних сортів пшениці озимої під впливом попередника і мінеральних добрив (середнє за 2008–2010 рр.), т/га**

| Попередник<br>(фактор А)  | Сорт (фактор В)                    | Фон живлення (фактор С) |                |                                                                     |                |                           |                |
|---------------------------|------------------------------------|-------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------|----------------|
|                           |                                    | Без добрив              |                | N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> + N <sub>30</sub> + N <sub>30</sub> |                | Середнє за фонем живлення |                |
|                           |                                    | 2008–2010 рр.           | + до стандарту | 2008–2010 рр.                                                       | + до стандарту | 2008–2010 рр.             | + до стандарту |
| Чорний пар                | Альбатрос одеський (St) – контроль | 3,16                    | 0,00           | 4,31                                                                | 0,00           | 3,74                      | 0,00           |
|                           | Куяльник                           | 4,18                    | 1,02           | 5,63                                                                | 1,28           | 4,91                      | 1,17           |
|                           | Вікторія одеська                   | 4,00                    | 0,84           | 5,27                                                                | 0,96           | 4,64                      | 0,90           |
|                           | Селянка                            | 3,77                    | 0,61           | 5,18                                                                | 0,87           | 4,48                      | 0,74           |
|                           | Єрмак                              | 3,72                    | 0,56           | 5,15                                                                | 0,84           | 4,44                      | 0,70           |
| Кукурудза на силос        | Альбатрос одеський (St) – контроль | 2,25                    | 0,00           | 3,53                                                                | 0,00           | 2,89                      | 0,00           |
|                           | Куяльник                           | 2,74                    | 0,49           | 4,23                                                                | 0,70           | 3,49                      | 0,60           |
|                           | Вікторія одеська                   | 2,95                    | 0,70           | 4,18                                                                | 0,65           | 3,57                      | 0,68           |
|                           | Селянка                            | 2,39                    | 0,14           | 3,91                                                                | 0,38           | 3,20                      | 0,31           |
|                           | Єрмак                              | 2,34                    | 0,09           | 3,79                                                                | 0,26           | 3,07                      | 0,18           |
| Стерновий (пшениця озима) | Альбатрос одеський (St) – контроль | 2,26                    | 0,00           | 3,27                                                                | 0,00           | 2,77                      | 0,00           |
|                           | Куяльник                           | 2,84                    | 0,58           | 4,16                                                                | 0,89           | 3,50                      | 0,73           |
|                           | Вікторія одеська                   | 2,66                    | 0,40           | 4,26                                                                | 0,99           | 3,46                      | 0,69           |
|                           | Селянка                            | 2,50                    | 0,24           | 3,94                                                                | 0,67           | 3,22                      | 0,45           |
|                           | Єрмак                              | 2,51                    | 0,25           | 4,00                                                                | 0,73           | 3,26                      | 0,49           |
| за фактором               |                                    | А – 0,37                |                | AB – 0,48                                                           |                |                           |                |
| NIP <sub>05</sub> , т/га  |                                    | В – 0,14                |                | AC – 0,39                                                           |                | ABC – 0,51                |                |
|                           |                                    | С – 0,40                |                | BC – 0,43                                                           |                |                           |                |

Нашими дослідженнями встановлено, що, як в окремі роки вирощування, так і в середньому за три роки, врожайність зерна пшениці озимої вищою формувалася за розміщення по чорному пару (табл. 1). Після кукурудзи на силос або за стерновим попередником вона була на 47,8–49,0% нижчою за вирощування без добрив, а з їх внесенням – на 30,0% меншою у середньому за сортами відносно чорного пару.

Дослідження зі сортами пшениці озимої за тією ж схемою проведені нами і у 2015 р., який був сприятливим за кількістю опадів. Урожайність зерна сформована значно вищою, на неудобреному чорному парі у середньому за сортами зібрано 5,43 т/га, а з внесенням добрив – 6,67 т/га. Приріст урожайності зерна від оптимізації живлення склав 1,24 т/га, або 22,8 %. За вирощування досліджуваних сортів пшениці озимої за стерновим попередником зерна сформовано 4,67; 5,92; 1,25 т/га і 26,8 %, а після кукурудзи на силос – 4,62; 5,97 т/га, 1,35 т/га та 29,2 %, відповідно.

Як мінеральні добрива, так і попередники, окрім рівня врожайності, впливали на основні показники якості зерна пшениці озимої, зокрема вміст у ньому білка (рис.1).

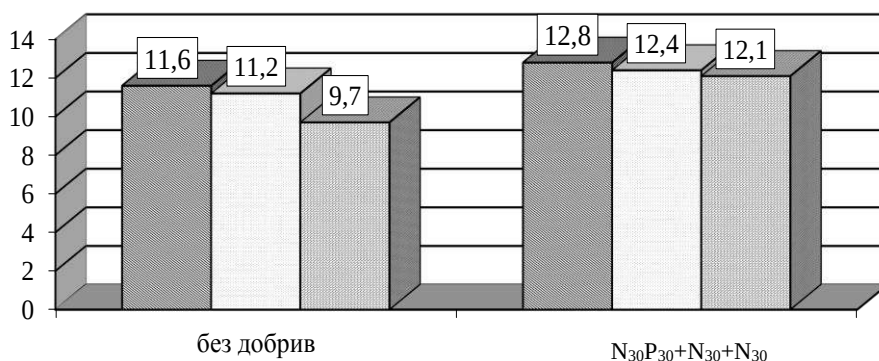


**Рис. 1. Вміст білка в зерні пшениці озимої у середньому за сортами залежно від попередника і мінерального живлення (середнє за 2008–2010 рр.), %**

*Примітки:*

■ чорний пар

□ кукурудза на силос

▒ стернові (пшениця озима)

Дослідження з іншими озимими зерновими культурами упродовж 2014–2015 рр. також підтвердили перевагу чорного пару як попередника та значення оптимізації живлення рослин (табл. 2). Зазначені роки досліджень істотно різнилися за кількістю опадів, що, звичайно ж, позначилося на формуванні зернової продуктивності культур, взятих на дослідження.

Так, із двох років вирощування за цим показником значно сприятливішим, як ми зазначали, виявився 2015 рік, у якому врожайність озимих ячменю, тритикале та жита сформувалася значно вищою, порівняно з попереднім 2014 роком (табл. 2).

Якщо у середньому за попередниками, культурами і сортами у 2014 р. врожайність зерна за вирощування без добрив, лише за фоном попередника склала 2,05 т/га, то у 2015 р. – 4,30 т/га, або виявилася більш ніж удвічі вищою. За внесення мінерального добрива у дозі  $N_{30}P_{30}+N_{30}$  рівні врожайності зерна, відповідно, склали 2,87 т/га та 5,16 т/га, тобто у 2015 р. вона сформувалася вищою на 2,29 т/га, або на 79,8 %. Отримані дані з впливу на рівень урожаю фону живлення пересвідчують, що у сприятливому за зволоженням 2015 р. приріст урожайності зерна від добрив виявився нижчим порівняно з 2014 роком: 115,1 та 79,8 %, відповідно, що пов'язано зі значно вищою продуктивністю досліджуваних культур у 2015 році за фоном досліджуваних попередників без внесення добрив.

Таблиця 2. Урожайність зерна озимих культур залежно від попередника і фону живлення, т/га

| Культура, сорт<br>(фактор А)                                                                                 |                | Попередник (фактор В) |        |              |               |                 |              |                    |        |              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------------|--------|--------------|---------------|-----------------|--------------|--------------------|--------|--------------|
|                                                                                                              |                | Чорний пар            |        |              | Пшениця озима |                 |              | Кукурудза на силос |        |              |
|                                                                                                              |                | 2014р.                | 2015р. | 2014-2015рр. | 2014р.        | 2015р.          | 2014-2015рр. | 2014р.             | 2015р. | 2014-2015рр. |
| <b>Без добрив – фон попередника (фактор С)</b>                                                               |                |                       |        |              |               |                 |              |                    |        |              |
| Ячмінь озимий                                                                                                | Метелиця       | 2,80                  | 5,14   | 3,97         | 2,16          | 4,88            | 3,52         | 2,12               | 4,76   | 3,44         |
|                                                                                                              | Основа         | 2,96                  | 5,02   | 3,99         | 2,21          | 4,94            | 3,58         | 2,16               | 4,84   | 3,50         |
| Тритикале озиме                                                                                              | Ратне          | 2,22                  | 4,08   | 3,15         | 1,90          | 4,31            | 3,06         | 1,86               | 3,96   | 2,91         |
|                                                                                                              | Інтерес        | 2,08                  | 4,04   | 3,06         | 1,87          | 4,08            | 2,98         | 1,79               | 3,97   | 2,88         |
| Жито озиме                                                                                                   | Княже          | 1,98                  | 4,01   | 3,00         | 1,80          | 3,97            | 2,89         | 1,78               | 3,88   | 2,83         |
|                                                                                                              | Слобожанець    | 1,95                  | 3,94   | 2,95         | 1,65          | 3,86            | 2,76         | 1,64               | 3,68   | 2,66         |
| Середнє по сортах                                                                                            | культурах і    | 2,33                  | 4,37   | 3,65         | 1,93          | 4,34            | 3,14         | 1,89               | 4,18   | 3,04         |
| <b><math>N_{30}P_{30}</math> до сівби + <math>N_{30}</math> на початку виходу рослин у трубку (фактор С)</b> |                |                       |        |              |               |                 |              |                    |        |              |
| Ячмінь озимий                                                                                                | Метелиця       | 3,24                  | 5,80   | 4,52         | 3,43          | 5,62            | 4,53         | 3,47               | 5,59   | 4,53         |
|                                                                                                              | Основа         | 3,41                  | 5,97   | 4,69         | 3,49          | 5,77            | 4,63         | 3,54               | 5,62   | 4,58         |
| Тритикале озиме                                                                                              | Ратне          | 2,96                  | 5,36   | 4,16         | 2,78          | 5,03            | 3,91         | 2,73               | 4,99   | 3,86         |
|                                                                                                              | Інтерес        | 2,77                  | 5,21   | 3,99         | 2,69          | 4,94            | 3,82         | 2,61               | 4,91   | 3,76         |
| Жито озиме                                                                                                   | Княже          | 2,55                  | 4,97   | 3,76         | 2,41          | 4,65            | 3,53         | 2,38               | 4,64   | 3,51         |
|                                                                                                              | Слобожанець    | 2,47                  | 4,73   | 3,60         | 2,34          | 4,52            | 3,43         | 2,31               | 4,53   | 3,42         |
| Середнє за сортами                                                                                           | культурами і   | 2,90                  | 5,34   | 4,12         | 2,86          | 5,09            | 3,98         | 2,84               | 5,05   | 3,94         |
| НІР <sub>05</sub> , т/га                                                                                     | за фактором А  | 0,08                  | 0,11   |              |               | за фактором АС  |              | 0,13               | 0,15   |              |
|                                                                                                              | за фактором В  | 0,07                  | 0,09   |              |               | за фактором ВС  |              | 0,12               | 0,14   |              |
|                                                                                                              | за фактором С  | 0,11                  | 0,14   |              |               | за фактором АВС |              | 0,14               | 0,17   |              |
|                                                                                                              | за фактором АВ | 0,09                  | 0,12   |              |               |                 |              |                    |        |              |



Разом з тим, як свідчать дані дворічних досліджень і це ілюструє рис. 2, фон живлення, незалежно від попередника, сприяє підвищенню врожайності зерна досліджуваних озимих культур, як незаперечною є і перевага чистого пару порівняно з іншими попередниками.

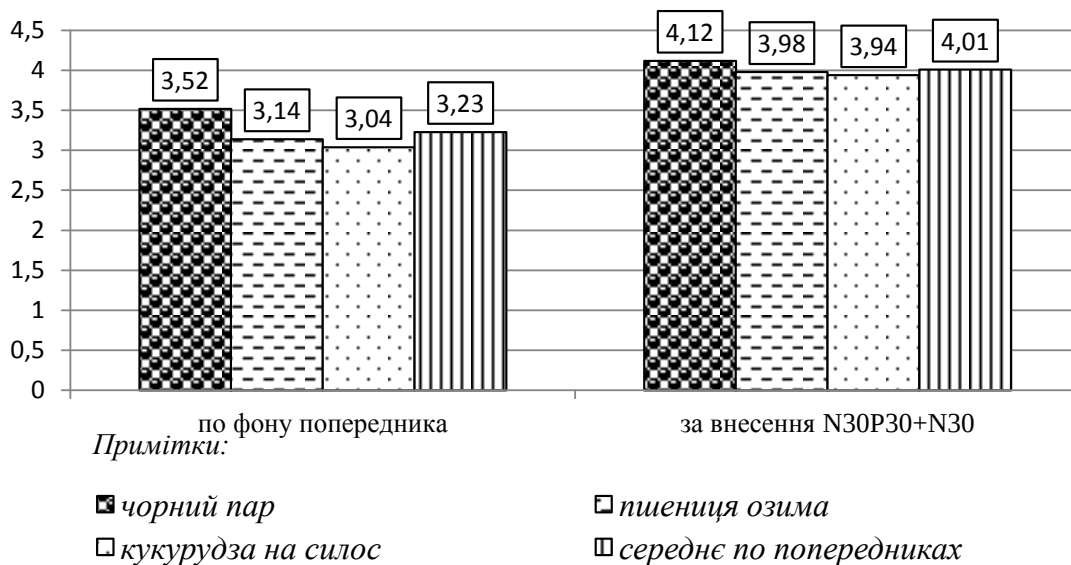


Рис. 2. Вплив попередника і фонів живлення на врожайність зерна озимих культур (середнє за культурами за 2014-2015 рр.), т/га

### Висновки та перспективи подальших досліджень

Урожайність зерна озимих культур значно залежить і змінюється під впливом погодних умов року вирощування і, першу чергу, від вологозабезпеченості рослин упродовж вегетаційного періоду. Проте, незалежно від кількості опадів, більш стабільна врожайність зерна формується за розміщення озимини на чорних парах та покращення (оптимізації) фонів живлення рослин. До того ж, зростає не лише рівень, а й якість вирощеного зерна.

### Література

1. Гамаюнова В. В. Сучасний стан, проблеми та перспективи застосування добрив у зрошуваному землеробстві південної зони України / В. В. Гамаюнова, І. Д. Філіп'єв, О. В. Сидякіна // Вісник Харківського НАУ ім. В. В. Докучаєва. Серія. «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство». – 2004. – № 1. – С. 181–186.

2. Гамаюнова В. В. Зміна родючості ґрунтів південного Степу України під впливом добрив та підходи до їх ефективного застосування у сучасному

землеробстві / В. В. Гамаюнова // Агрохімія і ґрунтознавство. – 2015. – Спец. вип. : Охорона ґрунтів – основа сталого розвитку України : IX з'їзд Українського товариства ґрунтознавців та агрохіміків. Кн. I. Пленарні доп. – С. 38–47.

3. Добровольский Г. В. Сохранение почв и их плодородия – важнейшая экологическая проблема XXI века / Г. В. Добровольский // Почвы и их плодородие на рубеже столетий : материалы II съезда Белорусского общества почвоведов. Кн. 1. Теоретические и прикладные проблемы почвоведения. – Минск, 2001. – С. 74–75.

4. Балюк С. А. Підсумки діяльності Українського товариства ґрунтознавства та агрохіміків у 2010–2014 рр. і актуальні завдання на перспективу / С. А. Балюк, В. В. Медведєв // Агрохімія і ґрунтознавство. – 2015. – Спец. вип. : Охорона ґрунтів – основа сталого розвитку України : IX з'їзд Українського товариства ґрунтознавців та агрохіміків. Кн. I. Пленарні доп. – С. 3–17.

5. Современные подходы к увеличению эффективности удобрений под сельскохозяйственные культуры в земледелии южной Степи Украины / В. В. Гамаюнова, О. Ш. Исакова, В. Ф. Дворецкий [и др.] // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия / ФГБНУ «РосНИИПМ». – 2015. – Вып. 4 (60) : Современные средства и технологии в сельскохозяйственном производстве : материалы конф. – С. 75–80.

6. Мікродобрива – важливий резерв підвищення урожайності сільськогосподарських культур / С. Ю. Булигін, А. І. Фатєєв, Л. Ф. Демішев, Ю. Ю. Туровський // Вісник аграр. науки. – 2000. – № 11. – С. 13–15.

7. Оценка обеспеченности почв Украины подвижными формами микроэлементов для выращивания зерновых культур / А. И. Фатеев, Н. Н. Мирошниченко, Я. В. Бородин, А. М. Шемет // Агрохімія і ґрунтознавство. – 2014. – Спец. вип. : Охорона ґрунтів – основа сталого розвитку України : IX з'їзд УТГА. Кн. 1. Пленарні доп. – С. 162–171.

УДК 631.53.04:631.811.98:633.854.79«324»

**О. Ф. Антоненко**

Д. с.-г. н.

**Ю. М. Савчук**

аспірант\*

Національний університет біоресурсів і природокористування України

## **ВПЛИВ СТРОКІВ СІВБИ ТА МІКРОДОБРІВ НА РОЗВИТОК РОСЛИН РІПАКУ ОЗИМОГО В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

*У статті наведені результати впливу строків сівби та мікродобрив на розвиток рослин ріпаку озимого. Встановлено, що від сівби і до початку зими накопичення поживних речовин більш інтенсивно відбувається за передпосівного та позакореневого внесення мікродобрив.*

© О. Ф. Антоненко, Ю. М. Савчук

\* Науковий керівник – доктор. с.-г. наук професор О.Ф. Антоненко

землеробстві / В. В. Гамаюнова // Агрохімія і ґрунтознавство. – 2015. – Спец. вип. : Охорона ґрунтів – основа сталого розвитку України : IX з'їзд Українського товариства ґрунтознавців та агрохіміків. Кн. I. Пленарні доп. – С. 38–47.

3. Добровольский Г. В. Сохранение почв и их плодородия – важнейшая экологическая проблема XXI века / Г. В. Добровольский // Почвы и их плодородие на рубеже столетий : материалы II съезда Белорусского общества почвоведов. Кн. 1. Теоретические и прикладные проблемы почвоведения. – Минск, 2001. – С. 74–75.

4. Балюк С. А. Підсумки діяльності Українського товариства ґрунтознавства та агрохіміків у 2010–2014 рр. і актуальні завдання на перспективу / С. А. Балюк, В. В. Медведєв // Агрохімія і ґрунтознавство. – 2015. – Спец. вип. : Охорона ґрунтів – основа сталого розвитку України : IX з'їзд Українського товариства ґрунтознавців та агрохіміків. Кн. I. Пленарні доп. – С. 3–17.

5. Современные подходы к увеличению эффективности удобрений под сельскохозяйственные культуры в земледелии южной Степи Украины / В. В. Гамаюнова, О. Ш. Исакова, В. Ф. Дворецкий [и др.] // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия / ФГБНУ «РосНИИПМ». – 2015. – Вып. 4 (60) : Современные средства и технологии в сельскохозяйственном производстве : материалы конф. – С. 75–80.

6. Мікродобрива – важливий резерв підвищення урожайності сільськогосподарських культур / С. Ю. Булигін, А. І. Фатєєв, Л. Ф. Демішев, Ю. Ю. Туровський // Вісник аграр. науки. – 2000. – № 11. – С. 13–15.

7. Оценка обеспеченности почв Украины подвижными формами микроэлементов для выращивания зерновых культур / А. И. Фатеев, Н. Н. Мирошниченко, Я. В. Бородин, А. М. Шемет // Агрохімія і ґрунтознавство. – 2014. – Спец. вип. : Охорона ґрунтів – основа сталого розвитку України : IX з'їзд УТГА. Кн. 1. Пленарні доп. – С. 162–171.

УДК 631.53.04:631.811.98:633.854.79«324»

О. Ф. Антоненко

д. с.-г. н.

Ю. М. Савчук

аспірант\*

Національний університет біоресурсів і природокористування України

**ВПЛИВ СТРОКІВ СІВБИ ТА МІКРОДОБРИВ НА РОЗВИТОК  
РОСЛИН РІПАКУ ОЗИМОГО В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО  
ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

*У статті наведені результати впливу строків сівби та мікродобрив на розвиток рослин ріпаку озимого. Встановлено, що від сівби і до початку зимівлі накопичення*

поживних речовин більш інтенсивно відбувається за передпосівного та позакореневого внесення мікродобрив.

Встановлений оптимальний строк посіву – 21 серпня. Щодо раннього посіву (11 серпня) рослини переростають, а пізнього (31 серпня) – вони ослаблені. Як наслідок, спостерігалось випрівання і вимерзання непідготовлених до перезимівлі рослин.

За даними результатів досліджень встановлено, що у сорту ріпаку озимого Снігова Королева (оптимального строку посіву) перед входом в зиму діаметр кореневої шийки складав 0,6–0,8 см, при оптимальній облиствленості 6–8 листків на рослині. Позитивні результати одержані у варіантах із передпосівним обробітком насіння, та позакореневого підживлення мікродобривами Вуксал Мікроплант й Вуксал Теріос.

**Ключові слова:** ріпак озимий, строк посіву, мікродобрива, зимостійкість, коренева шийка, вегетація.

### Постановка проблеми

Озимий ріпак в Україні є однією з головних експортно-орієнтовних сільськогосподарських культур. Щорічно понад 70 відсотків валового збору ріпаку реалізується за кордон. У зв'язку з цим, забезпечення стабільності його виробництва на основі високої та економічно-обґрунтованої насінневої продуктивності й урожайності на сучасному етапі розвитку вітчизняного агропромислового комплексу, віднесено вітчизняними товаровиробниками до першочергових завдань, що потребують наукового вирішення [8].

Особливої актуальності розв'язання цієї проблеми набуло з появою нових методів та інструментів проведення досліджень, які дозволяють здійснювати цілеспрямований пошук ефективних чинників, що забезпечують удосконалення технології отримання високоякісного насіння озимого ріпаку [2].

Серед багатьох заходів, які впливають на розвиток озимого ріпаку, його зимостійкість та продуктивність, особливо важливе значення мають строки сівби, які визначають віковий етап рослин.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

За дослідженнями Д. Шпаара та інших авторів, близько 70% майбутнього врожаю ріпаку озимого залежить від його входження в зиму. [10] Вибір правильного строку посіву створює кращі умови для нормального розвитку озимого ріпаку осінню, проходження фаз органогенезу, формування високопродуктивних посівів, загартування та перезимівлі [1, 5, 6]

Установлено, що між розвитком рослин, при різних строках сівби та їх морозо- і зимостійкістю, відсутня пряма залежність. Розвиненість рослин в осінній період не може бути надійним показником їх високої стійкості і продуктивності [8]. Більш того, рослинам ранніх термінів сівби, тобто більшим за віком, властива знижена морозостійкість порівняно з морозостійкістю рослин оптимальних і пізніх посівів.

Рослини, які тривалий час розвиваються при високих температурах, мають високий ступінь диференціації конуса наростання і погано загартовуються [2, 9].

Найкраще перезимовують рослини з розеткою 6–8 справжніх листків, діаметром кореневої шийки не менш ніж 8 мм і довжиною стебла від 8 до 10 см.

Озимий ріпак, що сформував нормальну розетку, переносить температури на рівні кореневої шийки до  $-16$ – $-17^{\circ}\text{C}$ . Добре розвинені, загартовані рослини морозостійких сортів ріпаку можуть витримувати температури до  $-21$ – $-22^{\circ}\text{C}$ . Рослини ріпаку з недорозвиненою розеткою 4–5 листків (мінімально можливий розвиток), кореневою системою, яка сягає менш ніж 90 см (головний стрижень 7–9 см) можуть загинути за температури повітря  $-10$ – $-12^{\circ}\text{C}$ . Найбільш уразлива до низьких температур коренева шийка [9, 7, 3].

### Мета, завдання та методика досліджень

Мета досліджень: уточнити строки посіву сортів ріпаку озимого для оптимального росту і розвитку рослин на період їх вегетації та заходи підвищення зимостійкості посівів.

Об'єктом дослідження є сорт ріпаку озимого Снігова Королева.

Предмет дослідження: строки посіву, мікродобрива Вуксал Мікроплант, Теріос та Аскофол, передпосівна обробка насіння, позакореневе внесення, зимостійкість.

Виходячи з мети та поставлених завдань, була розроблена схема трьохфакторного дослідження у чотирикратній повторності.

Фактор А (сорт) – Снігова Королева;

Фактор В (строк посіву) – 11 серпня, 21 серпня, 31 серпня;

Фактор С (мікродобриво) – контроль, Вуксал Мікроплант, Вуксал Теріос, Вуксал Аскофол.

Дослідження проводилися на дослідному полі ВП НУБіП України «Агрономічної дослідної станції», що розміщене у селі Пшеничне Васильківського району Київської області. Землі господарства знаходяться в північно-східній частині Правобережного Лісостепу України. Територія Агрономічної дослідної станції входить до складу Білоцерківського агрогрунтового району Київської області.

Рельєф ділянок – рівнинний, ґрунт – чорнозем типовий малогумусний середньосуглинковий, грубопилюватий. Вміст гумусу в орному шарі, за Тюрнімом, складає 4,34–4,68%, рН сольової витяжки 6,8–7,3, ємність поглинання – 30,7–32,5 мг/екв на 100 г ґрунту. До складу мінеральної твердої фази ґрунту входить 37% фізичної глини, 63% піску. Щільність ґрунту в рівноважному стані – 1,16–1,25 г/см<sup>3</sup>, вологість стійкого в'янення – 10,8%. Агрохімічні та водно-фізичні показники типового малогумусного чорнозему, на фоні якого проводилися польові дослідження, описані в таблиці 1.

Таблиця 1. Агрохімічна характеристика чорнозему типового малогумусного у ВП НУБІП України «Агрономічна дослідна станція»

| Глибина горизонту, см | Вміст гумусу, % | pH сольової витяжки | Кількість карбонатів, % | Ємкість поглинання, мг/екв на 100 г ґрунту |
|-----------------------|-----------------|---------------------|-------------------------|--------------------------------------------|
| I                     | II              | III                 | IV                      | V                                          |
| 0–10                  | 4,53            | 6,87                | –                       | 31,9                                       |
| 35–45                 | 4,38            | 7,30                | 1,66                    | 32,0                                       |
| 70–80                 | 1,36            | 7,30                | 9,20                    | 19,1                                       |
| 130–140               | 0,86            | 7,30                | 10,50                   | 15,0                                       |
| 210–220               | –               | 7,30                | 9,70                    | –                                          |

Ґрунт характеризується великим вмістом валових і рухомих форм поживних речовин. Вміст загального азоту (за Кельдалем) – 0,27–0,31%, загального фосфору – 0,15–0,25%, калію – 2,3–2,5%. Вміст рухомого фосфору (за Мачигінім) складає 4,5–5,5 мг на 100 г ґрунту, а обмінного калію – 9,8–10,3. Описані ґрунти займають 54,6% ґрунтового покриву зони Лісостепу України. Це дає можливість вважати, що польові дослідження проводилися у типових для зони ґрунтових умовах.

Водно-фізичні властивості чорнозему типового наведені у таблиці 2.

Таблиця 2. Водно-фізичні властивості чорнозему типового малогумусного у ВП НУБІП України «Агрономічна дослідна станція»

| Глибина горизонту, см | Щільність, г/см <sup>3</sup> | Загальна пористість, % | Максимальна молекулярна вологоємність, % | Вологість в'янення, % | Польова вологоємність, % | Повна вологоємність, % |
|-----------------------|------------------------------|------------------------|------------------------------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------|
| I                     | II                           | III                    | IV                                       | V                     | VI                       | VII                    |
| 5–25                  | 1,25                         | 52                     | 13,6                                     | 10,8                  | 28,2                     | 41,6                   |
| 25–45                 | 1,16                         | 55                     | 13,2                                     | 10,7                  | 27,3                     | 47,4                   |
| 80–100                | 1,27                         | 52                     | 12,3                                     | 9,8                   | 25,6                     | 41,0                   |
| 135–155               | 1,20                         | 54                     | –                                        | –                     | 21,5                     | 45,0                   |
| 185–205               | 1,20                         | 56                     | 12,0                                     | 9,6                   | 20,8                     | 48,3                   |
| 230–250               | 1,55                         | 42                     | –                                        | –                     | 22,1                     | 27,1                   |

Протягом вегетаційного періоду проводили наступні вимірювання та спостереження: польова схожість, кількість рослин на шт/м<sup>2</sup> під в фазі сходів та перед входом в зиму та після, формування біометричних показників рослин і кореневої системи перед входженням рослин в зиму.

Сума ефективних температур повітря і сума опадів визначалась в період від посіву до припинення осінньої вегетації. Перезимуваними рослини рахувались відношенням кількості перезимуваних рослин до числа їх перед входженням в зиму, виражена у відсотках. Загальну кількість рослин визначали як відношення кількості рослин після перезимівлі до кількості рослин після сходів.

Визначення вмісту сухої речовини та цукрів проводили за методом Бертрана [4].

### Результати досліджень

Забезпеченість посівів теплом і кількості вологи від посіву до припинення осінньої вегетації є важливим фактором, що впливає на ріст і розвиток рослин ріпаку озимого. Припинення вегетації по рокам наступило 2013 р. – 14 жовтня, 2014 р. – 10 жовтня, 2015 р. – 4 листопада.

Погодні умови досліджуваних років були характерними для зони вирощування.



Рис. 1. Середньодобова температура повітря, °C  
(середнє за 2013 – 2015рр.)



Рис. 2. Кількість опадів, мм (середнє за 2013 – 2015 рр.)

Для забезпечення високої зимостійкості до кінця осінньої вегетації рослини ріпаку озимого повинні сформувати розетку із 6–8 листків з діаметром кореневої шийки 6 – 10 мм і висотою точки росту не більше 3 см [5, 10, 9, 3]. Згідно з нашими дослідженнями, рослини сортів ріпаку озимого ранніх строків сівби розвивалися краще.

Найбільш інтенсивний ріст спостерігався під дією Вуксал Мікроплант. Так, середня кількість справжніх листків у варіанті з раннім строком посіву склала 11,2 шт., середнього – 10,3, пізнього – 5,8, що уступав Вуксал Аскофол на 1,4 шт. Аналогічні результати одержані даного варіанту за діаметром кореневої шийки, яке, відповідно, складало 11,2 см, 8,2 см, і 4,6 см. За висотою точки росту даний варіант, мав кращі показники на рівні першого варіанту за даним показником відмічено у варіанті із Вуксал Теріос. Більшість показників були на рівні або перевищували контроль, на всіх строках сівби (таблиця 3.).

**Таблиця 3. Вплив строків сівби та мікродобрив на біометричні показники ріпаку озимого сорту Снігова Королева (середнє за 2013 – 2015 рр.)**

| Добриво           | Строки посіву    |      |     |                    |     |     |                  |     |      |
|-------------------|------------------|------|-----|--------------------|-----|-----|------------------|-----|------|
|                   | ранній 11 серпня |      |     | середній 21 серпня |     |     | пізній 31 серпня |     |      |
|                   | I*               | II   | III | I                  | II  | III | I                | II  | III  |
| Контроль          | 9,1              | 10,0 | 1,7 | 8,0                | 6,3 | 1,4 | 5,5              | 5,0 | 0,95 |
| Мікроплант        | 11,2             | 11,2 | 2,3 | 10,3               | 8,2 | 1,4 | 5,8              | 4,6 | 1,0  |
| Аскофол           | 10,5             | 10,8 | 1,3 | 7,7                | 6,3 | 1,3 | 6,4              | 6,0 | 1,1  |
| Теріос            | 10,7             | 9,4  | 1,7 | 9,                 | 6,8 | 1,6 | 5,8              | 5,7 | 1,0  |
| НІР <sub>05</sub> | 1,3              |      |     | 1,2                |     |     | 1,3              |     |      |

I\* – кількість листків, шт.;

II – діаметр кореневої шийки, см;

III – висота точки росту, см.

Слід відмітити, що найвищу ефективність у підвищенні зимостійкості ріпаку озимого сорту Снігова Королева сприяло застосування мікродобрив Вуксал Мікроплант і Вуксал Теріос при передпосівній обробці насіння та позакореневого внесення. Перезимівля складала від 80% до 85%. Краща урожайність відзначалася при посіві 21 серпня і становила 2,3–2,2 т/га у варіантах із застосуванням Вуксал Теріос і Вуксал Мікроплант (таблиця 4).



**Таблиця 4. Вплив строків сівби та мікродобрив на перезимівлю і урожайність  
ріпаку озимого сорту Снігова Королева  
(середнє за 2013 – 2015рр.)**

| Добриво          | Строки посіву    |          |                    |          |                  |          |
|------------------|------------------|----------|--------------------|----------|------------------|----------|
|                  | ранній 11 серпня |          | середній 21 серпня |          | пізній 31 серпня |          |
|                  | I*, %            | II, т/га | I, %               | II, т/га | I, %             | II, т/га |
| Контроль         | 81,0             | 1,9      | 84,0               | 2,0      | 79,6             | 1,7      |
| Мікроплант       | 82,2             | 2,1      | 85,1               | 2,3      | 80,1             | 1,8      |
| Аскофол          | 81,4             | 1,8      | 80,0               | 2,1      | 80,0             | 2,0      |
| Теріос           | 81,2             | 2,2      | 85,0               | 2,3      | 81,0             | 2,1      |
| НР <sub>05</sub> | 0,86             | 1,05     | 0,86               | 1,05     | 0,87             | 1,06     |

I\* – перезимівля, %;

II – урожайність, т/га.

У цілому можна відмітити, що застосування мікродобрив сприяло більш інтенсивному розвитку рослин ріпаку озимого порівняно із контролем. А це, у свою чергу, свідчить про те, що використання мікроелементів сприяє накопиченню поживних речовин та покращує їх перезимівлю.

#### **Висновки та перспективи подальших досліджень**

У зоні Правобережного Лісостепу України, яка характеризується сприятливими умовами для вирощування більшості сільськогосподарських культур, нами встановлено, що найбільш оптимальним строком посіву є 21 серпня, за проведення передпосівної обробки й позакореневого внесення мікродобрив Вуксал Мікроплант та Вуксал Теріос забезпечує врожай ріпаку озимого 2,3 т/га.

Перспективи подальших досліджень слід зосередити на вивченні інших факторів, що впливають на перезимівлю, ріст і розвиток рослин ріпаку озимого. Зосередити увагу на динаміку накопичення поживних речовин, яка відбувається в рослинах впродовж вегетації.

Отже, перспективи подальшого удосконалення елементів технології вирощування ріпаку озимого в умовах Правобережного Лісостепу України будуть спрямовані на строки посіву, норми удобрення, основного і передпосівного обробітку.

### Література

1. Андрусевич М. П. Влияние сроков сева на урожайность маслосемян озимого рапса / М. П. Андрусевич, Ф. Ф. Седляр // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр. – Гродно : ГГАУ, 2009. – Т. 1. – С. 21–28.
2. Волкодав В. В. Залежність насіннєвої продуктивності ріпаку озимого від строків сівби та мікродобрив / В. В. Волкодав, Ю. М. Савчук // Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. – 2014. – № 2 (23). – С. 37–39.
3. Морфологія рослин / І. М. Григора, І. М. Верхогляд, С. І. Шаброва [та ін.]. – К. : Фітоцентр, 2001. – 312 с.
4. Доспехов Б. М. Методика полевого опыта / Б. М. Доспехов. – М. : Колос, 1985. – 351 с.
5. Жолик Г. А. Биологические аспекты формирования семенной продуктивности озимого рапса различных сроков сева / Г. А. Жолик // Земляборства і ахова раслін. – 2006. – № 5. – С. 8–10.
6. Запрудский А. А. Приемы повышения зимостойкости и урожайности озимого рапса в северо-восточной части Беларуси / А. А. Запрудский // «Весці Нацыянальнай акадэміі Беларусі. – 2008. – Ч. 4 : Молодежь в науке – 2007. – С. 209–213.
7. Макрушин М. М. Насінництво (методологія, теорія, практика) : підручник / М. М. Макрушин, Є. М. Макрушина. – Вид. 2-е, допов. і переробл. – Сімферополь : Аріал, 2012. – 564 с.
8. Рекомендації з вирощування озимого ріпаку / М. І. Абрамик, С. І. Коржан, І. М. Кифорук [та ін.]. – Івано-Франківськ, 2004. – 14 с.
9. Утеуш Ю. А. Рапс и сурепица в кормопроизводстве / Ю. А. Утеуш. – К. : Наук. думка, 1979. – 228 с.
10. Шпаар Д. Рапс и сурепица. Вирощивание, уборка, хранение и использование / Д. Шпаар. – К., 2012. – 87 с.

УДК 633.1:635.65

**О. М. Данильченко**

к. с.-г. н.

**Г. О. Жатова**

к. с.-г. н.

Сумський національний аграрний університет

### **УРОЖАЙНІСТЬ І ЯКІСТЬ НАСІННЯ КОРМОВИХ БОБІВ ТА СОЧЕВИЦІ ЗАЛЕЖНО ВІД ІНОКУЛЯЦІЇ БАКТЕРІАЛЬНИМИ ПРЕПАРАТАМИ І ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ**

*Наведено результати досліджень щодо вивчення впливу елементів технології вирощування на формування симбіотичного апарату, урожайності та якості насіння*

© О. М. Данильченко, Г. О. Жатова

### Література

1. Андрусевич М. П. Влияние сроков сева на урожайность маслосемян озимого рапса / М. П. Андрусевич, Ф. Ф. Седляр // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр. – Гродно : ГГАУ, 2009. – Т. 1. – С. 21–28.
2. Волкодав В. В. Залежність насінневої продуктивності ріпаку озимого від строків сівби та мікродобрив / В. В. Волкодав, Ю. М. Савчук // Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. – 2014. – № 2 (23). – С. 37–39.
3. Морфологія рослин / І. М. Григора, І. М. Верхогляд, С. І. Шаброва [та ін.]. – К. : Фітоцентр, 2001. – 312 с.
4. Доспехов Б. М. Методика полевого опыта / Б. М. Доспехов. – М. : Колос, 1985. – 351 с.
5. Жолик Г. А. Биологические аспекты формирования семенной продуктивности озимого рапса различных сроков сева / Г. А. Жолик // Земляборства і ахова раслін. – 2006. – № 5. – С. 8–10.
6. Запрудский А. А. Приемы повышения зимостойкости и урожайности озимого рапса в северо-восточной части Беларуси / А. А. Запрудский // «Весці Нацыянальнай акадэміі Беларусі. – 2008. – Ч. 4 : Молодежь в науке – 2007. – С. 209–213.
7. Макрушин М. М. Насінництво (методологія, теорія, практика) : підручник / М. М. Макрушин, Є. М. Макрушина. – Вид. 2-е, допов. і переробл. – Сімферополь : Аріал, 2012. – 564 с.
8. Рекомендації з вирощування озимого ріпаку / М. І. Абрамик, С. І. Коржан, І. М. Кифорук [та ін.]. – Івано-Франківськ, 2004. – 14 с.
9. Утеуш Ю. А. Рапс и сурепица в кормопроизводстве / Ю. А. Утеуш. – К. : Наук. думка, 1979. – 228 с.
10. Шпаар Д. Рапс и сурепица. Вирощивание, уборка, хранение и использование / Д. Шпаар. – К., 2012. – 87 с.

УДК 633.1:635.65

О. М. Данильченко

к. с.-г. н.

Г. О. Жатова

к. с.-г. н.

Сумський національний аграрний університет

### УРОЖАЙНІСТЬ І ЯКІСТЬ НАСІННЯ КОРМОВИХ БОБІВ ТА СОЧЕВИЦІ ЗАЛЕЖНО ВІД ІНОКУЛЯЦІЇ БАКТЕРІАЛЬНИМИ ПРЕПАРАТАМИ І ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ

*Наведено результати досліджень щодо вивчення впливу елементів технології вирощування на формування симбіотичного апарату, урожайність та якість насіння*

© О. М. Данильченко, Г. О. Жатова

кормових бобів і сочевиці. Зафіксовано вплив інокуляції насіння бактеріальним препаратом на основі азотфіксуючих мікроорганізмів на фоні відповідних доз добрив як одного з важливих елементів технології вирощування для отримання високих врожаїв бобових культур в умовах північно-східного Лісостепу України.

**Ключові слова:** кормові боби, сочевиця, інокуляція, мінеральні добрива, бульбочкові бактерії, урожайність, білок.

### Постановка проблеми

В економічних умовах сьогодення однією з головних проблем аграрного сектора України є істотне збільшення й стабілізація виробництва зернобобових культур – основного джерела екологічно безпечного і збалансованого за амінокислотним складом білка [3].

До комплексу численних заходів, спрямованих на вирішення цієї проблеми, належить розробка й впровадження у виробництво ефективних, конкурентоспроможних, адаптованих до умов середовища технологій вирощування зернобобових культур. Основою таких технологій є, насамперед, раціональна система удобрення, що поєднує використання інокуляції бактеріальними препаратами та мінеральних добрив [1, 3]. Унікальність бобових рослин полягає в їх здатності до симбіотичної азотфіксації. Рослинно-бактеріальні мутуалістичні взаємини, що склалися еволюційно, були порушені процесі доместифікації та створенні агроценозів, стабільність яких підтримується людиною за рахунок застосування агрохімікатів та агротехнічних заходів. Формування високого рівня врожаю культурними рослинами неможливе без забезпечення необхідними мінеральними елементами, насамперед азотом.

Покращення азотного живлення рослинами агроценозів можливе за рахунок:

- 1) застосування мінеральних добрив;
- 2) азотфіксації (інокуляція і симбіоз) [5].

Потреба аграрного виробництва в азотних добривах зростає, оскільки збереження високої врожайності неможливо при повній відмові від використання хімічних речовин, проте рівень їх внесення можна значно знизити. Біологічна азотфіксація – потужний важіль накопичення азоту в ґрунті і живлення рослин [7].

Важливою складовою вирішення білкової проблеми є розширення видового асортименту бобових культур. Кормові боби та сочевиця посідають чільне місце серед зернобобових за високою здатністю до азотфіксувальної активності й вмістом білка у насінні.

### Аналіз останніх досліджень

Завдяки посиленню тенденції до екологізації аграрного виробництва використання бактеріальних препаратів, на основі азотфіксуючих бактерій при вирощуванні сільськогосподарських культур, набуло останнім часом особливої актуальності. Біологічна азотфіксація у посівах бобових є своєрідним прикладом безвідходної технології, де коефіцієнт використання азоту в бобово-ризобіальних системах наближається до 100 % [10].

Одним із пріоритетних напрямків світового сучасного землеробства є саме використання можливостей симбіотичної азотфіксації для підвищення продуктивності бобових культур і родючості ґрунту.

Не менш важливим і відкритим наразі питанням є забезпечення високоефективного симбіозу бобових культур із відповідними видами бульбочкових бактерій. Азотфіксуючий потенціал симбіозу бобових культур з ризобіями, присутніми у ґрунті (аборигенними), часто обмежений їх невисокою активністю або недостатньою кількістю бактерій в зоні проростання насіння. У зв'язку з цим, у технологіях вирощування бобових культур обов'язковим агрозаходом повинна бути передпосівна інокуляція насіння бактеріальними препаратами селекційних штамів відповідних ризобій, яка не тільки підвищує продуктивність рослин, а ще й сприяє інтродукції в ґрунті мікробіоценози високоефективних штамів бульбочкових бактерій [2, 10].

Інокуляція насіння бобових культур бактеріальними препаратами позитивно впливає на загальний стан рослин: вони мають кращі біометричні показники, відзначаються високим ступенем метаболічних процесів, зокрема фотосинтезу та азотфіксації, характеризуються підвищеною резистентністю до фітопатогенів, що, у цілому, позначається на формуванні високої врожайності [11].

Важливою особливістю рослин кормових бобів і сочевиці є здатність вступати у симбіотичні взаємовідносини з бульбочковими бактеріями виду *Rhizobium leguminosarum*, і шляхом біологічної азотфіксації засвоювати з атмосфери за вегетаційний період до 140 кг/га молекулярного азоту [11, 13].

Розміри симбіотичної азотфіксації значно залежать від умов мінерального живлення рослини-господаря: так, нестача одного з елементів негативно позначається на інтенсивності синтезу азотовмісних органічних сполук, ростових процесах рослин, зменшенні врожайності і зниженні вмісту білка в зерні.

Аналіз літературних джерел свідчить, що внесення невеликих доз азотних добрив ( $N_{20-45}$ ) або взагалі не позначається на інтенсивності азотфіксації, або виявляє слабкий гальмівний вплив. При застосуванні більш високих доз азотних добрив ( $N_{60-90}$ ) різко знижується кількість бульбочок та їх симбіотична активність [5].

Тому наразі є вивчення впливу інокуляції насіння бактеріальними препаратами у поєднанні з внесенням мінеральних добрив на формування продуктивності кормових бобів і сочевиці [4].

### **Мета, завдання та методика досліджень**

Мета досліджень полягала у вивченні ефективності впливу інокуляції насіння у поєднанні із внесенням мінеральних добрив на формування симбіотичного апарату, урожайності та якості насіння кормових бобів і сочевиці в умовах північно-східного Лісостепу України.

Об'єкт дослідження: особливості формування продуктивності кормових бобів та сочевиці залежно від елементів технології вирощування.

Предмет дослідження: елементи технології вирощування (мінеральні добрива й бактеріальний препарат на основі азотфіксуючих мікроорганізмів)

кормових бобів і сочевиці та їх вплив на симбіотичний апарат, урожайність і якість насіння в умовах північно-східного Лісостепу України.

Дослідження проводилися на базі науково-виробничого центру Сумського національного аграрного університету протягом 2010–2013 рр. Ґрунтовий покрив дослідної ділянки поля представлений чорноземом потужним, середньосуглинковим, мало гумусним на лесоподібному суглинку. Орний шар ґрунту становить 10–30 см (вміст гумусу – 4,1 %; бонітет ґрунту – 79 балів, рН сольової витяжки 6,5–6,7). Вміст рухомих форм фосфору – 12,9–13,5, обмінного калію – 6,3–6,7, азоту легкогідролізованого – 8,1–8,8 мг/100 г ґрунту. Польові досліді закладали згідно з існуючими методичними рекомендаціями [8]. Площа облікової ділянки 20 м<sup>2</sup>, розміщення – систематичне.

Варіанти досліді: без інокуляції бактеріальним препаратом і з обробкою насіння ризогуміном (на основі симбіотичних азотфіксуючих бактерій *Rhizobium leguminosarum* мштам 31). На контролі інокуляцію насіння не проводили. Фони мінерального живлення: P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>, N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>.

### Результати досліджень

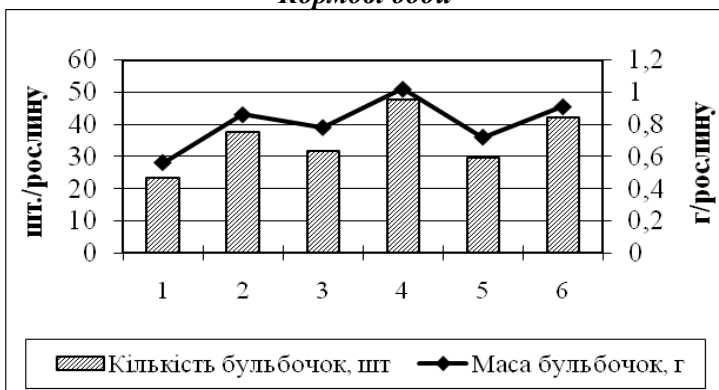
Для кормових бобів та сочевиці, як і для будь-якої іншої бобової культури, у формуванні врожаю та її ролі як попередника для наступних культур важливе значення має азотфіксувальна активність. З цією властивістю тісно пов'язані такі параметри, як кількість бульбочок на коренях та їх маса.

Відмічено, що створення оптимальних умов для активного симбіозу бобових культур сприяло формуванню максимальної кількості бульбочок та їх маси на варіантах, де проводили передпосівну інокуляцію насіння бактеріальним препаратом й вносили фосфорно-калійні добрива у дозі P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> (рис. 1).

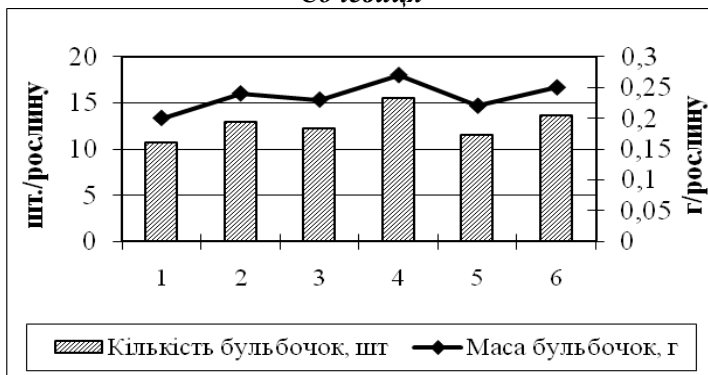
Максимального значення показники досягали у фазу цвітіння й становили: за кількістю бульбочок 47,9 шт./рослину – кормових бобів і 15,5 шт./рослину – сочевиці та за їх масою – 1,02, 0,27 г/рослину, що перевищує контроль, відповідно, на 24,4; 4,8 шт. та 0,46; 0,07 г.

Оскільки азот мінеральних добрив та симбіотично фіксований азот є антагоністичними формами живлення, то внесення повного мінерального добрива в дозі N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> і передпосівна інокуляція ризогуміном сприяли зменшенню загальної кількості й маси бульбочок на 12,9 і 12,1 % у кормових бобів та 13,1 і 8,0 % – сочевиці порівняно з попереднім варіантом.

### Кормові боби



### Сочевиця



Варіанти: 1. контроль (без добрив та інокуляції); 2. без добрив + ризогумін; 3.  $P_{60}K_{60}$  + без інокуляції; 4.  $P_{60}K_{60}$  + ризогумін; 5.  $N_{60}P_{60}K_{60}$  + без інокуляції; 6.  $N_{60}P_{60}K_{60}$  + ризогумін.

**Рис. 1. Кількість та маса бульбочок на рослинах кормових бобів і сочевиці залежно від інокуляції насіння та доз мінеральних добрив (2010–2013 рр.)**

Так, у варіантах дослідження, де застосовували лише передпосівну інокуляцію насіння ризогуміном, кількість бульбочок на коренях бобових рослин була високою і становила у кормових бобів – 37,8 шт./рослину та сочевиці – 12,9 шт./рослину, з масою бульбочок 0,86, 0,24 г/рослину, відповідно.

Встановлено, що кількість і маса бульбочок у кореневій системі бобових залежала не лише від інокуляції, а й системи живлення. Так, внесення мінеральних добрив забезпечило перевищення контролю у середньому за кількістю бульбочок на 30,8 % (кормові боби), 11,2 % (сочевиця), а за масою бульбочок 33,9, 12,5 % відповідно до культури.

При оцінці ефективності діяльності симбіотичних систем кормових бобів і сочевиці важливим критерієм є врожай зерна й вміст у ньому білка.

Встановлено, що передпосівна інокуляція насіння ризогуміном забезпечує додаткове одержання врожаю зерна 0,49 т/га (кормові боби) та 0,38 т/га (сочевиця), внесення мінеральних добрив у дозі  $P_{60}K_{60}$  та  $N_{60}P_{60}K_{60}$ , відповідно, 0,27–0,41, 0,25–0,32 т/га. При цьому, взаємодія цих факторів – інокуляція ризогуміном і внесення повного мінерального добрива в дозі  $N_{60}P_{60}K_{60}$  – сприяла формуванню максимального рівня врожайності зерна бобових культур у досліді – 3,26 т/га для кормових бобів та 1,51 т/га для сочевиці, що, відповідно, на 0,82 і 0,58 т/га більше порівняно з контролем (табл. 1).

Таблиця 1. Урожайність та якість насіння кормових бобів і сочевиці залежно від інокуляції насіння та доз мінеральних добрив (2010–2013 рр.)

| Фактор                |                       | Культура          |                |                   |                |
|-----------------------|-----------------------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|
| Інокуляція, А         | мінеральні добрива, В | кормові боби      |                | сочевиця          |                |
|                       |                       | урожайність, т/га | вміст білка, % | урожайність, т/га | вміст білка, % |
| Без інокуляції        | без добрив            | 2,44              | 25,8           | 0,93              | 25,1           |
|                       | $P_{60}K_{60}$        | 2,71              | 26,4           | 1,16              | 25,6           |
|                       | $N_{60}P_{60}K_{60}$  | 2,85              | 26,9           | 1,25              | 25,9           |
| Ризогумін             | без добрив            | 2,93              | 27,5           | 1,31              | 26,6           |
|                       | $P_{60}K_{60}$        | 3,02              | 27,9           | 1,40              | 27,2           |
|                       | $N_{60}P_{60}K_{60}$  | 3,26              | 28,7           | 1,51              | 27,5           |
| НР <sub>0,05</sub> АВ |                       | 0,25              | 0,21           | 0,29              | 0,18           |

Урожайність зерна на рівні 3,02 т/га у кормових бобів та 1,40 т/га – сочевиці була отримана у варіантах досліді за сумісного застосування бактеріального препарату ризогумін та фосфорно-калійного добрива у дозі  $P_{60}K_{60}$ , що перевищує контроль на 23,7, 50,5 %, відповідно.

Бобові культури у симбіозі з бульбочковими бактеріями не тільки залучають у біологічний кругообіг велику кількість азоту атмосфери, але і перетворюють його у біологічно цінні білки. При цьому вміст білків на одиницю маси рослини у бобових у 2–3 рази вище, ніж у зернових культур.

Поряд із впливом інокуляції насіння та внесення мінеральних добрив на рівень урожайності зерна бобових культур (кормових бобів і сочевиці) було встановлено залежність вмісту білка від дії цих факторів.

Найбільший вміст білка в насінні кормових бобів був – 28,7 % та сочевиці – 27,5 %, що відмічено на ділянках досліді з передпосівною інокуляцією ризогуміном і внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{60}P_{60}K_{60}$ , що, відповідно, на 11,2 та 9,6 % вище за контроль.

Відзначаючи вплив взаємодії бактеріальних препаратів ризогуміну та різних доз мінеральних добрив на вміст білка, слід відмітити підвищення рівня цієї речовини у варіанті досліді при поєднанні інокуляції та внесення фосфорно-калійних мінеральних добрив ( $P_{60}K_{60}$ ), перевищення контролю у кормових бобів становило 8,1 %, сочевиці – 8,4%.



Серед елементів технології вирощування бобових культур, які досліджували, найбільший вплив на вміст білка мала передпосівна інокуляція насіння бактеріальним препаратом, що сприяло підвищенню вмісту білка у кормових бобів на 6,6 та сочевиці – 5,9 %.

### Висновки

Елементи технології вирощування кормових бобів і сочевиці мали суттєвий вплив на симбіотичну активність і продуктивність даних культур. Використання інокуляції насіння у комплексі з мінеральними добривами сприяло збільшенню кількості і маси бульбочок.

Максимальний рівень врожайності насіння було отримано на варіанті з інокуляцією ризогуміном у поєднанні з повним мінеральним добривом в дозі  $N_{60}P_{60}K_{60}$  – 3,26 т/га (кормові боби) та 1,51 т/га (сочевиця).

### Перспективи подальших досліджень

Розробка і впровадження у виробництво елементів технології вирощування, а саме: інокуляції насіння бактеріальними препаратами на фоні внесення доз мінеральних добрив, що забезпечить отримання високих та сталих врожаїв насіння кормових бобів та сочевиці в умовах північно-східного Лісостепу України.

### Література

1. Бабич А. О. Економічні проблеми формування світових ресурсів рослинного білка / А. О. Бабич, А. А. Побережна // Зб. наук. пр. Подільського аграрно-технічного ун-та. – 2005. – Вип. 13. – С. 482–485.
2. Бутвина О. Ю. Высококонкурентные штаммы клубеньковых бактерий – основа эффективности биопрепаратов / О. Ю. Бутвина, Н. З. Толкачев, А. В. Князева // Мікробіологічний журнал. – 1997. – № 4. – С. 123–131.
3. Васютин А. С. Зернобобовые культуры основной источник растительного белка / А. С. Васютин // Полевое кормопроизводство. – 1996. – № 4 – С. 26.
4. Волкогон В. В. Мікробні препарати як фактор підвищення засвоюваності рослинами мінеральних добрив / В. В. Волкогон // Сільськогосподарська мікробіологія. – 2006. – Вип. 4. – С. 21–28.
5. Гракова Т. В. Применение бактериальных препаратов и регуляторов роста в посевах сои / Т. В. Гракова // VI Междунар. конф. молодых ученых и специалистов / ВНИИМК. – М., 2011. – С. 70–72.
6. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – М. : Агропромиздат, 1985. – 361 с.
7. Ибатуллина Р. П. Экологические аспекты применения биопрепаратов в республике Татарстан : автореф. дис. на соискание учен. степени канд. биол. Наук: 03.02.08 – экология / Р. П. Ибатуллина. – Казань, 2011. – 23 с.

8. Кандыба Е. В. Бактериальные удобрения и урожай / Е. В. Кандыба // Агрохимический вестник. – 2003. – № 3. – С. 17–21.

9. Камінський В. Ф. Вплив інокуляції на продуктивність сої в Лісостепу / В. Ф. Камінський, Ю. В. Золотар // Зб. наук. пр. Ін-ту землеробства УААН. – 2004. – Вип. 1. – С. 76–80.

10. Колісник С. І. Ефективність застосування різних штамів бактеріальних препаратів при вирощуванні сої / С. І. Колісник, О. М. Венедіктов, Н. М. Петриченко // Корми і кормовиробництво. – 2003. – Вип. 51. – С. 122–125.

11. Лихочвор В. В. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур / В. В. Лихочвор, В. Ф. Петриченко. – Львів, 2010. – С. 41–47.

12. Моргун В. Бактеризація посівного матеріалу бобових / В. Моргун, С. Коць // Пропозиція. – 2007. – № 3. – С. 14–18.

13. Осадець Я. Кормові боби – цінна кормова культура / Я. Осадець, В. Вівчарик // Пропозиція. – 2002. – № 11. – С. 45–47.

14. Терещенко Н. Бактериальные удобрения: проблемы и перспективы применения / Н. Терещенко // Главный агроном. – 2008. – № 7. – С. 7–10.

УДК 633.35:631.5

**В. А. Нідзельський**

К. С.-Г. Н.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

### АГРОБІОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ВИРОЩУВАННЯ БОБІВ КОРМОВИХ

*У статті наведено результати досліджень щодо строків посіву і глибини загортання насіння бобів кормових сорту Білун та вплив на них погодних умов ранньовесняного періоду років досліджень. Однією з причин, стримуючих розповсюдження бобів кормових, є їх примхливість до ґрунтово-кліматичних умов регіону вирощування. Примхливість простежується у відношенні до ґрунтів, які мають бути родючими, з достатнім вмістом вапна та нейтральною реакцією ґрунтового розчину, а також температур, які мають бути помірними, без різких коливань протягом вегетаційного періоду (оптимальна температура 20°C). Нестача вологи, особливо в період утворення бобів, призводить до різкого зниження урожайності. Тому, детальне вивчення рослин бобів кормових в сортовій площині та їх реакція на застосування технологічних елементів під впливом погодних умов регіону вирощування дасть можливість розкрити потенціал їх продуктивності та доведе доцільність їх вирощування і місце у структурі посівних площ України.*

**Ключові слова:** боби кормові, строки посіву, глибина загортання насіння, погодні умови.

#### Постановка проблеми

Підвищення продуктивності зернобобових культур на одиниці площі є одним з пріоритетних завдань науковців та сільгоспвиробників. Збільшення виходу продукції та рослинного білку з одиниці площі зміцнить продовольчу

8. Кандыба Е. В. Бактериальные удобрения и урожай / Е. В. Кандыба // Агрохимический вестник. – 2003. – № 3. – С. 17–21.

9. Камінський В. Ф. Вплив інокуляції на продуктивність сої в Лісостепу / В. Ф. Камінський, Ю. В. Золотар // Зб. наук. пр. Ін-ту землеробства УААН. – 2004. – Вип. 1. – С. 76–80.

10. Колісник С. І. Ефективність застосування різних штамів бактеріальних препаратів при вирощуванні сої / С. І. Колісник, О. М. Венедіктов, Н. М. Петриченко // Корми і кормовиробництво. – 2003. – Вип. 51. – С. 122–125.

11. Лихочвор В. В. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур / В. В. Лихочвор, В. Ф. Петриченко. – Львів, 2010. – С. 41–47.

12. Моргун В. Бактеризація посівного матеріалу бобових / В. Моргун, С. Коць // Пропозиція. – 2007. – № 3. – С. 14–18.

13. Осадець Я. Кормові боби – цінна кормова культура / Я. Осадець, В. Вівчарик // Пропозиція. – 2002. – № 11. – С. 45–47.

14. Терещенко Н. Бактериальные удобрения: проблемы и перспективы применения / Н. Терещенко // Главный агроном. – 2008. – № 7. – С. 7–10.

УДК 633.35:631.5

**В. А. Нідзельський**

К. С.-Г. Н.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

### АГРОБІОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ВИРОЩУВАННЯ БОБІВ КОРМОВИХ

*У статті наведено результати досліджень щодо строків посіву і глибини загортання насіння бобів кормових сорту Білун та вплив на них погодних умов ранньовесняного періоду років досліджень. Однією з причин, стримуючих розповсюдження бобів кормових, є їх примхливість до ґрунтово-кліматичних умов регіону вирощування. Примхливість простежується у відношенні до ґрунтів, які мають бути родючими, з достатнім вмістом вапна та нейтральною реакцією ґрунтового розчину, а також температур, які мають бути помірними, без різких коливань протягом вегетаційного періоду (оптимальна температура 20°C). Нестача вологи, особливо в період утворення бобів, призводить до різкого зниження урожайності. Тому, детальне вивчення рослин бобів кормових в сортовій площині та їх реакція на застосування технологічних елементів під впливом погодних умов регіону вирощування дасть можливість розкрити потенціал їх продуктивності та доведе доцільність їх вирощування і місце у структурі посівних площ України.*

**Ключові слова:** боби кормові, строки посіву, глибина загортання насіння, погодні умови.

#### Постановка проблеми

Підвищення продуктивності зернобобових культур на одиниці площі є одним з пріоритетних завдань науковців та сільгоспвиробників. Збільшення виходу продукції та рослинного білку з одиниці площі зміцнить продовольчу

базу й матиме вплив на споживчу спроможність людини, а також дозволить зміцнити кормову базу тваринництва, наслідком чого, безумовно, буде зниження собівартості рослинницької та тваринницької продукції [1].

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Нарощування виробництва рослинного білка неодмінно має стати пріоритетним стратегічним завданням, запровадженим на державному рівні. За даними ФАО ООН, середнє споживання білка на душу населення у світі складає 76 г/добу, Україні – 82,4, розвинених країнах – 99,4, країнах, що розвиваються, – 69,6, а у слаборозвинених країнах – 58,1 г/добу. Світова частка рослинного білка у споживанні населення складає 61%, тваринного – 39%. В цілому дефіцит білка у харчуванні населення у середньому у світі становив 56,1 млн т, або 25%, в Україні – 255 тис. т. У дієті людини поповнення частки рослинного білка частково відбувається за рахунок зернових культур. Поповнення ж білкових запасів у тваринництві, за рахунок зернових культур, неодмінно призведе до підвищення вартості продукції і, як наслідок – занепаду галузі. Тому, єдиним джерелом поповнення білкових запасів були і залишаються високобілкові культури [2;3].

Нарощування виробництва тваринного білка і збільшення вітчизняної продукції тваринництва в цілому можливе лише за комплексного поліпшення технологічних прийомів рослинництва і формування міцної кормової бази, збалансованої за білковим та амінокислотним складом. А це можливо лише за умов нарощування виробництва зернобобових культур. Наслідком збільшення виробництва зернобобових культур, особливо за рахунок підвищення виходу продукції з одиниці площі, а не за рахунок розширення посівних площ, буде зростання економіки сільськогосподарської галузі та країни в цілому [4,5].

Однією з таких культур, спроможною забезпечити стабільне надходження рослинного білка, є боби кормові. У зерновому балансі України вони мають незначну частку у структурі посівних площ. З давніх часів існувало упереджене ставлення до цієї культури. Забобонність до неї бере свій початок з часів древнього Єгипту (2200–2400 рр. до н. е.). Причиною забобонів було і залишається забарвлення квіток бобів кормових. Квітки мають чорно-біле забарвлення, яке з давніх давен вважалося символом смерті. Упереджене ставлення до бобів кормових у прадавні часи пояснюється також відсутністю зображення такої досить давньої та розповсюдженої у ті часи рослини на пам'ятниках й надгробках тодішньої знаті, що вважалося певною неповноцінністю і неналежністю до, так званих, вищих рослин, придатних до харчування вищої ланки суспільства. Наразі причиною неприязного відношення до бобів кормових також є забарвлення квіток, яке формує уяву присутності ураження шкідниками, або тієї чи іншої хвороби.

На початку ХХІ століття, оперуючи сучасними методиками визначень та діагностики, певно, не слід звертатися до давніх забобонів, а, спираючись на дані наукових досліджень та практичних надбань, сприяти впровадженню і поширенню культури бобів кормових на посівних площах України.

Серед зернових і зернобобових культур боби кормові відрізняються винятково високою врожайністю та вмістом білка. Вони здатні формувати на одному гектарі посіву урожайність понад 50 ц та до 300 ц зеленої маси. Високою поживністю характеризується насіння бобів кормових, яке містить 25–35% білка, 1,3% жиру і до 54% безазотистих екстрактивних речовин, а також значну кількість вітаміну С. Силос, заготовлений з кормових бобів, який закладений у фазі молочної стиглості, містить 3% білка і до 0,5% жиру.

### Мета, завдання та методика досліджень

Експериментальні дослідження проводилися впродовж 2004–2013 рр. у стаціонарній сівоzmіні лабораторії кафедри рослинництва ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція» (с. Пшеничне Васильківського району Київської області), яке розташоване у північній частині Лісостепу України (Київський агрогрунтовий регіон центральної провінції).

Грунтові умови місця проведення досліджень включають декілька ґрунтових різновидностей, головною з яких є чорнозем типовий малогумусний крупнопилуватий-легкосуглинковий на лесі. Вміст гумусу в орному шарі становить 4,4%, Н – 6,8 – 7,3, ємність поглинання 30,7 – 32,5 мг. екв./100 г ґрунту. До складу мінеральної твердої фази ґрунтів входить 37% фізичної глини, 63% піску. Щільність ґрунту в рівноважному стані 1,16–1,25 г/см<sup>3</sup>, вологість стійкого в'янення – 10,8%, рівень залягання ґрунтових вод 5–6 м.

Таблиця 1. Водно-фізичні властивості чорнозему типового малогумусного (за даними АДС ВП НУБіП України)

| Глибина<br>горизон-ту,<br>см | Щіль-<br>ність,<br>г/см <sup>3</sup> | Загальна<br>пори-<br>стість, % | Максимальна<br>молекулярна<br>вологоємність, % | Вологість<br>в'янення,<br>% | Повна<br>волого-<br>ємність,<br>% | Польова<br>волого-<br>ємність,<br>% |
|------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| 5–25                         | 1,25                                 | 52                             | 13,6                                           | 10,8                        | 28,2                              | 41,6                                |
| 25–45                        | 1,16                                 | 55                             | 13,2                                           | 10,7                        | 27,3                              | 47,4                                |
| 80–100                       | 1,27                                 | 52                             | 12,3                                           | 9,8                         | 25,6                              | 41,0                                |
| 135–155                      | 1,20                                 | 54                             | –                                              | –                           | 21,5                              | 45,0                                |
| 185–205                      | 1,20                                 | 56                             | 12,0                                           | 9,6                         | 14,6                              | 48,3                                |
| 230–250                      | 1,55                                 | 42                             | –                                              | –                           | 22,1                              | 27,1                                |

Багаторічні спостереження погодних умов у місці проведення досліджень (табл. 2) свідчать про їх сприятливість для вирощування бобів кормових. Згідно із температурними даними, представлених у таблиці, посівний період може

проводитися починаючи з третьої декади березня. Середні температури у період активної вегетації рослин не перевищують  $22^{\circ}\text{C}$ , що має позитивний вплив на динаміку бобоутворення та розвиток бульбочкових бактерій. Сума позитивних температур  $> 5^{\circ}\text{C}$  за вегетаційний період складає у середньому  $3100^{\circ}$ , сума активних температур  $> 10^{\circ}\text{C}$  –  $2970^{\circ}$ , що свідчить про значні потенціальні можливості отримання високих врожаїв. Сума опадів за роки проведення досліджень склала 513,7 мм, що перевищує багаторічні показники 1975–2004 рр. на 58 мм. За вегетаційний період середній показник суми опадів, що випали, за роки проведення досліджень склав 211,8 мм. Середні показники співвідношення температури до суми опадів, що випали які виражаються гідротермічним коефіцієнтом, протягом травня – липня склали 0,86, що свідчить про недостатню кількість вологи. У цілому, за роки досліджень, гідротермічний коефіцієнт року склав 1,2, що може характеризуватися як задовільний показник вологозабезпечення до суми активних температур у регіоні проведення досліджень.

Схема досліду передбачала вивчення впливу погодних умов року строків посіву та глибини загортання насіння на динаміку польової схожості насіння бобів кормових сорту Білун селекції Вінницького інституту кормів УААН України. Площа посівної ділянки –  $50,4 \text{ м}^2$  ( $3,6 \times 14 \text{ м}$ ), облікової –  $33,8 \text{ м}^2$  ( $2,6 \times 13 \text{ м}$ ). Повторюваність – чотириразова. Дослід закладено за методом розщеплених ділянок. Попередником, згідно із чергуванням культур у польовій сівозміні лабораторії кафедри рослинництва, була кукурудза на зерно. Обробіток ґрунту був традиційним для регіону вирощування і включав у себе післяжнивне лущення, внесення фосфорних та калійних добрив із подальшою оранкою на глибину 22–24 см. Весняний обробіток ґрунту полягав у ранньовесняному боронуванні, внесенні азотних добрив, передпосівною культивацією з подальшою посівом першого строку. Фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин, облік густоти посіву, виживання рослин проводили за “Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур”. Норми висіву досліджуваних сортів за масою встановлювали відповідно до господарської придатності та маси 1000 насінин. Норма висіву становила 600 тис. схожих насінин на гектар. Перший строк посіву проводився за першої можливості виходу в поле, наступні – через 10 днів після першого. Дослідження проводилися впродовж 2004–2005 рр.

### Результати досліджень

Можливість першого виходу в поле та проведення першого строку посіву в 2004 році склалася у першій декаді квітня (06.04.2004 р.). Аналізуючи динаміку температурного режиму весняного періоду, слід зазначити, що підвищення температур  $> 5^{\circ}\text{C}$  відмічалось у другій декаді березня, з сумою температур  $107,6^{\circ}\text{C}$ . Такі погодні умови цілком могли дати можливість початку проведення

весняно-польових робіт, але настання фізичної стиглості ґрунту відбулося дещо пізніше, враховуючи також опади березня і квітня місяців (25,6 мм).

Досліджуючи динаміку з'явлення сходів у 2004 році, слід відмітити про суттєвий вплив погодних умов ранньовесняного періоду. Поступове зростання температури та достатня вологість ґрунту сприяли з'явлення сходів за першого строку посіву на глибину загортання насіння 6 см на 12-й день. Збільшення глибини загортання насіння стримувало з'явлення сходів бобів кормових від 3 до 7 діб, що також підтверджується поступовістю зростання температури та прогріванням ґрунту в глибину. Проведення сівби через 10 днів після першого строку посіву показало, що з'явлення сходів відбувалося раніше, порівняно з першим строком сівби. Об'єктивною причиною прискорення сходів було підвищення температури, яка протягом цього періоду зросла на 3,2<sup>0</sup>С. Кількість опадів протягом періоду між першим та другим строками посіву склала 18,3 мм, що не дало можливості пересиханню верхнього шару ґрунту та сприяло отриманню дружніх сходів за першого строку сівби. З'явлення сходів за третього строку сівби відбулося через 5 діб після сівби.

Динаміка появи сходів, залежно від глибини загортання насіння, мала подібні залежності порівняно з попередніми строками сівби. Аналіз даних дає підставу стверджувати, що погодні умови ранньовесняного періоду 2004 року були сприятливими для початку весняно-польових робіт та сівби бобів кормових.

Таблиця 2. Середні багаторічні показники погодних умов

| Місяці року | Середн. багаторічне<br>(2004–2013) дослід за місяць | Середн. багаторічне (1975–2004)<br>за місяць | Σ t°C<0° багатор. Дослід (2004–2013)<br>за місяць | Σ t°C>5° багатор. Дослід (2004–2013)<br>за місяць | Σ t°C>10°<br>багатор. дослід (2004–2013) за місяць | Σ t°C<0° багатор. (1975–2004) за місяць | Σ t°C>5° багатор. (1975–2004) за місяць | Σ t°C>10° багатор. (1975–2004)<br>за місяць | Σ опадів середн. багатор. по дослідіх<br>(2004–2013) за місяць | Σ опадів середн. багатор. (1975–2004)<br>за місяць | ГТК середн. багатор. по дослідіх (2004–<br>2013) за місяць | ГТК середн. багатор. (1975–2004) за<br>місяць |
|-------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 1           | 2                                                   | 3                                            | 4                                                 | 5                                                 | 6                                                  | 7                                       | 8                                       | 9                                           | 10                                                             | 11                                                 | 12                                                         | 13                                            |
| XI          | 3,1                                                 | 1,4                                          | -9,1                                              | 70,5                                              | 0,0                                                | -37,5                                   | 42,3                                    | 9,5                                         | 31,71                                                          | 36,7                                               | 0,0                                                        | 0,0                                           |
| XII         | -1,8                                                | -3,2                                         | -76,8                                             | 6,8                                               | 0,0                                                | -116,8                                  | 6,2                                     | 0,5                                         | 51,04                                                          | 33,9                                               | 0,0                                                        | 0,0                                           |
| I           | -4,4                                                | -4,4                                         | -145,5                                            | 2,7                                               | 0,0                                                | -154,2                                  | 1,8                                     | 0,0                                         | 32,02                                                          | 28,2                                               | 0,0                                                        | 0,0                                           |
| II          | -4,0                                                | -3,8                                         | -134,0                                            | 3,0                                               | 0,0                                                | -130,9                                  | 6,6                                     | 0,8                                         | 37,35                                                          | 27,1                                               | 0,0                                                        | 0,0                                           |
| III         | 1,7                                                 | 1,0                                          | -43,8                                             | 64,7                                              | 16,6                                               | -44,4                                   | 51,0                                    | 14,0                                        | 36,12                                                          | 27,5                                               | 0,0                                                        | 0,0                                           |
| IV          | 9,8                                                 | 8,6                                          | -0,4                                              | 286,8                                             | 193,5                                              | -0,2                                    | 232,3                                   | 143,8                                       | 38,32                                                          | 43,4                                               | 2,0                                                        | 3,0                                           |

Закінчення таблиці 2

|        |      |      |     |       |       |      |       |       |       |       |     |     |
|--------|------|------|-----|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|
| V      | 16,7 | 15,0 | 0,0 | 501,8 | 485,8 | 0,0  | 463,5 | 436,3 | 43,55 | 40,3  | 0,9 | 0,9 |
| VI     | 19,4 | 17,9 | 0,0 | 581,2 | 581,2 | 0,0  | 546,9 | 544,9 | 46,26 | 8,4   | 0,8 | 0,2 |
| VII    | 21,8 | 19,4 | 0,0 | 655,3 | 655,3 | 0,0  | 602,2 | 602,8 | 60,32 | 79,1  | 0,9 | 1,3 |
| VIII   | 20,4 | 18,8 | 0,0 | 627,2 | 627,2 | 0,0  | 582,1 | 581,1 | 61,72 | 52,7  | 1,0 | 0,9 |
| IX     | 14,8 | 13,9 | 0,0 | 444,1 | 420,9 | 0,0  | 415,1 | 377,6 | 51,06 | 47,5  | 1,2 | 1,3 |
| X      | 8,1  | 8,0  | 0,0 | 228,2 | 133,2 | -1,8 | 226,7 | 118,4 | 24,27 | 30,9  | 1,9 | 2,6 |
| за рік |      |      |     |       |       |      |       |       | 513,7 | 455,7 | 1,2 | 1,5 |

Таблиця 3. Динаміка з'явлення сходів (кількість днів) залежно від строків посіву та глибини загортання насіння

| Строки сівби  | 2004 р.                    |      |       | 2005 р. |      |       |
|---------------|----------------------------|------|-------|---------|------|-------|
|               | Глибина загортання насіння |      |       |         |      |       |
|               | 6 см                       | 8 см | 10 см | 6 см    | 8 см | 10 см |
| I строк       | 12                         | 15   | 19    | 9       | 11   | 14    |
| Через 10 днів | 9                          | 11   | 14    | 11      | 13   | 15    |
| Через 20 днів | 6                          | 9    | 11    | 8       | 10   | 13    |

Погодні умови ранньовесняного періоду 2005 року відрізнялися від умов того ж періоду 2004 року, що, звичайно, вплинуло на динаміку проходження періоду сівба – сходи. Березень місяць був прохолоднішим, із середньою температурою 0,69 °С, тоді як середня температура березня 2004 року була 3,91 °С. У зв'язку з цим, початок весняно-посівних робіт почався на 9 днів пізніше (15.04.2005 року). Початок квітня був прохолодним, стрімке підвищення температури відбулося у другій декаді (середній показник 12,4°С), та її зниження у третій декаді (середній показник 8,9°С), що мало прямий вплив на динаміку з'явлення сходів бобів кормових. За першого строку сівби та глибини загортання насіння 6 см з'явлення сходів було зафіксовано на 9-й день, збільшення глибини загортання насіння пригальмувало появу сходів на 3 доби. За другого строку посіву поява сходів була зафіксована на 11-й день, що пояснюється зниженням температури у третій декаді. Глибина загортання насіння впливала на гальмування з'явлення сходів, що пояснюється поступовим прогріванням ґрунту. Третій строк посіву співпав із першою декадою травня, середньодобова температура якої склала 11,2 °С. З'явлення сходів за третього строку було зафіксовано на 8-й день після сівби. Квітень місяць 2005 року характеризувався надходженням значної кількості опадів, у третій декаді їх надходження склало 50,8 мм, в цілому за місяць 66,0 мм. Транспіраційний коефіцієнт квітня місяця склав 3,6, що свідчить про дуже сприятливі умови для росту і розвитку бобів кормових. Слід зазначити, що співвідношення температур та надходження опадів квітня та першої декади травня місяця 2005 року сприяли посиленому росту й розвитку кореневої системи рослин кормових бобів.



### **Висновки та перспективи подальших досліджень**

Аналіз експериментальних даних динаміки з'явлення сходів рослин бобів кормових дає можливість стверджувати, що існує пряма залежність між швидкістю проростання та температурним і вологим режимом. Поступове підвищення температури є більш сприятливим для отримання дружніх сходів, ніж різке підвищення. Поступове підвищення температури сприяє рівномірному прогріванню ґрунту, упереджуючи різке його висушування. У свою чергу, поступове прогрівання дає можливість отримання сходів на всіх досліджуваних варіантах глибини загортання насіння.

Перспектива подальших досліджень полягає у детальному вивченні фаз росту і розвитку рослин бобів кормових залежно від технологічних елементів вирощування.

### **Література**

1. Вавилов П. П. Бобовые культуры и проблема растительного белка / П. П. Вавилов, Г. С. Посыпанов. – М. : Россельхозиздат, 1983. – 255 с.
2. Майсuryян Н. А. Кормовые бобы за рубежом / Н. А. Майсuryян. – М. : Изд-во с.-х. лит-ры, 1962. – 324 с.
3. Елсуков М. П. Кормовые бобы / М. П. Елсуков. – М. : Изд-во Мин-ва сельского хоз-ва РСФСР, 1961. – 55 с.
4. Гойсюк Ю. В. Вдосконалення агротехнічних заходів вирощування кормових бобів в умовах Південно-Західної частини Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 – рослинництво/ Ю. В. Гойсюк. – К., 2001. – 20 с.
5. Материнський П. В. Формування продуктивності кормових бобів залежно від впливу інокуляції, доз мінеральних добрив та позакоренових підживлень в умовах центрального Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 – рослинництво/ П. В. Материнський ; Вінницький держ. аграр. ун-т. – Вінниця, 2004. – 20 с.

УДК 638.23:633.2/.31:631.583:57.02

**П. У. Ковбасюк**

К. С.-Г. Н.

**М. В. Бойко**

Національний університет біоресурсів та природокористування України

### **ВИСОКОВОЖАЙНІ ЛЮЦЕРНО-ЗЛАКОВІ ТРАВСУМІШКИ В ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ТА БІОЛОГІЗАЦІЇ КОРМОВИРОБНИЦТВА**

*У статті наведено результати досліджень за 2013–2015 рр. із формування високопродуктивних люцерно-злакових травостойів залежно від їх складу та способу*

### Висновки та перспективи подальших досліджень

Аналіз експериментальних даних динаміки з'явлення сходів рослин бобів кормових дає можливість стверджувати, що існує пряма залежність між швидкістю проростання та температурним і вологим режимом. Поступове підвищення температури є більш сприятливим для отримання дружніх сходів, ніж різке підвищення. Поступове підвищення температури сприяє рівномірному прогріванню ґрунту, упереджуючи різке його висушування. У свою чергу, поступове прогрівання дає можливість отримання сходів на всіх досліджуваних варіантах глибини загортання насіння.

Перспектива подальших досліджень полягає у детальному вивченні фаз росту і розвитку рослин бобів кормових залежно від технологічних елементів вирощування.

### Література

1. Вавилов П. П. Бобовые культуры и проблема растительного белка / П. П. Вавилов, Г. С. Посыпанов. – М. : Россельхозиздат, 1983. – 255 с.
2. Майсурян Н. А. Кормовые бобы за рубежом / Н. А. Майсурян. – М. : Изд-во с.-х. лит-ры, 1962. – 324 с.
3. Елсуков М. П. Кормовые бобы / М. П. Елсуков. – М. : Изд-во Мин-ва сельского хоз-ва РСФСР, 1961. – 55 с.
4. Гойсюк Ю. В. Вдосконалення агротехнічних заходів вирощування кормових бобів в умовах Південно-Західної частини Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 – рослинництво/ Ю. В. Гойсюк. – К., 2001. – 20 с.
5. Материнський П. В. Формування продуктивності кормових бобів залежно від впливу інокуляції, доз мінеральних добрив та позакореневих підживлень в умовах центрального Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 – рослинництво/ П. В. Материнський ; Вінницькій держ. аграр. ун-т. – Вінниця, 2004. – 20 с.

УДК 638.23:633.2/.31:631.583:57.02

П. У. Ковбасюк

К. С.-Г. Н.

М. В. Бойко

Національний університет біоресурсів та природокористування України

### ВИСОКОВОЖАЙНІ ЛЮЦЕРНО-ЗЛАКОВІ ТРАВСУМІШКИ В ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ТА БІОЛОГІЗАЦІЇ КОРМОВИРОБНИЦТВА

*У статті наведено результати досліджень за 2013–2015 рр. із формування високопродуктивних люцерно-злакових травостойів залежно від їх складу та способу*

сівби. Вивчено вплив елемента технології (смугові посіви) на густоту, листкову поверхню, ботанічний склад, збереження люцерни та урожайність надземної маси. Встановлено, що в однакових умовах зростання, найвищу врожайність травосумішки забезпечували при смуговому способі сівби 36,8–47,1 т/га зеленої маси та 7,1–9,5 т/га сухої маси. Найменшу врожайність травосумішки сформували при висіві їх не смугами 30,8–39,8 т/га зеленої маси та 6,2–8,9 т/га сухої маси. Смугові посіви забезпечували найвищу врожайність за рахунок збереження та подовження довголіття люцерни, зумовлюючи при цьому максимальну реалізацію, біологічного потенціалу травостою.

**Ключові слова:** люцерно-злакові травостої, смуговий спосіб сівби, листкова поверхня, ботанічний склад, азотфіксація травостою, хімічний склад, продуктивність, забезпечення кормової одиниці протеїном.

### Постановка проблеми

На сьогоднішній день тваринництво недостатньо забезпечене повноцінними, високобілковими кормами. Це пов'язано насамперед з низькою врожайністю кормових культур, незбалансованістю їх за протеїном, що призводить до їх перевитрат на одиницю тваринницької продукції.

Наразі в господарствах України спостерігається значний дефіцит перетравного протеїну, а корми, які виробляються, характеризуються низькою забезпеченістю кормової одиниці перетравним протеїном – 80–85 г, замість 105–110 г.

Через незбалансованість кормів та значний дефіцит білка в раціоні тварин спостерігається перевитрата кормів до 30–35%, а собівартість продукції зростає до 30 % або в 1,3–1,5 раза.

Основною причиною, що призводить до перевитрати кормів та низької продуктивності тваринництва є незбалансованість кормів із-за вирощування рослин з низьким вмістом протеїну. До таких кормів належать чисто злакові трав'янисті корми, які є незбалансовані за протеїном та іншими цінними речовинами і не повно відповідають фізіологічним потребам тварин.

У зміцненні кормової бази велике значення мають не чисті посіви, а бобово-злакові травосумішки. Склалося так, що в Україні вирощують бобово-злакові травостої за давно прийнятими рекомендаціями, внаслідок чого бобові трави швидко випадають. Багато досліджень стверджують, що перспективним та актуальним направленням у дослідях кормовиробництва є створення високопродуктивних травостоїв зі значним вмістом в них бобових трав і збереженням їх у травостоях.

Малочисельні дослідження показують, що найефективнішим і енергозаощаджуючим елементом, який зумовлює збереження люцерни в травосумішках, є смуговий спосіб сівби. Проте досліджень, пов'язаних з формуванням продуктивності травостоїв за смугового способу сівби, дуже мало, а тому вивчення цих питань є актуальними і заслуговують на увагу.

### **Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Одним із важливих завдань є відродження та підвищення продуктивності тварин, яке залежить від забезпечення повноцінної годівлі. Однак, сучасний рівень кормовиробництва в Україні не задовольняє потреби тваринництва [1].

Для зменшення дефіциту білка та виробництва повноцінних кормів велике значення мають бобово-злакові травосумішки, які є біологічно повноцінними кормами і найбільш відповідають фізіологічним потребам тварин [5].

Щодо врожайності, цінності та поживності бобово-злакові травосумішки мають значну перевагу перед чистими посівами кормових культур, в яких найкраще поєднуються білкові, вуглеводисті сполуки, мінеральні солі та інші цінні речовини необхідні для тваринного організму [7].

Встановлено, що корми бобово-злакових травосумішок одні з найдешевших та екологічно чистих, собівартість яких на 35-45% менша, ніж концентрованих і відіграють велику роль у зміцненні кормової бази та сприяють зростанню продуктивності та рентабельності тваринництва [6].

Чисельні дослідження засвідчують, що урожайність та цінність бобово-злакових травосумішок залежить від частки зростання в них бобових і найвищу врожайність одержують тоді, коли в травосумішці частка бобових складає не менше 50-55% [2].

Встановлено, що бобові види, висіяні зі злаками, з травостою швидко випадають і травостій трансформується в чисто злаковий, який забезпечує нижчу врожайність з гіршими показниками хімічного складу [4].

Дослідження останніх років показують, що збереження бобових видів, їх довголіття залежать від способу сівби і таким є смуговий [3].

Проте питання, пов'язані із збереженням бобових видів у травосумішках, не вивчені, а тому є актуальними і заслуговують на вивчення.

### **Мета, завдання та методика досліджень**

Мета дослідження полягала у вивченні закономірностей формування сіяних люцерно-злакових травостоїв, збереження в них люцерни залежно від їх складу та способу сівби.

Об'єкт дослідження – процес росту, розвитку, формування врожаю люцерно-злакових травостоїв залежно від їх складу та способу сівби на чорноземних малогумусних ґрунтах Північної частини Лісостепу.

Предмет дослідження – рослини люцерни посівної, види тонконогових рослин, спосіб сівби, погодні умови.

Досліди були закладені в 2012 р., а дослідження проводилися в Правобережному Лісостепу протягом 2013-2015 рр. у наукових лабораторіях кафедри кормовиробництва, меліорації і метеорології та в стаціонарних сівозмінах Агрономічної дослідної станції АДС Національного університету

біоресурсів і природокористування України (НУБіП України), (с. Пшеничне, Васильківський район, Київська область).

Грунт дослідної ділянки – чорнозем типовий малогумусний за гранулометричним складом – грубопилувато-середньосуглинковий.

Повторність у дослідах – чотириразова, розміщення варіантів систематичне. Площа дослідної ділянки – 100 м<sup>2</sup>, облікової – 50 м<sup>2</sup>.

Сіяли люцерно-злакові травосумішки сівалкою СЗТ-3,6.

Для усунення шкідливого взаємовпливу бобових і злакових видів, рівномірного їх розміщення на площі, кращого освітлення, забезпечення рослин вологою, поживними елементами, для збереження та подовження продуктивного довголіття люцерни, застосовували смуговий спосіб сівби, який полягає у сівбі бобових та злакових видів не в суміші, а окремо смугами – два ряди злакових видів та два ряди бобових.

Для створення смуг насіннєвий ящик розділяли перегородками-касетами. У структурі травосумішки бобові та злакові види становили 50 %. Агротехніка їх вирощування загальноприйнята для зони Лісостепу за винятком досліджуваних питань. Збирали травостій у фазі колосіння злаків і бутонізації бобових.

### Результати досліджень

У технологіях основним підсумковим показником оцінки дії факторів є урожайність. За результатами досліджень врожайність люцерно-злакових травостоїв змінювалася за роками досліджень і залежно від способу сівби.

У перший рік досліджень врожайність травосумішок була неоднаковою, оскільки їх видовий склад був різним. Найбільший вплив на величину врожаю мав спосіб сівби, а саме – смуговий. У перший рік досліджень способи сівби на величину врожаю та зміну ботанічного складу вплинули мало.

Починаючи з другого року досліджень на врожайність досліджуваних травосумішок найбільший вплив мав смуговий спосіб сівби, який забезпечував вищу врожайність порівняно з висівом не смугами. Залежно від складу травосуміші за смугового способу сівби врожайність становила 36,8–47,1 т/га зеленої та 7,1–9,5 т/га сухої маси. Значно нижчу врожайність сформували травосумішки, які висівалися не смугами (в суміші) – всього 30,8–39,8 т/га зеленої та 6,2 – 8,7 т/га сухої маси.

Серед травосумішок, які висівалися смугами, найвищу врожайність забезпечила травосумішка, яка складалася з люцерни посівної + очеретянки звичайної + пажитниці багаторічної – 47,1 т/га зеленої 9,5 т/га сухої маси і травосумішка з люцерни посівної + стоколосу безостого + пажитниці багаторічної – 40,3 т/га зеленої, 8,3 т/га сухої маси. Продуктивність таких травосумішок порівняно з травостоями, які висівалися не смугами, була в 1,2–1,3 раза вищою.

Саму низьку врожайність за смугового способу сівби забезпечила травосумішка, яка складалася з люцерни посівної + костриці лучної + пажитниці багаторічної – 36,8 т/га зеленої, 7,1 т/га сухої маси.

**Таблиця 1. Продуктивність люцерно-злакових травосумішок залежно від їх складу та способу сівби (середнє за 2013–2015)**

| Травосумішки                                                  | Спосіб сівби                                                                               | Врожайність т/га, |           | Збір кормових одиниць, т/га | Збір сирого протеїну, т/га | Перетравного протеїну на к. од., г |
|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------|-----------------------------|----------------------------|------------------------------------|
|                                                               |                                                                                            | зелена маса       | суха маса |                             |                            |                                    |
| Люцерна посівна + костриця очеретяна + пажитниця багаторічна  | люцерна посівна та тонконогові висіяні у суміші (не смугами)                               | 33,8              | 7,2       | 6,1                         | 0,71                       | 102,0                              |
|                                                               | люцерна посівна та тонконогові окремо висіяні смугами (2 ряди люцерни, 2 ряди тонконогові) | 38,6              | 7,5       | 6,8                         | 1,3                        | 128,0                              |
| Люцерна посівна + стокolos безостий + пажитниця багаторічна   | люцерна посівна та тонконогові висіяні у суміші (не смугами)                               | 36,9              | 7,6       | 6,6                         | 1,0                        | 108,0                              |
|                                                               | люцерна посівна та тонконогові окремо висіяні смугами (2 ряди люцерни, 2 ряди тонконогові) | 40,3              | 8,3       | 7,4                         | 1,35                       | 137,0                              |
| Люцерна посівна + костриця лучна + пажитниця багаторічна      | люцерна посівна та тонконогові висіяні у суміші (не смугами)                               | 30,8              | 6,2       | 5,4                         | 0,8                        | 111,0                              |
|                                                               | люцерна посівна та тонконогові окремо висіяні смугами (2 ряди люцерни, 2 ряди тонконогові) | 36,8              | 7,1       | 6,4                         | 1,2                        | 132,0                              |
| Люцерна посівна + очеретянка звичайна + пажитниця багаторічна | люцерна посівна та тонконогові висіяні у суміші (не смугами)                               | 39,8              | 8,7       | 6,7                         | 1,1                        | 107,0                              |
|                                                               | люцерна посівна та тонконогові окремо висіяні смугами (2 ряди люцерни, 2 ряди тонконогові) | 47,1              | 9,5       | 8,4                         | 1,41                       | 131,0                              |
| Люцерна посівна + райграс високий + пажитниця багаторічна     | люцерна посівна та тонконогові висіяні у суміші (не смугами)                               | 35,1              | 6,8       | 6,5                         | 0,87                       | 104,0                              |
|                                                               | люцерна посівна та тонконогові окремо висіяні смугами (2 ряди люцерни, 2 ряди тонконогові) | 39,6              | 7,6       | 6,9                         | 1,29                       | 129,0                              |
| НІР <sub>05</sub>                                             |                                                                                            | 3,6               | 1,1       |                             |                            |                                    |

Це пояснюється біологічними та морфологічними ознаками костриці лучної, яка порівняно з іншими видами характеризується меншим інтенсивним ростом, незначним пагоноутворенням, а тому забезпечила дещо нижчу врожайність.

Формування більш високої врожайності за смугового способу сівби відбувалося за рахунок збереження значної частки люцерни посівної, яка здатна фіксувати атмосферний азот та забезпечувати себе і злакові види азотом.

Отже, за смугового способу сівби зменшується негативний взаємовплив між люцерною і злаковими (тонконоговими) видами, більш повніше використовуються фактори середовища, а саме волога, елементи живлення, сонячна радіація і створюються оптимальні умови для росту, розвитку та реалізації біологічного потенціалу люцерно-злакового травостою. Як показали наші дослідження, висока врожайність травосумішок за смугового способу сівби є результатом більшої густоти стеблостою, збільшення листкової поверхні, інтенсивного кущення, збереження у люцерни її інтенсивного гілкування.

Нами встановлено, що за смугового способу сівби забезпечується не тільки більша площа листя, а її рівномірний розподіл по стеблу, за рахунок чого кожний компонент більш повно використовує свою екологічну нішу, а відтак формується і вища врожайність.

Основною причиною нижчої врожайності травосумішок при висіві їх у суміші (не смугами) є випадання люцерни з травостоїв внаслідок пригнічення її злаковими видами. Люцерна посівна, висіяна в суміші, мала меншу висоту та облистяність, слабше гілкувалася та значно відставала в рості і вже вкінці вегетації першого року досліджень її частка різко зменшилась, а на другий рік досліджень вона з травостоїв майже повністю випала.

У годівлі сільськогосподарських тварин одним із важливих показників є забезпеченість кормової одиниці протеїном. Наші дослідження показали, що цей показник був різний і залежав від складу травосумішки та способу сівби. Залежно від складу травосумішки за смугового висіву забезпеченість кормової одиниці була в межах 128–137 г, а в травостоях, висіяних в суміші (не смугами), лише 102–111 г. Проведені дослідження дають можливість стверджувати, що створення люцерно-злакових травосумішок за смугового способу висіву дає можливість одержувати не тільки високі стабільні урожаї, а значно підвищити їх білковість, скоротити витрати енергії та знизити вартість продукції тварин.

### **Висновки та перспективи подальших досліджень**

1. Сприятливий ґрунтово-кліматичний потенціал Північного Лісостепу забезпечує формування високої продуктивності сухої маси (7,0–9,4 т/га) високобілкових люцерно-злакових травостоїв.

2. Сприятливі умови для росту, розвитку, збереження значної частки люцерни в травостоях, подовження її продуктивного довголіття складаються в травостоях, де тонконогові і люцерну посівну висівали окремо смугами. За цього

способу сівби частка люцерни в травосумішках була високою і в перший рік зростання становила 23–29 %, тоді як у травосумішках, висіяних не смугами, люцерна з травостоїв випала. Серед травосумішок, висіяних смугами, найвищу врожайність забезпечував травостій, який складався з люцерни посівної + очеретянки звичайної + пажитниці багаторічної (47,1 т/га зеленої маси та 9,5 т/га сухої маси).

3. Найбільше сирого протеїну, сирого жиру та клітковини містилося в масі люцерно-злакових травостоїв за висіву їх смугами. У травостоях, висіяних смугами, на одну кормову одиницю припадає 128,0–137,0 г протеїну, тоді як в сумішках, висіяних не смугами, всього 102,0–111,0 г.

Перспективними подальшими дослідженнями є вивчення продуктивності бобово-злакових травосумішок залежно від кількості видів в травостоях, частки бобових в них, кількості рядів у смугах.

### Література

1. Боговін А. В. Вимоги до вибору видів трав і травосумішей для створення сіяних різного господарського використання / А. В. Боговін // Зб. наук. пр. «Інститут землеробства» УААН. – 2009. – Вип. 3. – С. 112–120.
2. Іскра В. І. Формування ботанічного складу люцерно – злакових травостоїв залежно від способу сівби травосумішей / В. І. Іскра, П. У. Ковбасюк // Зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства» НААН. – 2011. – Вип. 3/4. – С. 125–132.
3. Ковбасюк П. У. Продуктивність сіяних травостоїв залежно від насичення їх люцерною / П. У. Ковбасюк, Г. І. Демидась, В. П. Коваленко // Наук. вісн. нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України. – 2015. – Вип. 205. – С. 182–188.
4. Кравченко М. С. Продуктивність бобово-злакових травосумішок за їх тривалого використання / М. С. Кравченко, Н. І. Огієнко // Вісн. аграр. науки. – 2006. – № 7. – С. 11–13.
5. Кургак В. Г. Вирощування кормових культур у системі зеленого конвеєра за органічного виробництва / В. Г. Кургак, Я. С. Цимбал, Л. П. Якименко // Зб. наук. пр. Нац. наук. центру «Інститут землеробства» НААН. – 2014. – Вип. 1/2. – С. 116–125.
6. Мойсієнко В. Наукове обґрунтування шляхів підвищення кормової продуктивності та довголіття багаторічних травостоїв / В. Мойсієнко // Вісн. ЖНАЕУ. – 2011. – № 1. – С. 35–57.
7. Оліфірович В. О. Бобово-злакові травосумішки – основа виробництва якісних високобілкових кормів на схилових землях / В. О. Оліфірович // Корми і кормовиробництво. – 2008. – Вип. 61. – С. 118–123.



**ІМУНОЛОГІЧНА ОЦІНКА КОЛЕКЦІЙНИХ СОРТОЗЛАКІВ  
*Callistephus chinensis* L. Ness. ПРОТИ *Fusarium oxysporum* Schlecht.**

За результатами імунологічної оцінки колекційних сортозразків *C. chinensis* L. Ness. встановили, що генотипи мають різну стійкість до фузаріозного в'янення, але перевагу мають групи практично стійких (R+) – 44,3 % зразків: середньостійкі (S/) та імунні (R) – 24,9 та 23,3 %, відповідно, сприйнятливі (S) – 5,3 % та дуже сприйнятливі (S+) – 2,2 %. У класів розподіл сортозразків за типом реакції стійкості до фузаріозного в'янення був таким: Язичкові – (R) – 20,2 %, (R+) – 48,9 %, (S/) – 23,4 %, (S) – 5,3 %, (S+) – 2,2 %; Перехідні – (R) – 26,4 %, (R+) – 47,2 %, і (S/) – 26,4 %. За результатами імунологічного аналізу сортозразків запропоновано для подальшої селекційної роботи за стійкістю до фузаріозного в'янення сортозразки, які на природному інфекційному фоні мають високий рівень стабільності ознаки «полігенна стійкість».

**Ключові слова.** *Fusarium oxysporum* Schlecht., *Callistephus chinensis* L. Ness., коефіцієнт агрономічної стабільності, генотипи імунні, практично стійкі, середньостійкі, сприйнятливі, дуже сприйнятливі.

**Постановка проблеми**

Квітково-декоративні насадження є важливим компонентом міського середовища, яке являє собою екосистему, що суттєво відрізняється від природних зональних ценозів кліматом, фізико-хімічними властивостями атмосфери і ґрунту, високим рівнем забруднення навколишнього середовища і т. д. Ураховуючи прискорений розвиток садівництва декоративних культур, а також постійне зростання попиту на підвищення якості благоустрою в озелененні, та збільшення асортименту квітково-декоративних культур з перевагою на нові екзотичні рослини, галузь потребує значно інтенсивнішого, аніж це було досі, розширення й оновлення асортименту та більш високого ступеня презентації його різноманіття для уникнення повторів, таксономічної монотипності фітокомпозицій із врахуванням стійкості до біотичних та абіотичних чинників. Високий генетичний потенціал продуктивності сучасного асортименту квітково-декоративних культур, що використовуються за озеленення населених місць, не може реалізуватися повністю через недостатню їх стійкість щодо патогенної мікофлори. Потрібні наукові розробки спрямовувати на створення біотипів квітково-декоративних культур з широкими адаптивними здатностями, у тому числі нового стійкого до патогенної мікофлори вихідного матеріалу. Важливим є з'ясування стабільної стійкості певного набору сортозразків у різних екологічних умовах лісостепової зони.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

У структурі озеленення населених місць серед представників родини Складноцвітих за чисельністю форм та сортів рід *Callistephus* займає провідне місце, який має один вид *Callistephus chinensis* L. Ness. У Західній Європі *C. chinensis* (L.) Ness. культивують приблизно з кінця XVII–початку XVIII ст., від неї походять усі сучасні сорти цієї культури [26]. Першим центром селекції *C. chinensis* (L.) Ness. вважають Францію [1, 2, 23]. У 1752 р. з Франції *C. chinensis* (L.) Ness. було завезено в Англію [31]. Із XIX ст. центр селекції перемістився у Німеччину, саме німецькі садівники відіграли вирішальну роль у формуванні світового сортименту айстр [4]. Наприкінці XIX–початку XX ст. селекцією *C. chinensis* (L.) Ness. почали займатися в США [32], де вперше звернули увагу і спрямували селекцію на створення стійких сортів проти фузаріозу [22]. У дореволюційній Росії селекційну роботу із *C. chinensis* (L.) Ness. не проводили, а насіння завозили з-за кордону. Уперше селекцією цієї рослини в Росії почав займатися у 1923 р. професор С. М. Жегалов на дослідній станції Московської сільськогосподарської академії ім. К. А. Тимирязєва [9, 10]. В Україні селекційна робота із *C. chinensis* (L.) Ness. розпочалася відносно недавно. До початку другої половини XX ст. в Україні вирощували в основному айстри іноземного походження. Перші роботи із селекції цієї рослини розпочались у Національному ботанічному саду ім. М. М. Гришка НАН України селекціонером Л. М. Яременко, продовжені Н. І. Чередниченко [31, 30]. Наразі на базі Національного ботанічного саду ім. М. М. Гришка НАН України зібрано досить велику колекцію сортів *C. chinensis* (L.) Ness., що нараховує близько 164 зразки. У Інституті садівництва Української академії аграрних наук (ІС УААН) селекційна робота із *C. chinensis* (L.) Ness. проводиться з 1967 року, яка спрямована на створення сортів, придатних для промислового вирощування із використанням засобів механізації під час догляду, з підвищеною насіннєвою продуктивністю та стійкістю проти фузаріозу [2]. На сьогодні співробітники кафедри садово-паркового господарства Білоцерківського національного аграрного університету зібрали та підтримують колекцію сортозразків *C. chinensis* (L.) Ness., яка наразі налічує понад 300 зразків.

На початку XX ст. у світі було зареєстровано близько 1000 сортів. Насьогодні світова колекція налічує приблизно 4000 сортів айстри однорічної [3]. Цей сортимент постійно покращується і оновлюється. У 40–50-ті роки XX ст. основним напрямом у селекції айстри однорічної було створення сортів за такими ознаками як колір, форма та розмір суцвіть. Нині у зв'язку із швидким розвитком квітництва як галузі, головними напрямками стало створення високопродуктивних промислових сортів, стійких до абіотичних та біотичних чинників. У результаті фітопатологічного моніторингу агробіоценозів *C. chinensis* (L.) Ness. в ґрунтобіоті Лісостепу України встановили, що

фузаріозне в'янення – найбільш поширена та шкодочинна патологія на цій культурі [12–15]. Уперше захворювання *C. chinensis* (L.) Ness. на фузаріозне в'янення було відмічено Н. Галлоуе в 1896 р. [25]. У Росії було проведено імунологічний аналіз 49 сортів *C. chinensis* (L.) Ness., з яких 35 сортів [20, 19, 21] характеризуються як стійкі або відносно стійкі до фузаріозного в'янення (*Fusarium oxysporum*) або уражаються слабо.

### Мета, завдання та методика досліджень

Мета і завдання досліджень полягали у виявленні серед колекційних сортозразків *C. chinensis* (L.) Ness. найбільш ефективних джерел стійкості щодо фузаріозного в'янення для використання їх у селекції на імунітет, а також для удосконалення існуючих систем захисту *C. chinensis* (L.) Ness. від хвороб.

Обліки ураження фузаріозним в'яненням проводили із розрахунком чотирьох фітопатологічних показників: поширеність хвороби (Р, %), середньозважений бал ураження (Vx), ступінь розвитку хвороби (С, %) та ступінь однорідності стійкості (R%). Поширення (Р) патології в агробіоценозі *C. chinensis* (L.) Ness. визначали за показником кількості хворих рослин для кожного зразка у відсотковому співвідношенні до загальної кількості за формулою:  $P = n \times 100 / N$ , де N – загальна кількість облікових рослин; n – кількість уражених рослин.

Інтенсивність розвитку або ступінь ураження (С) хвороби – якісний показник захворювання, що характеризує ступінь ураження рослини. Для її визначення використовують балові шкали із зазначенням (у %) ураженого органу рослини та обчислюють за формулою:  $C = \sum (n \times v) 100 / N d$ , де  $\sum (n \times v)$  – сума добутку кількості рослин (n) уражених з однаковим ступенем в одному балі (v) на відповідний бал ураження; d – найвищий бал шкали обліку.

Для порівняльної оцінки зразків обчислювали також середньозважений бал ураження (Vx) за формулою:  $Vx = \sum (n \times v) / N$ , де  $\sum (n \times v)$  – сума добутку кількості уражених рослин (n) на відповідний бал ураження (v); N – загальна кількість облікових рослин.

Імунологічну характеристику колекційних зразків *C. chinensis* (L.) Ness. отримали за результатами восьмирічної оцінки на природному фоні в умовах Сквирської дослідної станції (2008–2009 рр.) та біостаціонару БНАУ (2010–2015 рр.). Характеристику рівня стійкості колекційних сортозразків *C. chinensis* (L.) Ness. проводили за шкалами, наведеними в таблиці 1.

З метою визначення й добору сортозразків з «полігенною стійкістю» для селекції та індивідуальних характеристик стійкості сортозразків рослин *C. chinensis* (L.) Ness. ми провели ряд розрахунків, а саме стабільність прояву ознаки стійкості та адаптивну здатність зразків визначали за схемою статистичної обробки даних [16, 17, 27], використовуючи наступні статистичні показники: середньорічний ступінь ураження ( $\bar{X} \pm S_x$ ), який характеризує

умовний центр нормального розподілу ознаки ураження по роках; інтервал мінімального і максимального ураження ( $\text{Lim } X_{\min - \max}$ ); коефіцієнт варіації ( $V \pm S_v$ ), який дозволяє проаналізувати ступінь мінливості ознаки ураження [29]; коефіцієнт агрономічної стабільності ( $A_s$ ), що характеризує стабільність ознаки стійкості.

Таблиця 1. Шкала оцінювання рівня стійкості сортівразків  
*C. chinensis* (L.) Ness.

| Шкала обліку |           | Характеристика стійкості за: |                             |                                        |
|--------------|-----------|------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------|
| Бал          | %         | балом                        | типом реакції               | ступенем                               |
| 0            | 0         | 9                            | resistance (R)              | імунні I (+3σх) – частка P1            |
| 1,0          | 0,1–15,0  | 7                            | moderately resistance (R+)  | практично стійкі II (+2σх) – частка P2 |
| 2,0          | 15,1–35,0 | 5                            | moderately susceptible (S/) | середньостійкі III (±σх) – частка P3   |
| 3,0          | 35,1–50,0 | 3                            | susceptible (S)             | сприйнятливі IV (-2σх) – частка P4     |
| 4,0          | >50,1     | 1                            | highly susceptible (S+)     | дуже сприйнятливі V (-3σх) – частка P5 |

Останній показник ввів П. П. Літун [11], який доповнює коефіцієнт варіації до 100 %, але його можна обраховувати незалежно від коефіцієнта варіації [18, 28]. Коефіцієнт стабільності ознаки стійкості визначали за формулою:  $A_s = 100 - (S/X)$ , де  $S$  – стандартне відхилення;  $X$  – середньорічний ступінь ураження;  $A_s$  – коефіцієнт стабільності прояву сортової ознаки стійкості, %.

За результатами багаторічних оцінок, зразки класифікували у п'яти групах стійкості згідно з наступною шкалою, у балах або відсотках середньорічного ураження: 0 – імунні; I – практично стійкі ( $B_x = 0,1-1,0$ ;  $x = 0,1-25$  %); II – слабкосприйнятливі ( $B_x = 2,1-3,0$ ;  $x = 25,1-50,0$  %); III – середньосприйнятливі ( $B_x = 2,1-3,0$ ;  $x = 50,1-75,0$  %); IV – сприйнятливі ( $B_x > 3,1$ ;  $x > 75,1$  %). Остаточний аналіз рівня і стабільності проводили за допомогою показників ураження  $\text{Lim } X_{\max}$ , коефіцієнта агрономічної стабільності  $A_s$  та індексів рівня стійкості відповідно до узагальнюючої шкали: високостійкі – ознаки ураження відсутні; практично стійкі ( $\text{Lim } X_{\max} < 25,0$  %;  $A_s > 60,0$  %, індекс 9 і 7); слабкосприйнятливі ( $\text{Lim } X_{\max} < 25,1-37,5$  %;  $A_s > 60,1$  %, індекс 9, 7 і 5); сприйнятливі ( $\text{Lim } X_{\max} < 25,1-37,5$  %;  $A_s > 40,0$  %, індекс 9 і 7); середньосприйнятливі ( $\text{Lim } X_{\max} < 37,6-63,5$  %;  $A_s > 40,0$  %, індекс 9, 7 і 5). Стабільна практична стійкість, або сприйнятливість характеризується індексом 9 і 7, а умовна – 5, 3 та 1. Рівень стабільності стійкості або сприйнятливості відображає індекс, згідно зі шкалою: <sup>9</sup> – дуже високий рівень стабільності ознаки стійкості ( $A_s > 80,1$  %); <sup>7</sup> – високий ( $A_s = 60,1-80,0$  %); <sup>5</sup> – середній ( $A_s = 40,1-60,0$  %); <sup>3</sup> – низький ( $A_s = 20,1-40,0$  %); <sup>1</sup> – дуже низький ( $A_s < 20,0$  %). Стабільний прояв ознаки стійкості характеризується індексом 9 і 7, а умовний – 5, 3 та 1.

Неоднорідність зразків за наявністю практично стійких генотипів і закономірність їх розподілу в популяціях за ступенем (рівнем) вирівняності ознаки стійкості визначали за класичними статистичними методами [5, 7, 8].

### Результати досліджень

Природу стійкості *Callistephus chinensis* L. Ness. щодо *Fusarium oxysporum* Schlecht. нами було досліджено вперше в Україні на 133 сортотразках, які згідно з класифікацією Петренка М. А. [23, 24, 6] належать до 3 класів: Язичкові, Перехідні, Трубочасті; 10 типів: Трубочасті, Прості, Напівмахрові, Віночкові, Кучеряві, Променеві, Черепитчасті, Голчасті, Напівкулясті, Кулясті та 27 груп.

У результаті фітопатологічного моніторингу сортотразків колекції *C. chinensis* L. Ness. протягом 2008–2015 рр. в умовах природного фону спостерігали ступінь ураження *F. oxysporum* Schlecht. в межах 0–83 %, середньозважений бал ураження – 0–4. Щорічно виявляли генетичну неоднорідність колекційного матеріалу *C. chinensis* L. Ness., за ураженням *F. oxysporum* Schlecht. в умовах природного фону. Статистичний аналіз результатів фітопатологічних обліків показав, що популяція зразків колекції *C. chinensis* L. Ness. на 58,3 % складається із однорідних та на 41,7 % – гетерогенних популяцій за показником стійкості щодо фузаріозного в'янення в умовах природного фону.

У колекції *C. chinensis* L. Ness. класу Перехідні 65,8 % популяцій сортотразків (*Waldersee Violet*, *Waldersee Weis*, *Salome Weis*, *Nina Weibull*, *Ingrid Weibull*, *Marie Weibull*, *Mette Weibull*, *Medalion*, *Anjutochca*, *Prinzess Gabriele*, *Prinzess Giant Blue Fonce*, *Prinzess Goldgarbe*, *Prinzess Corinna*, *Prinzess Marcha*, *Prinzess Nensi*, *Prinzess Silvia*, *Prinzess Taika*, *Prinzess Hilda*, *Pompon Cherry Red*, *Pompon Red Blue*, *Pompon Dark Blue*, *Pompon Deep Violet*, *Pompon Scarlet White Center*, *Pompon Yellow*, *Stratos*) є однорідними щодо патотипів грибів *Fusarium*, а 34,2 % сортотразків (*Ametist*, *Waldersee Blau*, *Edelweis Rubinrot*, *Prinzess Valeria*, *Prinzess Rita*, *Prinzess Flora*, *Pompon White*, *Malinovii Schar*, *Ambria Karmesin*, *Ambria Cremeweis*, *Ambria Lachrosa*, *Laplata Violetrose*, *Lada*) є гетерогенними за проявом стійкості проти фузаріозного в'янення. У колекції *C. chinensis* L. Ness. класу Язичкові 44,7 % популяцій сортотразків є однорідними щодо патотипів грибів *Fusarium*, а 44,7 % гетерогенні за проявом стійкості проти фузаріозного в'янення.

Імунологічну характеристику колекційних зразків *C. chinensis* L. Ness. отримали за результатами фітопатогенної оцінки на природному фоні. Сукупності зразків класу Перехідні колекції *C. chinensis* L. Ness. розподілені за проявом стійкості на імунні (R) – 26,4 %, практично стійкі (R+) – 47,2 %, середньостійкі (S/) – 26,4 %, із типом реакції сприйнятливі (S), дуже сприйнятливі (S+) до фузаріозного в'янення не виявлено.

У розрізі груп типу Прості розподіл за проявом стійкості відбувається так: група *Waldersee* на імунні (R) – 25 %, практично стійкі (R+) – 75 %, *Margareten* –

практично стійкі (R+) – 100 %, *Edelweis* – середньостійкі (S/) – 100 %. Група стійкості I-імунні з типом реакції (R) представлена одним зразком типу Прості – *Waldersee Violet*. За роки досліджень цей зразок не мав прояву уражень фузаріозним в'яненням на природному фоні. Група стійкості II-практично стійкі з типом реакції (R+) представлена сортозразками типу Прості – *Ametist*, *Waldersee Weis*, *Waldersee Blau*, *Salome Weis*. За роки досліджень ступінь ураження цих зразків був у межах від 1,0 до 14 % та середньозважений бал – від 0,3 до 1,0. Обраховуючи коефіцієнт агрономічної стабільності (As), що характеризує стабільність ознаки стійкості встановили, дуже високий рівень ознаки стійкості ( $^9 - As > 80,1$  %) мають сортозразки *Ametist*, *Waldersee Blau*, а середній ( $^5 - As = 40,1 - 60,0$  %) – *Waldersee Weis*, *Salome Weis*.

Сукупність зразків колекції типу Напівмахрові розподілені за проявом стійкості на імунні (R) – 20 %, практично стійкі (R+) – 20 %, середньостійкі (S/) – 60 %, із типом реакції сприйнятливі (S), дуже сприйнятливі (S+) до фузаріозного в'янення не виявлено. У розрізі груп цього типу розподіл за проявом стійкості відбувається так: група *Madeline* на імунні (R) – 20 %, середньостійкі (S/) – 60 %, *Anemonen* – практично стійкі (R+) – 20 %. Група стійкості I-імунні з типом реакції (R) представлена одним зразком типу Напівмахрові – *Nina Weibull*. Група стійкості II-практично стійкі з типом реакції (R+) представлена сортозразками типу Напівмахрові, які за роки досліджень мали ступінь ураження у межах від 5,0 до 12 % та середньозважений бал – від 0,5 до 1,0, стабільність ознаки стійкості дуже високий ( $^9 - As > 80,1$  %) має сортозразок *Nina Weibull*, а високий ( $^7 - As = 60,1 - 80,0$  %) – *Medalion*.

Сукупність зразків колекції типу Віночкові розподілені за проявом стійкості на імунні (R) – 29,7 %, практично стійкі (R+) – 48,2 %, середньостійкі (S/) – 22,1 %, із типом реакції сприйнятливі (S), дуже сприйнятливі (S+) до фузаріозного в'янення не виявлено. У груп типу Віночкові розподіл за проявом стійкості відбувається так: група *Prinzess* на імунні (R) – 33,4 %, практично стійкі (R+) – 33,3 %, середньостійкі (S/) – 33,3 %, *Pompon* – імунні (R) – 33,3 %, практично стійкі (R+) – 44,4 %, середньостійкі (S/) – 22,3 %, *Ambria* – практично стійкі (R+) – 100 %, *Laplata* – практично стійкі (R+) – 100 %, *Fantasie* – практично стійкі (R+) – 100 %. Група стійкості I-імунні з типом реакції (R) представлена зразками типу Віночкові – *Prinzess Gabriele*, *Prinzess Giant Blue Fonce*, *Prinzess Corinna*, *Prinzess Nensi*, *Prinzess Silvia*, *Prinzess Hilda*, *Pompon Red Blue*, *Pompon Dark Blue*, *Pompon Deep Violet*. Група стійкості II-практично стійкі з типом реакції (R+) представлена сортозразками типу Віночкові – *Ambria Karmesin*, *Ambria Cremeweis*, *Ambria Lachrosa*, *Laplata Violetrose*, *Pompon Cherry Red*, *Pompon Scarlet White Center*, *Pompon Yellow*, *Malinovii Schar*, *Prinzess Valeria*, *Prinzess Rita*, *Prinzess Taika*, *Prinzess Flora*, *Lada*. За роки досліджень ступінь ураження цих зразків був у межах від 0,0 до 15 % та середньозважений бал – від 0,0 до 1,0. Обраховуючи коефіцієнт агрономічної стабільності (As) встановили, дуже

високий рівень ознаки стійкості ( $^9\text{-As}>80,1\%$ ) мають сортозразки *Pompon Cherry Red*, *Pompon Scarlet White Center*, високий ( $^7\text{-As}=60,1\text{--}80,0\%$ ) – *Pompon Yellow*, *Prinzess Taika*, *Prinzess Flora*, середній ( $^5\text{-As}=40,1\text{--}60,0\%$ ) – *Ambria Karmesin*, *Ambria Cremeweis*, *Ambria Lachrosa*, *Malinovii Schar*, *Prinzess Valeria*, низький ( $^3\text{-As}=20,1\text{--}40,0\%$ ) – *Laplata Violetrose*, *Prinzess Rita*, дуже низький рівень стабільності ( $^1\text{-As}<20,0\%$ ) – *Lada*.

За результатами імунологічної оцінки сукупності зразків класу Язичкові колекції *C. chinensis* L. Ness. встановили, що сортозразки цього класу розподілені за проявом стійкості до фузаріозного в'янення на імунні (R) – 20,2 %, практично стійкі (R+) – 48,9 %, середньостійкі (S/) – 23,4 %, сприйнятливі (S) – 5,3 %, дуже сприйнятливі (S+) 2,2 %.

У груп типу Кучеряві розподіл за проявом стійкості відбувається так: група *Straussen feder* – на імунні (R) – 14,3 %, практично стійкі (R+) – 28,5 %, середньостійкі (S/) – 57,2 %, *Chrysantemum* – практично стійкі (R+) – 100 %. Група стійкості I-імунні з типом реакції (R) представлена зразком типу Кучеряві – *Giant Ray Silvery Rose*. Група стійкості II-практично стійкі з типом реакції (R+) представлена сортозразками типу Кучеряві – *Giant Ray Red*, *Giant Ray White*, *Goldschrall*, ступінь ураження яких був у межах від 0,0 до 14 % та середньозважений бал – від 0,0 до 1,0. Коефіцієнт агрономічної стабільності (As) свідчить про високий рівень ознаки стійкості ( $^7\text{-As}=60,1\text{--}80,0\%$ ) сортозразка *Goldschrall*, середній ( $^5\text{-As}=40,1\text{--}60,0\%$ ) – *Giant Ray Red*, дуже низький рівень стабільності ( $^1\text{-As}<20,0\%$ ) – *Giant Ray White*.

Сукупність зразків колекції типу Променеві розподілені за проявом стійкості на імунні (R) – 11,6 %, практично стійкі (R+) – 50 %, середньостійкі (S/) – 30,7 %, дуже сприйнятливі (S+) – 7,7 %, із типом реакції сприйнятливі (S) до фузаріозного в'янення не виявлено. У розрізі груп типу Променеві розподіл за проявом стійкості відбувається так: група *Deutsche Meister* – на імунні (R) – 11,1 %, практично стійкі (R+) – 44,5 %, середньостійкі (S/) – 38,8 %, дуже сприйнятливі (S+) – 5,6 %, *Radio* – імунні (R) – 33,4 %, практично стійкі (R+) – 66,6 %, *Unicum Deutsche* – практично стійкі (R+) – 60 %, середньостійкі (S/) – 20 %, дуже сприйнятливі (S+) – 20 %. Група стійкості I-імунні з типом реакції (R) представлена зразками типу Променеві – *Rancova Zorja*, *Julia*, *Florett*. Група стійкості II-практично стійкі з типом реакції (R+) представлена сортозразками типу Променеві – *Adretta*, *Babushkin Sarafan*, *Vresneva*, *Goluboi Pauchoc*, *Ludmila*, *Polina*, *Swanhild*, *Prazdnichnaja*, *Harzgruss*, *Silberreiher*, *Exotica Red*, *Exotica White*, *Rubinovi Zwjozdy*. За роки досліджень ступінь ураження цих зразків був у межах від 0,0 до 15 % та середньозважений бал – від 0,0 до 1,0. Коефіцієнт агрономічної стабільності (As), свідчить про дуже високий рівень ознаки стійкості ( $^9\text{-As}>80,1\%$ ) у сортозразків з практичною стійкістю – *Ludmila*, *Polina*, високий рівень ( $^7\text{-As}=60,1\text{--}80,0\%$ ) – *Swanhild*, *Harzgruss*, середній ( $^5\text{-As}=40,1\text{--}60,0\%$ ) – *Adretta*, *Babushkin Sarafan*, *Vresneva*, *Goluboi Pauchoc*, низький рівень стабільності ( $^3\text{-As}=20,1\text{--}40,0\%$ ) – *Lada*.

$As=20,1-40,0$  %) – *Prazdnichnaja*, *Silberreih*, *Exotica Red*, *Exotica White*, *Rubinovi Zwjozdy*.

Сукупність зразків колекції типу Черепитчасті розподілені за проявом стійкості на імунні (R) – 50 %, практично стійкі (R+) – 50 %, із типом реакції середньостійкі (S/), дуже сприйнятливі (S+), сприйнятливі (S) до фузаріозного в'янення не виявлено. У груп типу Черепитчасті розподіл за проявом стійкості відбувається так: група *Victoria*, на імунні (R) – 83,4 %, практично стійкі (R+) – 16,6 %, *Zwerg Aster* – імунні (R) – 16,6 %, практично стійкі (R+) – 83,4 %. Група стійкості I-імунні з типом реакції (R) представлена зразком типу Черепитчасті – *Victoria Weis*, *Victoria Dunkelviolett*, *Voronez White*, *Voronez Rosovaja*, *Voronez Border Lilac*, *Zwerg Aster Weis*. Група стійкості II-практично стійкі з типом реакції (R+) представлена сортозразками – *Voronez Lilac*, *Zarevo*, *Zwerg Aster Feuerkugel*, *Zwerg Aster Lachrosa*, *Zwerg Aster Dunkelblau*, *Zwerg Aster Violet*. За роки досліджень ступінь ураження цих зразків був у межах від 0,0 до 10 % та середньозважений бал – від 0,0 до 1,0. Коефіцієнт агрономічної стабільності (As), свідчить про високий рівень ознаки стійкості ( $^7-As=60,1-80,0$  %) у сортозразка з практичною стійкістю – *Zwerg Aster Lachrosa*, середній ( $^5-As=40,1-60,0$  %) – *Zwerg Aster Dunkelblau*, низький рівень стабільності ( $^3-As=20,1-40,0$  %) – *Voronez Lilac*, *Zarevo*, *Zwerg Aster Feuerkugel*, *Zwerg Aster Violet*.

Сукупність зразків колекції типу Голчасті розподілені за проявом стійкості на практично стійкі (R+) – 30 %, середньостійкі (S/) – 60 %, сприйнятливі (S) – 10 %, із типом реакції імунні (R), дуже сприйнятливі (S+) до фузаріозного в'янення не виявлено. У груп типу Голчасті розподіл за проявом стійкості відбувається так: група *Nadel* на практично стійкі (R+) – 100,0 %, *Riviera* – практично стійкі (R+) – 12,5 %, середньостійкі (S/) – 75 %, сприйнятливі (S) – 12,5 %. Група стійкості II-практично стійкі з типом реакції (R+) представлена сортозразками типу Голчасті – *Deep Scarlet*, *Sutinki*, *Riviera Lavender Rose*, за роки досліджень ступінь ураження цих зразків був у межах від 0,0 до 10 % та середньозважений бал від 0,0 до 1,0. Коефіцієнт агрономічної стабільності (As), свідчить про дуже високий рівень ознаки стійкості ( $^9-As>80,1$  %) у сортозразка з практичною стійкістю – *Riviera Lavender Rose*, низький рівень стабільності ( $^3-As=20,1-40,0$  %) – *Deep Scarlet*, *Sutinki*.

Сукупність зразків колекції типу Напівкулясті розподілені за проявом стійкості на імунні (R) – 19,5 %, практично стійкі (R+) – 58,5 %, середньостійкі (S/) – 11,0 %, сприйнятливі (S) – 11,0 %, із типом реакції дуже сприйнятливі (S+) до фузаріозного в'янення не виявлено. У груп типу Напівкулясті розподіл за проявом стійкості відбувається так: група *American Branehing* на імунні (R) – 100,0 %, *Duchess* – імунні (R) – 20 %, практично стійкі (R+) – 40 %, сприйнятливі (S) – 40 %, *Pionen* – імунні (R) – 19 %, практично стійкі (R+) – 52,4 %, середньостійкі (S/) – 19,1 %, сприйнятливі (S) – 9,5 %, *Rosen* – практично стійкі (R+) – 100 %, *Triumph* – практично стійкі (R+) – 100 %, *Schurheit* – імунні (R) –



50 %, практично стійкі (R+) – 50 %. Група стійкості I-імунні з типом реакції (R) представлена зразками типу Напівкулясті – *Russkaja Crasaviza*, *Duchess Red*, *Schunheit Hell Rosa*, *Goldschatz*, *Silberfunke*, *Pionen Weis*, *Pionen Silberrosa*. Група стійкості II-практично стійкі з типом реакції (R+) представлена сортозразками типу Напівкулясті – *Mzenskij Rubin*, *Odarca*, *Pionen Rot*, *Pionen Dunkelblau*, *Fakel*, *Flamir Weis Blau*, *Flamir Rot*, *Jabluneva*, *Blauer Turm*, *Roter Turm*, *Rosa Turm*, *Duchess Crimson*, *Sedaja Dame*; *Rosen Feurigscharlach*, *Rosen Hell Violett*, *Rosen Dunkelrot*, *Vesnjanca*, *Zhemchug*, *Nadija*, *Olanca*, *Schuriheit Weis*, за роки досліджень ступінь ураження цих зразків був у межах від 0,0 до 15 % та середньозважений бал – від 0,0 до 1,0. Коефіцієнт агрономічної стабільності (As), свідчить про дуже високий рівень ознаки стійкості ( $^9\text{-As}>80,1\%$ ) у сортозразків з практичною стійкістю – *Pionen Rot*, *Rosen Feurigscharlach*, високий ( $^7\text{-As}=60,1\text{--}80,0\%$ ) – *Mzenskij Rubin*, *Odarca*, *Jabluneva*, *Blauer Turm*, середній ( $^5\text{-As}=40,1\text{--}60,0\%$ ) – *Zhemchug*, *Nadija*, низький рівень стабільності ( $^3\text{-As}=20,1\text{--}40,0\%$ ) – *Pionen Dunkelblau*, *Flamir Weis Blau*, *Roter Turm*, *Rosa Turm*, *Duchess Crimson*, *Sedaja Dame*, *Rosen Hell Violett*, *Rosen Dunkelrot*, *Olanca*, дуже низький ( $^1\text{-As}<20,0\%$ ) – *Fakel*, *Flamir Rot*, *Vesnjanca*, *Schuriheit Weis*.

У результаті фітопатологічного моніторингу встановили, що на природному фоні зразки типу Кулясті в колекції *C. chinensis* L. Ness. не мали ураження за роки досліджень. За результатами імунологічної оцінки, сукупність зразків типу Кулясті за проявом стійкості є імунною (R) до фузаріозного в'янення. За показниками стабільності ознаки стійкості встановили, що сортозразки *Ball Aster Dunkel Rosa*, *Malinovii Blask* мають практичне значення для селекції як джерела «полігенної стійкості».

### Висновки та перспективи подальших досліджень

За результатами імунологічної оцінки колекційних сортозразків *C. chinensis* L. Ness. встановили, що генотипи мають різну стійкість до фузаріозного в'янення, але перевагу має група практично стійкі (R+), до якої віднесено 44,3 % зразків. До груп середньостійкі (S/) та імунні (R) – віднесено 24,9 та 23,3 % зразків, відповідно. Найменшу кількість колекційних сортозразків *C. chinensis* L. Ness. було віднесено до груп стійкості: сприйнятливі (S) – 5,3 % та дуже сприйнятливі (S+) – 2,2 %. У класів розподіл сортозразків за типом реакції стійкості до фузаріозного в'янення був таким: Язичкові: (R) – 20,2 %, (R+) – 48,9 %, (S/) – 23,4 %, (S) – 5,3 %, (S+) – 2,2 %; Перехідні – (R) – 26,4 %, (R+) – 47,2 %, і (S/) – 26,4 %.

За показником стабільності ознаки стійкості встановили, що 57,1 % сортозразків колекції *C. chinensis* L. Ness. мають низький рівень стабільності, що характеризує їх як таких що сприяють інтенсивному розвитку як високо-, так і низьковірulentних патогенів, що призводять до виникнення епіфітотій, які підвищують швидкість формування та виникнення агресивних рас. А 42,9 %

сортотразків колекції *C. chinensis* L. Ness. з високим рівнем стабільності, тобто мають практичне значення для селекції як джерела «полігенної стійкості» і для агроекології як фактор добору високовірулентних патотипів грибів *Fusarium*. У класів розподіл за рівнем стабільності стійкості до фузаріозного в'янення наступний: Язичкові – 64,2 % сортотразків з низьким рівнем та 35,8 % з високим рівнем стабільності стійкості; Перехідні – 50 та 50 %, відповідно.

Для подальшої селекційної роботи за стійкістю до фузаріозного в'янення пропонуємо використовувати сорти, які на природному інфекційному фоні мають високий рівень стабільності ознаки стійкості: *Giant Ray Silvery Rose*, *Goldschrahl*, *Rancova Zorja*, *Julia*, *Florett*, *Swanhild*, *Harzgruss*, *Ludmila*, *Polina*, *Victoria Weis*, *Victoria Dunkelviolett*, *Voronez White*, *Voronez Rosovaja*, *Voronez Border Lilac*, *Zwerg Aster Weis*, *Zwerg Aster Lachrosa*, *Riviera Lavender Rose*, *Russkaja Crasaviza*, *Duchess Red*, *Schunheit Hell Rosa*, *Goldschatz*, *Silberfunke*, *Pionen Weis*, *Pionen Silberrosa*, *Pionen Rot*, *Rosen Feurigscharlach*, *Mzenskij Rubin*, *Odarca*, *Jabluneva*, *Blauer Turm*, *Ball Aster Dunkel Rosa*, *Malinovii Blask*, *Ball Aster Dunkel Rosa*, *Malinovii Blask*, *Waldersee Violet*, *Waldersee Weis*, *Salome Weis*, *Nina Weibull*, *Medalion*, *Prinzess Gabriele*, *Prinzess Giant Blue Fonce*, *Prinzess Corinna*, *Prinzess Nensi*, *Prinzess Silvia*, *Prinzess Hilda*, *Pompon Red Blue*, *Pompon Dark Blue*, *Pompon Deep Violet*, *Pompon Cherry Red*, *Pompon Scarlet White Center*, *Pompon Yellow*, *Prinzess Taika*, *Prinzess Flora*.

### Література

1. Алексеева Н. Н. Астры / Н. Н. Алексеева, Л. М. Яременко. – М. : Юнивест маркетинг, 1999. – 30 с.
2. Алексеева Н. М. Айстри / Н. М. Алексеева // Квіти України. – 2001. – № 3. – С. 96.
3. Алексеева Н. М. Насінництво айстри / Н. М. Алексеева // Квіти України. – 1999. – № 3. – С. 7.
4. Алексеева Н. М. Однорічні айстри фірми Бенарі / Н. М. Алексеева // Квіти України. – 2006. – № 5. – С. 9–13.
5. Вольф В. Г. Статистическая обработка опытных данных / В. Г. Вольф. – М. : Колос, 1966. – 253 с.
6. Декоративные растения открытого и закрытого грунта / С. Н. Приходько, Л. М. Яременко, Т. М. Черевченко [и др.] ; под общ. ред. А. М. Гродзинского. – К. : Наук. думка, 1985. – 664 с.
7. Деркач М. П. Элементы статистической обработки результатов биологического эксперимента / М. П. Деркач. – Львів : Вид-во Львів. ун-ту, 1963. – 67 с.
8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М. : Колос, 1968. – 336 с.
9. Методические указания по оценке устойчивости бахчевых культур к фузариозному увяданию / К. Е. Дютин, В. М. Щербинин, В. И. Тимченко, А. М. Бейдер. – М., 1981. – 12 с.

10. Методы фитопатологии / З. Кирай, З. Клемент, Ф. Шоймаши, Й. Вереш. – М. : Колос, 1974. – С. 193–215.

11. Литун П. П. Взаимодействие генотип-среда в генетических и селекционных исследованиях и оценки селекционного материала / П. П. Литун. – К. : Наук. думка, 1980. – С. 63–93.

12. Марченко А. Видовий склад однорічних квітково-декоративних рослин у структурі квіткових композицій та їх фітопатологічний стан / А. Марченко, В. Гаврилюк // Вісн. Львів. нац. аграр. ун-ту. Сер. Агрономія. – 2013. – № 17 (2). – С. 162–169.

13. Марченко А. Б. Видовий склад патогенної мікрофлори та викликані нею патоморфологічні зміни на рослинах *Callistephus chinensis* L. Ness / А. Б. Марченко // Біологічне різноманіття екосистем і сучасна стратегія захисту рослин : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. до 90-річчя з дня народження доктора біол. наук, професора Литвинова Бориса Митрофановича, 29–30 верес. 2011 р. – Х., 2011. – С. 78–80.

14. Марченко А. Б. Таксономічний аналіз видового складу збудників хвороб однорічних квітково-декоративних рослин / А. Б. Марченко // Сохранение биоразнообразия и интродукция растений : материалы междунар. науч. конф. (Харьков, 8–11 сентября 2014 г.). – Харьков : ФЛП Тарасенко В.П., 2014. – С. 268–270.

15. Марченко А. Б. Фітосанітарний стан однорічних квітково-декоративних рослин в умовах Київської області / А. Б. Марченко // Карантин і захист рослин. – 2013. – № 7. – С. 22.

16. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві / за ред. Г. Л. Бондаренка, К. І. Яковенка. – Харків : Основа, 2001. – 369 с.

17. Билай В. И. Методы экспериментальной микологии / В. И. Билай. – К. : Наук. думка, 1982. – 551 с.

18. Минкевич И. И. Математические методы в фитопатологии / И. И. Минкевич, Т. И. Захарова. – Л. : Колос, 1977. – С. 8–15.

19. Острякова Г. В. Воронежские сорта устойчивы к фузариозу / Г. В. Острякова, В. Е. Величко // Цветоводство. – 1990. – № 6. – С. 22–23.

20. Острякова Г. В. Конкурентные сорта астры однолетней / Г. В. Острякова, Л. М. Карташева // Вестник ВГУ. Сер. Химия. Биология. Фармация. – 2003. – № 2 – С. 155–159.

21. Павлюк Н. А. Фитопатологический анализ сортов астры китайской *Callistephus chinensis* (L.) Nees / Н. А. Павлюк // Генетические ресурсы растениеводства Дальнего Востока : материалы Междунар. науч. конф. – Владивосток : ВИР, 2004. – С. 489–493.

22. Петренко Н. А. Всеми любимые астры / Н. А. Петренко // Приусадебное хозяйство. – 1994. – № 8. – С. 54–56.

23. Петренко Н. А. Классификация однолетних астр / Н. А. Петренко // Цветоводство. – 1976. – № 1 – С. 13.
24. Петренко Н. А. Однолетние астры / Н. А. Петренко. – Л. : Лениздат, 1973. – 136 с.
25. Рыженкова Ю. И. Астры однолетние / Ю. И. Рыженкова. – М. : МСП, 2005. – 64 с.
26. Тахтаджян А. Л. Флористичні області Землі / А. Л. Тахтаджян // Академія наук СРСР. Ботанічний інститут ім. В. Л. Комарова. – Л. : Наука, Ленінградське відділення. – 247 с.
27. Черненко В. Л. Методика оцінки селекційного матеріалу капусти за рівнем стійкості проти основних хвороб та шкідників / В. Л. Черненко, К. М. Черненко, О. А. Трущева // Овочівництво і баштанництво. – 2005. – Вип. 50. – С. 136–140.
28. Черненко К. М. Особливості паразитизму збудників чорної гнилі та вихідний матеріал моркви для селекції на стійкість : автореф. дис. на здобуття наук. степеня канд. біол. наук / К. М. Черненко. – Харків, 2003. – 35 с.
29. Чумаков Ф. У. Основные методы фитопатологических исследований / Ф. У. Чумаков, И. И. Минкевич. – М. : Колос, 1974. – 407 с.
30. Яременко Л. М. Селекция астры однолетней — *Callistephus chinensis*. / Л. М. Яременко // Яременко Л. М. Интродукция растений и зеленое строительство / Л. М. Яременко. – К., 1973. – С. 156.
31. Яременко Л. М. К вопросу о селекции астры однолетней на Украине / Л. М. Яременко // Тезисы докл. Всесоюз. конф. по теоретическим вопросам интродукции растений. – М., 1983. – С. 200–202.
32. Crous P. W. Phytopathogenic Fungi from South Africa / P. W. Crous, A. J. L. Phillips, A. P. Baxter ; University of Stellenbosch. – Press, 2000. – 358 p.

УДК: 633.521:631.81

С. М. В'юнцов

К. С.-Г. Н.

Житомирський національний агроекологічний університет

### ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЛЬОНУ-ДОВГУНЦЯ ЗАЛЕЖНО ВІД ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОБНОГО ПРЕПАРАТУ ПОЛІМІКСОБАКТЕРИН

У сучасному землеробстві існує агроекологічний напрям, який передбачає застосування нових технологій вирощування сільськогосподарських культур, що забезпечують одержання екологічно чистої і біологічно повноцінної продукції рослинництва. Високу екологічну й економічну ефективність цих технологій обумовлюють мікробні препарати, які здатні поліпшувати азотне та фосфорне живлення рослин.

За результатами досліджень було встановлено, що застосування мікробного препарату поліміксобактерин, для бактеризації насіння, позитивно впливає на

- 23.Петренко Н. А. Классификация однолетних астр / Н. А. Петренко // Цветоводство. – 1976. – № 1 – С. 13.
- 24.Петренко Н. А. Однолетние астры / Н. А. Петренко. – Л. : Лениздат, 1973. – 136 с.
- 25.Рыженкова Ю. И. Астры однолетние / Ю. И. Рыженкова. – М. : МСП, 2005. – 64 с.
- 26.Тахтаджян А. Л. Флористичні області Землі / А. Л. Тахтаджян // Академія наук СРСР. Ботанічний інститут ім. В. Л. Комарова. – Л. : Наука, Ленінградське відділення. – 247 с.
- 27.Черненко В. Л. Методика оцінки селекційного матеріалу капусти за рівнем стійкості проти основних хвороб та шкідників / В. Л. Черненко, К. М. Черненко, О. А. Трущева // Овочівництво і баштанництво. – 2005. – Вип. 50. – С. 136–140.
- 28.Черненко К. М. Особливості паразитизму збудників чорної гнилі та вихідний матеріал моркви для селекції на стійкість : автореф. дис. на здобуття наук. степеня канд. біол. наук / К. М. Черненко. – Харків, 2003. – 35 с.
- 29.Чумаков Ф. У. Основные методы фитопатологических исследований / Ф. У. Чумаков, И. И. Минкевич. – М. : Колос, 1974. – 407 с.
- 30.Яременко Л. М. Селекция астры однолетней — *Callistephus chinensis*. / Л. М. Яременко // Яременко Л. М. Интродукция растений и зеленое строительство / Л. М. Яременко. – К., 1973. – С. 156.
- 31.Яременко Л. М. К вопросу о селекции астры однолетней на Украине / Л. М. Яременко // Тезисы докл. Всесоюз. конф. по теоретическим вопросам интродукции растений. – М., 1983. – С. 200–202.
- 32.Crous P. W. Phytopathogenic Fungi from South Africa / P. W. Crous, A. J. L. Phillips, A. P. Baxter ; University of Stellenbosch. – Press, 2000. – 358 p.

УДК: 633.521:631.81

С. М. В'юнцов

К. С.-Г. Н.

Житомирський національний агроекологічний університет

### **ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЛЬОНУ-ДОВГУНЦЯ ЗАЛЕЖНО ВІД ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОБНОГО ПРЕПАРАТУ ПОЛІМІКСОБАКТЕРИН**

У сучасному землеробстві існує агроекологічний напрям, який передбачає застосування нових технологій вирощування сільськогосподарських культур, що забезпечують одержання екологічно чистої і біологічно повноцінної продукції рослинництва. Високу екологічну й економічну ефективність цих технологій обумовлюють мікробні препарати, які здатні поліпшувати азотне та фосфорне живлення рослин.

За результатами досліджень було встановлено, що застосування мікробного препарату поліміксобактерин, для бактеризації насіння, позитивно впливає на

структуру врожаю льону-довгунця. Що в кінцевому результаті дало можливість отримати достовірні прирости урожаю льонопродукції: соломи – 2,0 т/га; насіння – 0,16 т/га.

**Ключові слова:** льон-довгунець, бактеризація насіння, мікробний препарат, поліміксобактерин, урожайність.

### Постановка проблеми

Льон-довгунець є традиційною технічною культурою Поліських та Прикарпатських регіонів України, чому сприяють ґрунтово-кліматичні умови цих регіонів, що межують із Білоруссю та північно-західними регіонами Росії, які з далеких часів славилися як постачальники льоноволокна на світових ринках. Льонарство України відігравало вагому, а часом вирішальну роль у розвитку галузі рослинництва Поліської зони України. Однак останніми роками посівні площі льону-довгунця в Україні скоротилися в десятки разів. Основною причиною є неналежна підтримка Держави галузі льонарства, величезні ціни на паливно-мастильні матеріали, добрива, застаріла техніка та ін.

Культурою, що високо вибаглива до родючості ґрунтів та достатнього накопичення в них легкорозчинних та доступних поживних речовин, є льон-довгунець. У цієї культури особливий розвиток кореневої системи; понижена здатність засвоювати елементи живлення із важкодоступних форм; короткий період інтенсивного кореневого живлення. Впродовж всього періоду вегетації її необхідно забезпечувати достатньою кількістю поживних речовин для отримання високого врожаю льонопродукції. Щодо мінеральних добрив, то вносити їх доцільно на програмований урожай у певному співвідношенні, залежно від рівня родючості ґрунту, зони вирощування й попередника та з врахуванням коефіцієнтів використання їх з ґрунту та добрив. Від рівня вологості та температури залежить те, як засвоюються елементи живлення із ґрунту і мінеральних добрив [1].

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Одним із провідних ресурсних засобів підвищення продуктивності сільськогосподарського виробництва є мінеральні добрива, а головним показником серед агротехнічних заходів при вирощуванні сільськогосподарських культур є окупність мінеральних добрив [2]. Із матеріальних ресурсів, які використовуються в землеробстві, вони найбільш енергоємні.

Згідно з результатами досліджень вітчизняних та закордонних вчених [3], приріст врожаю волокна за рахунок внесення добрив коливається в межах від 0,08 до 0,38 т/га, залежно від співвідношення елементів живлення, часу, способу внесення та властивостей ґрунту.

У рослин льону-довгунця є така властивість – інтенсивно засвоювати елементи живлення із ґрунту за відносно слабозвинutoї кореневої системи за короткий період: бутонізації–цвітіння. До моменту цвітіння льон-довгунець

засвоює 70–84% азоту, 67–80% фосфору та 71–96% калію від загальної кількості цих елементів, потрібних для утворення всього урожаю [4].

Згідно з дослідженнями багатьох науковців льон-довгунець виносить з ґрунту азоту – 1,3–1,5 кг, фосфору 0,37–0,52 кг, калію – 0,62–1,37 (на утворення 1 ц повітряно-сухої маси загального врожаю – соломи і насіння), [5].

Період максимальної потреби у поживних речовинах – це кінець фази „ялинка” – початок швидкого росту, в який можна передбачити величину прогнатованого врожаю і в деякій мірі управляти процесом добової швидкості росту і формуванням урожайності та якості продукції за показниками листової діагностики, враховуючи особливості живлення за фазами росту та розвитку [6].

У період сходи – „ялинка ” потреба рослин льону-довгунця в елементах живлення є відносно невеликою тому, що формується коренева система і спостерігається мінімальна швидкість росту стебел. У фазі „ялинка ” рослини використовують невелику кількість елементів живлення: азоту – 2,4–4,3%, фосфору – 0,6–0,9% і калію – 3,0–4,5%. На початку вегетаційного періоду рослинам льону необхідні всі елементи живлення у доступній формі, у певному співвідношенні. Нестача їх гальмує ріст і розвиток, що призводить до зниження урожаю.

За даними П. А. Голобородько [7], за період вегетації льон-довгунець засвоює: азоту 70–80%, фосфору 20–25% та калію 60–70%.

У нашій державі внесення в ґрунт NPK становить 19 кг /га, що набагато нижче середньосвітового показника. Нині фактичне застосування фосфорних добрив менше 0,1 млн т д.р., тобто 3–4 кг д.р./га. Різке зниження рівня застосування мінеральних добрив пов’язане з їхньою високою вартістю, зростанням цін на енергоносії та імпорту сировину. Але льон-довгунець вимогливий до мінеральних добрив. Фосфор є важливим біогенним мікроелементом для нормального розвитку льону-довгунця [8].

При нестачі фосфору в ґрунті слабо розвивається коренева система. При внесенні його у ґрунт підвищується урожай та якість льону-довгунця. Період від проростання насіння до фази „ялинка” є критичним по відношенню до потреб льону у цей період. Тому у перші дні росту і розвитку фосфорне голодування призводить до зниження урожаю насіння та соломи [9].

Один з найважливіших біологічних процесів, що в умовах сучасного землеробства визначає стратегію мобілізації фосфору в ґрунті – мікробна трансформація фосфатів, яка зумовлює забезпечення рослин доступними сполуками фосфору [10].

У підвищенні продуктивності сільськогосподарських культур та родючості ґрунтів поряд з органічними і мінеральними добривами важлива роль належить використанню бактеріальних препаратів. Суть їх дії полягає в направленому використанні корисних мікроорганізмів. Крім того, відносно низька вартість,

висока окупність, простота застосування, безпечність для навколишнього середовища зумовлюють їх широке застосування [11].

Згідно з результатами досліджень [12] встановлено, що застосування мікробного препарату поліміксобактерин у технологіях вирощування льону-довгунця в умовах полісся є ефективним засобом оптимізації фосфорного живлення рослин, підвищення урожайності культури, та дозволяє отримати додатковий прибуток 388,8–1123,2 грн/га. Рентабельність виробництва зростає у 1,4–7 разів (залежно від скоростиглості сортів).

Тому застосування поліміксобактерину має практичне значення при вирощуванні льону-довгунця. Поліміксобактерин – біодобриво застосовується для бактеризації насіння льону-довгунця з метою покращення фосфатного живлення рослин, підвищення продуктивності та захисту рослин від фітопатогенних грибів [13].

#### Мета, завдання та методика досліджень

Польові дослідження проводили в 2013–2015 роках в умовах дослідного поля ЖНАЕУ Черняхівського району Житомирської області за методикою ВНДІЛ 1978 р. [14]. Статистичну обробку урожайних даних по льоносоломі та насінню здійснювали методом дисперсійного аналізу з рівнем ймовірності 0,95 (Доспехов Б. А., 1979) [15].

Дослідження проводилися на сірих опідзолених легкосуглинкових ґрунтах, які мали невисокий вміст гумусу (по Тюріну) – 1,34–1,66%, рН<sub>сол.</sub>–4,8–5,0; Нг–2,92–3,79 мг-екв./100 г ґрунту; підвищений вміст рухомого фосфору (по Кірсанову) – 14,3–15,8 мг/100г ґрунту, середній вміст обмінного калію (по Масловій) – 10,5–11,7 мг/100 г ґрунту.

Досліджували вплив поліміксобактерину порівняно з дією суперфосфату за різних доз (30, 45, 60) за наступною схемою:

1. Контроль (обробка насіння водою)
2. N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>
3. N<sub>30</sub>P<sub>45</sub>K<sub>60</sub>
4. N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>
5. Поліміксобактерин (бактеризація насіння)
6. N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> + П (бактеризація насіння)
7. N<sub>30</sub>P<sub>45</sub>K<sub>60</sub> + П (бактеризація насіння)
8. N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> + П (бактеризація насіння)\*

\* Бактеризація насіння поліміксобактерином.

Щодо погодних умов то в 2013 році вони були досить екстремальними для сільськогосподарських рослин, у тому числі і для льону-довгунця. Так, у травні-червні випало опадів близько до норми, але в основному, у вигляді злив.



Вегетаційний період 2014 року був досить контрастним, як за кількістю опадів та температурним режимом, так і за запасами продуктивної вологи в ґрунті.

Погодні умови 2015 року характеризувалися як екстремально-посушливі. Виняток становив травень місяць, протягом якого випало 64 мм опадів (136 % норми), що дало можливість отримати нормальні сходи.

Так, згідно даних щодо погодних умов слід відмітити, що опади атмосферної вологи та температурний режим дещо відрізнявся від середньобагаторічних показників, а в деяких місяцях і значно. Проте за таких екстремальних погодних умов нам вдавалося отримувати пристойний урожай насіння і соломи льону.

### Результати досліджень

Важливими морфологічними ознаками льону-довгунця які впливають на урожайність і якість льонопродукції є висота рослин, особливо технічна довжина, кількість насіння в коробочках та діаметр стебла. Ці показники зазначено в таблиці 1.

Таблиця 1. Структура льону-довгунця залежно від застосування мікробного препарату поліміксобактерин (середнє за 2013–2015 рр.)

| Варіанти                                                              | Висота рослин, см |          | Кількість<br>коробочок<br>на<br>рослині,<br>шт. | Кількість<br>насіння в<br>коробочці,<br>шт. | Діаметр<br>стебла,<br>мм |
|-----------------------------------------------------------------------|-------------------|----------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------|
|                                                                       | загальна          | технічна |                                                 |                                             |                          |
| 1                                                                     | 2                 | 3        | 4                                               | 5                                           | 6                        |
| 1.Контроль (обробка насіння водою)                                    | 68,2              | 59,2     | 2,8                                             | 5,7                                         | 1,5                      |
| 2. N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>                    | 73,3              | 67,0     | 3,4                                             | 6,2                                         | 1,5                      |
| 3. N <sub>30</sub> P <sub>45</sub> K <sub>60</sub>                    | 75,1              | 64,8     | 3,6                                             | 6,7                                         | 1,5                      |
| 4. N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>                    | 82,1              | 72,2     | 3,7                                             | 7,1                                         | 1,5                      |
| 5.Поліміксобактерин (бактеризація насіння)                            | 75,6              | 67,1     | 3,1                                             | 6,2                                         | 1,4                      |
| 6. N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + П (бактеризація) | 75,5              | 69,2     | 3,6                                             | 6,8                                         | 1,4                      |
| 7. N <sub>30</sub> P <sub>45</sub> K <sub>60</sub> + П                | 81,7              | 72,2     | 3,8                                             | 6,9                                         | 1,4                      |
| 8. N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + П                | 90,2              | 83,8     | 4,4                                             | 7,5                                         | 1,3                      |

З даних таблиці видно що в середньому за три роки досліджень загальна висота рослин коливалася в межах від 68,2 см на контрольному варіанті до 90,2 см на варіанті застосування бактеризації насіння на фоні удобрення N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>. За чистої бактеризації насіння без удобрення на варіанті № 5 вона сягала 75,6 см,

що на 7,4 см більше за контроль, проте поступалася удобреному варіанту в дозі  $N_{30}P_{60}K_{90}$ . Щодо технічної довжини то вона найбільша на восьмому варіанті і становить 83,8 см, що на 15,6 см більше за контроль та на 11,6 см за удобрений варіант такою ж нормою, але без бактеризації насіння. Інші структурні показники були найвищими на варіанті удобрення  $N_{30}P_{60}K_{90}$  з додатковою бактеризацією і становили кількість коробочок на рослині 4,4, кількість насінин в коробочці 7,5 із діаметром рослини 1,3 мм.

Зазначені показники структури льону-довгунця значно вплинули і на урожайність льонопродукції, які представлені в таблиці 2.

**Таблиця 2. Урожайність льону-довгунця залежно від застосування мікробного препарату поліміксобактерин (середнє за 2013–2015 рр.)**

| Варіанти                                    | Урожайність, т/га |         |     |         |         |     |
|---------------------------------------------|-------------------|---------|-----|---------|---------|-----|
|                                             | соломи            | приріст |     | насіння | приріст |     |
|                                             |                   | т/га    | %   |         | т/га    | %   |
| 1. Контроль (обробка насіння водою)         | 3,52              | –       | 100 | 0,38    | –       | 100 |
| 2. $N_{30}P_{30}K_{30}$                     | 3,94              | 0,42    | 112 | 0,39    | 0,01    | 103 |
| 3. $N_{30}P_{45}K_{60}$                     | 4,14              | 0,62    | 118 | 0,44    | 0,06    | 117 |
| 4. $N_{30}P_{60}K_{90}$                     | 5,17              | 1,65    | 147 | 0,46    | 0,08    | 120 |
| 5. Поліміксобактерин (бактеризація насіння) | 4,82              | 1,30    | 137 | 0,48    | 0,10    | 127 |
| 6. $N_{30}P_{30}K_{30}$ + П (бактеризація)  | 4,18              | 0,66    | 119 | 0,39    | 0,01    | 104 |
| 7. $N_{30}P_{45}K_{60}$ + П                 | 5,25              | 1,73    | 149 | 0,53    | 0,15    | 140 |
| 8. $N_{30}P_{60}K_{90}$ + П                 | 5,49              | 1,97    | 156 | 0,54    | 0,16    | 143 |
| Нір $0,95$ , т/га                           |                   |         |     |         |         |     |
| 2013 р.                                     | 0,23              |         |     | 0,021   |         |     |
| 2014 р.                                     | 0,21              |         |     | 0,017   |         |     |
| 2015 р.                                     | 0,20              |         |     | 0,010   |         |     |

Як видно з даних таблиці 2 максимальними були врожаї насіння і соломи льону-довгунця у 7 і 8 варіантах дослідів, де використовували бактеризацію насіння поліміксобактерином за удобрення  $N_{30}P_{45}K_{60}$  та  $N_{30}P_{60}K_{90}$ . Обробка насіння водою за цих же доз удобрення сприяла отриманню врожаю соломи 4,14 та 5,17 т/га і 0,44 і 0,45 т/га насіння. Слід додати, що варіанти дослідів з другого по восьмий забезпечили статистично достовірний приріст врожаю соломи лляної.

### Висновки та перспективи подальших досліджень

Застосування мікробного препарату поліміксобактерин у технології вирощування льону-довгунця в умовах Полісся є ефективним засобом оптимізації фосфорного живлення рослин, підвищення врожайності соломи та насіння.

Подальші дослідження слід зосередити на вивченні впливу даного препарату на різні сорти льону-довгунця.

---

### Література

---

1. *Локоть О. Ю.* Шляхи раціонального використання добрив у льонарстві / *О. Ю. Локоть, І. В. Гриник* // Вісн. аграр. науки. – 2001. – № 3. – С. 21–25.
  2. *Локоть О. Ю.* Ефективне застосування агрохімікатів при вирощуванні льону-довгунця / *О. Ю. Локоть, І. В. Гриник*. – Чернігів, 2003. – С. 7–8.
  3. *Карпова З. С.* Расход минеральных удобрений и извести на получение тонны волокна / *З. С. Карпова* // Тр. ВНИИЛ. – 1975. – Вып. 13. – С. 192–195.
  4. *Лихочвор В. В.* Рослинництво. Технологія вирощування сільськогосподарських культур / *В. В. Лихочвор*. – К. : Центр навч. л-ри, 2004. – 808 с.
  5. *Скорченко А. Ф.* Основи ведення льонарства в сучасних умовах / *А. Ф. Скорченко, І. П. Карпець, В. Б. Ковальов*. – К. : Нора-прінт, 2002. – С. 3–6.
  6. *Тихомирова В. Я.* Повышение эффективности удобрений на посевах льна-долгунца / *В. Я. Тихомирова, О. Ю. Сорокина, Н. Н. Кузьменко* // Достижение науки и техники АПК. – 2002. – № 6. – С. 38–39.
  7. *Голобородько П. А.* Ресурсозберігаюча технологія вирощування льону-довгунця / *П. А. Голобородько*. – Глухів, 2001. – С. 3–11.
  8. *Гриник І. В.* Застосування мікробного препарату поліміксобактерин для підвищення врожайності льону-довгунця / *І. В. Гриник, О. Ю. Локоть, Л. М. Токмакова* // Вісн. аграр. науки. – 2007. – № 4. – С. 19–21.
  9. *Петрова Л. И.* Питание растений льна-долгунца макро- й микроэлементами / *Л. И. Петрова* // Технические культуры. – 1992. – № 1. – С. 30–36.
  10. Особливості фосфорного живлення гречки при застосуванні бактеризації та рістстимулятора залежно від агрофону / *В. В. Волкогон, Н. В. Луценко, С. Б. Дімова* [та ін.] // Фосфор і калій у землеробстві. Проблеми мікробіологічної мобілізації : матеріали міжнар. наук.-прак. конф. (Чернігів, 2004 р.). – Чернігів ; Х., 2004. – С. 20–29.
  11. Агрохімія : підручник / *М. М. Городній, С. І. Мельник, А. С. Малиновський* [та ін.] ; за ред. *М. М. Городнього*. – К. : Алефа, 2003. – 775 с.
  12. *Карпець І. П.* Якість продукції льону-довгунця і олійного за різних способів сівби й удобрення / *І. П. Карпець, О. М. Дрозд* // Вісн. аграр. науки. – 2005. – № 6. – С. 21–24.
  13. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні // Захист рослин. – 2004. – № 2/3. – С. 38–39.
  14. Методические указания по проведению полевых опытов со льном-долгунцом / ВНИИЛ. – Торжок, 1978. – 77 с.
  15. *Доспехов Б. А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учебник / *Б. А. Доспехов*. – [Изд. 5-е, доп. и перераб.]. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
-

УДК 633.34:631.452

В. Г. Дідора

Д. С.-Г. Н.

І. Ю. Деробон

К. С.-Г. Н.

Л. Д. Саврасих

аспірантка\*

Житомирський національний агроетологічний університет

## ФАКТОРИ ПІДВИЩЕННЯ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТУ ЗА ВИВЧЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ

*Представлені матеріали досліджень із вивчення ранньостиглих сортів, норм та строків сівби сої на ясно-сірих ґрунтах Полісся України. Встановлені оптимальні строки і норми висіву ранньостиглих сортів сої, за температури ґрунту 12 °С і норми висіву 800 тис. шт. Урожайність сорту КиВін становила 3,05 т/га, за рахунок симбіотично фіксованого з атмосфери азоту бульбочковими бактеріями в ґрунті його залишається 118 кг/га, що еквівалентно 347 кг аміачної селітри, вартість якої становить 3296 грн/га.*

**Ключові слова:** сорти, строки, норми висіву, температура ґрунту, урожайність, біологічний азот.

### Постановка проблеми

Застосування біологічних агроетасобів вважається ознакою високорозвиненої економії країни. Від цього залежать обсяги виробництва удобрювальних, захисних і стимулюючих біопрепаратів. Так, в Австралії виробляють близько 6 млн га – порцій біопрепаратів, у Канаді – 4 млн, Угорщині – понад 200 тис., Великобританії, Югославії, Румунії та Польщі – по 500 тис., Індії – 3 млн, в Україні – близько 200 тис. га порцій біопрепаратів [1].

Біозотні добрива на основі бактерій, які фіксують молекулярний азот атмосфери, здатні забезпечувати себе і біосферу зв'язаними формами азоту, а єдиний спосіб накопичити додатковий – перетворити його у специфічну речовину ґрунту – гумус.

Бульбочкові бактерії бобових рослин першими почали використовуватися для виготовлення біодобрива, оскільки вони виявляються візуально та забезпечують доволі високий рівень накопичення азоту, зокрема, 70–280 кг/га – у сої, до 40–70 – у горосі, до 200–350 кг/га – у люцерни на другому році культивування тощо [2].

У США потреби сільського господарства в азоті покривають лише на 30% завдяки мінеральним добривам, на 25 – органічним добривам і на 45–біологічному азоту. Лише під бобові культури у США щорічно застосовують

---

© В. Г. Дідора, І. Ю. Деробон, Л. Д. Саврасих

\* Науковий керівник – доктор с.-г. наук С. І. Веремеєнко

близько 1 млн га – порцій біопрепаратів (оптімайз, графекс), в Україні – близько 150 тис. га (ризобофіт, біомагся, ековітал); у Мексиці – цнітрагін і парадр, Уругваї і Аргентині – нітросол і нітрум, Новій Зеландії – ризокоут, Австралії – тропікал-інокулянте, нодулайт і нітроджерм, Індії – арісс агро, Єгипті – окадин, Угорщині – ризоніт-тороре, Російській Федерації – ризоторфін [3]. У світових ресурсах біологічно фіксованого азоту усіма зернобобовим культурами частка сої складає 16,9 млн т або 70%. У США посіви сої біологічно фіксують 5,4 млн т азоту.

Відомо, що соя є джерелом збалансованого за амінокислотним складом вмістом білку і жиру, але найважливіша біологічна особливість – фіксація атмосферного азоту.

Бактеріальні препарати – екологічно безпечні добрива комплексної дії, оскільки мікроорганізми, на основі яких вони створені, не тільки фіксують азот атмосфери або трансформують фосфати ґрунту, а й продукують амінокислоти, рістактивуючі сполуки та речовини антибіологічної природи, що стримують розвиток фітопатогенів. Так, препарати, азотофіксатори (ризогумін, ризобофіт, ризоаргін, азобактерин, дізотобактерин, діазофіт, ризоторфін, флавобактерин, мізорин, азоризин та ін.), виготовлені на основі азотофіксуючих бактерій, мають багатofункціональний вплив на розвиток і формування рослин [4].

За останні 50 років посіви сої збільшилися з 23,8 га до 102,4 млн. га з урожайністю 1,68–2,55 т/га. В структурі світового виробництва олійних культур соя займає 58%.

Відомо, що соя на гектарі залишає 80–120 кг азоту, що прирівнюється до 10–15 т органічних добрив. Якщо висівати сою в Україні на площі 2,2 млн. га, як передбачено планом на 2020 роки, то це означає, що ґрунт одержить обсяг азоту, еквівалентний 546 тис. тонн аміачної селітри на суму понад 1 млрд грн.

Вирощування сої на Поліссі України набуває поширення і вимагає доробки і удосконалення сортової технології вирощування, зокрема, за рахунок адаптованих та пластичних сортів до абіотичних факторів, визначення оптимальних строків сівби, щільності фітоценозу, інокуляції насіння, норм висіву насіння та елементів живлення.

### **Аналіз останніх досліджень та публікацій**

Формування високого врожаю сої значно залежить від забезпеченості росту і розвитку рослин абіотичними факторами [5, 6].

Вибір строків сівби залежить від зони вирощування, вимог сортів до температурного режиму у період сходів, тривалості дня, ґрунтових і погодних умов регіону. Більшість дослідників вважають основним критерієм настання оптимального строку сівби прогрівання посівного шару ґрунту до 10–14 °С з подальшою тенденцією підвищення температури. Календарні строки сівби припадають на період другої половини квітня – першої половини травня [7, 8].

Дослідження науковців Хмельницької ДСГДС показали, що запізнення із строками сівби приводить до зниження урожайності сої на 0,15–0,38 т/га, навіть запізнення на 5 днів, порівняно до оптимальних строків, призводить до недобору врожаю [9].

За узагальненими даними академіка Баби́ча А.О., в умовах північного Степу України в середньому за 15 років сівба сої кінці квітня забезпечила урожайність 1,27–1,52 т/га, в першій декаді травня – 1,58 т/га та третій декаді на 0,23 т/га менше [10].

Отже, з аналізу результатів досліджень, у різних регіонах соєви́ння стає зрозумілим, що з кожним вищезгаданим аспектом можна погодитися, якщо це властиво певним агрокліматичним регіонам.

### **Мета, завдання та методика досліджень**

Мета роботи – виявлення особливостей формування високої продуктивності ранньостиглих сортів сої за допомогою формування азотофіксуючих мікроорганізмів залежно від строків посіву і щільності фітоценозу.

Об’єкт досліджень: процеси росту і розвитку, фотосинтетична активність, формування бульбочок та накопичення азоту в ґрунті, продуктивність сортів залежно від строків сівби та норм висіву.

Предмет досліджень: ультраранній сорт Аннушка, ранньостиглі сорти КиВін та Золотиста, строки сівби за температури ґрунту 10+12+14 °С, норма висіву насіння 700–800 та 900 тис. шт./га.

Дослідження проводили у 2011–2013 рр. на дослідному полі Житомирського національного агроєкологічного університету с. Горбаша на ясно сірих опідзолених глеуватих ґрунтах, материнська порода – водо - льодовикові відкладення, ступінь окультурення – середня.

Вміст гумусу в орному шарі ґрунту (за Тюрінім) 1,32–1,7%; лужногідролізованого азоту (за Корнфілдом) 61,0–78,4 мг/кг ґрунту; рухомого фосфору та обмінного калію (за Кірсановим) 120–160 та 54–68 мг/кг ґрунту відповідно. Реакція ґрунтового розчину – слабокисла рН – 5,1–5,7; Нг – 1,68–2,14 мг.-екв/100 г ґрунту.

Визначення фотосинтетичного потенціалу (ФП), чистої продуктивності фотосинтезу (ЧПФ) проводили за методики А. А. Ничипоровича та ін., використовуючи формулу Кідда, Веста і Брігса.

Кількість та масу бульбочок визначали за методом Г. С. Посипанова.

Облік врожаю проводили методом суцільного обмолоту комбайном «Сампо-50» за вологості насіння 14–15% та зважуванням його з кожної ділянки окремо.

Математичну обробку даних урожайності проводили методом дисперсійного та кореляційного аналізів на персональному комп’ютері з використанням програм Excel та Statistical.

За кількістю опадів (348 мм) та суми активних температур (2680 °С) вегетаційний період 2011 року характеризується як сприятливий для вирощування сої.

Гідротермічний коефіцієнт за період вегетації коливається у межах 0,87-2,55-1,15-1,14, що сприяло високій продуктивності сортів сої.

Веgetаційний період 2012 р. характеризується достатньою кількістю опадів (331 мм), а сума активних температур становила 2625 °С, що є сприятливою для росту і розвитку сої, проте відбувалося нерівномірне розподілення опадів за фазами росту і розвитку, так, у липні місяці надійшла більша половина опадів, що викликало вилягання рослин на варіантах з високими нормами висіву. Гідротермічні коефіцієнти впродовж періоду вегетації коливалися у межах: травень-вересень місяці – 0,34-0,71-2,87-0,88-1,32. В цілому, погодні умови також були сприятливі для отримання високої врожайності.

Погодні умови 2013 року, за показниками вологості і температурних градієнтів, були несприятливими для формування високої продуктивності сої. Кількість опадів, що надійшла за вегетаційний період, становить 196 мм з яких 90 мм припадали на вересень місяць —у період наливу та визрівання бобів, у червні та серпні їопадів надійшло лише 7,3-7,9 мм, відповідно. Показники гідротермічного коефіцієнта впродовж періоду вегетації коливалися у межах 0,6-0,16-0,68-0,11-2,13. Таким чином, 2013 рік, за умов вологозабезпеченості та середньодобовими показниками температури повітря був несприятливим до активної продуктивності сої.

### Результати досліджень

Формування площі листової поверхні є передумовою отримання високих врожаїв культури [12]. Оптимальна площа листової поверхні для сої має становити в умовах Лісостепу України 40-50 тис. м²/га [13]. Цей показник у сої може варіювати в досить широких межах залежно від генотипу сорту, екологічних умов регіону та агротехнічних прийомів її вирощування (табл. 1.).

**Таблиця 1. Фотосинтетична активність сої залежно від сортового складу, строків та норм висіву у фазу формування бобів (середнє за 2011-2013 рр.)**

| Сорт      | Норма висіву, млн шт./ га | Площа листової поверхні, тис. м²/га |      |      | Фотосинтетичний потенціал, млн м²·днів/га |      |      | Чиста продуктивність фотосинтезу, г/м² за добу |      |      |
|-----------|---------------------------|-------------------------------------|------|------|-------------------------------------------|------|------|------------------------------------------------|------|------|
|           |                           | температура повітря, t °C           |      |      |                                           |      |      |                                                |      |      |
|           |                           | 10                                  | 12   | 14   | 10                                        | 12   | 14   | 10                                             | 12   | 14   |
| Аннушка   | 700                       | 54,7                                | 59,6 | 39,8 | 1,83                                      | 1,78 | 1,37 | 5,21                                           | 5,49 | 5,09 |
|           | 800                       | 60,6                                | 68,9 | 50,1 | 2,12                                      | 2,12 | 1,86 | 5,56                                           | 6,04 | 5,18 |
|           | 900                       | 57,6                                | 56,8 | 51,6 | 2,14                                      | 1,76 | 1,69 | 4,03                                           | 6,53 | 4,95 |
| КиВін     | 700                       | 48,7                                | 51,7 | 46,2 | 1,66                                      | 1,83 | 1,53 | 4,19                                           | 3,79 | 4,25 |
|           | 800                       | 60,7                                | 60,7 | 54,2 | 2,17                                      | 1,95 | 1,62 | 4,71                                           | 4,64 | 4,87 |
|           | 900                       | 48,6                                | 54,7 | 44,2 | 1,85                                      | 1,89 | 1,52 | 4,99                                           | 4,94 | 4,92 |
| Золотиста | 700                       | 43,4                                | 41,1 | 38,2 | 1,54                                      | 1,22 | 1,38 | 5,57                                           | 6,88 | 6,30 |
|           | 800                       | 52,1                                | 54,6 | 49,1 | 1,70                                      | 1,69 | 1,66 | 6,38                                           | 6,62 | 6,42 |
|           | 900                       | 45,8                                | 52,8 | 38,2 | 1,68                                      | 1,49 | 1,54 | 5,04                                           | 4,29 | 5,26 |

Установлено, що за норми висіву 800 тис. шт./га формується найбільша площа листкової поверхні всіх сортів, підвищена норма висіву до 900 тис. шт./га сприяє зменшенню площі асиміляційної поверхні сої.

За площі листкової поверхні сорт Золотиста поступається сортам Аннушка і КиВін, відповідно, на 8,0–6,6 тис. м<sup>2</sup>/га, за оптимальної норми висіву.

Строк сівби істотно впливав на формування площі листкової поверхні. За сівби сорту Аннушка, при температурі ґрунту 12 °С, площа листкової поверхні становила 59,9 тис. м<sup>2</sup>/га, що вище на 8,5 тис. м<sup>2</sup>/га, порівняно зі сівбою за температури ґрунту 10 °С і на 4,6 тис. м<sup>2</sup>/га відносно температури ґрунту 14 °С.

Слід зауважити, що за температури ґрунту 14 °С розвиток площі листкової поверхні всіх сортів, які вивчалися у досліді, уповільнюються, особливо сорт Золотиста. Листкова поверхня сорту КиВін за сівби з температурним градієнтом +10+12+14 °С формує високу асиміляційну поверхню, тому його можна віднести до групи пластичних.

Отримані результати досліджень свідчать про те, що норма висіву і, відповідно, щільність фітоценозу сортів, має істотне значення для формування площі листкової поверхні, від величини якої значно залежить продуктивність агрофітоценозу. Для всіх сортів сої установлена наступна закономірність, при збільшенні норми висіву зменшується площа листкової поверхні. Максимальна площа листкової поверхні формується за норми висіву – 800 тис. шт./га.

За результатами проведених досліджень установлено, що сівба сої всіх сортів, за температури ґрунту на глибині загортання насіння 12 °С формує максимальну листову поверхню, яка коливається у межах 49,5–59,9 тис. м<sup>2</sup>/га, і найбільш облиствленим є сорт Аннушка, у сорту КиВін вона менше на 4,2 та сорту Золотиста, відповідно, на 10,4 тис. м<sup>2</sup>/га.

Формування площі листкової поверхні залежить від генетичних особливостей сортів, впливу абіотичних факторів та елементів технології вирощування.

За норми висіву насіння сої 800 тис. шт./га високий фотосинтетичний потенціал формується за температури ґрунту на глибині загортання насіння 12 °С і становить у сорту Аннушка 2,12 млн м<sup>2</sup>. днів/га, що вище за сорт КиВін на 0,17 та сорту Золотиста на 0,43 млн м<sup>2</sup>/га.

За недостатньої кількості продуктивної вологи в ґрунті, за пізніх строків сівби, листки нижньої частини стебел набувають світло-зеленого забарвлення, швидко відмирають, що і призводить до зменшення фотосинтетичного потенціалу.

Відомо, що фотосинтез є головним фактором формування 90% ваги сухої речовини. Засвоєння елементів мінерального живлення, вага яких складає 5–10% сухої фітомаси урожаю, можливе лише при наявності фотосинтезу.

Аналіз результатів чистої продуктивності фотосинтезу (табл.1) ультрараннього сорту Аннушка показав, що за норми висіву 900 тис. шт./га при



температурі ґрунту 12 °С він найвищий. За ранніх і пізніх строків сівби цей показник зменшується, відповідно, на 1,63–1,46 г/м<sup>2</sup> за добу.

У сорту КиВін за норми висіву 900 тис. шт./га, незалежно від температури ґрунту чиста продуктивність фотосинтезу коливається в межах 4,99–4,92 г/м<sup>2</sup>, за норми висіву 700 і 800 тис. шт. ЧПФ зменшується відповідно на 0,54–0,36 г/м<sup>2</sup> за добу. Тому цей сорт можна характеризувати як пластичний.

Високою фотосинтетичною продуктивністю фотосинтезу характеризується сорт Золотиста, у якого за норми висіву 700 тис. шт. і температури ґрунту 12 °С за добу формується 6,88 г/м<sup>2</sup> листової поверхні.

Отже температурно-календарним строком посівів ранньостиглих сортів сої в умовах Полісся України можна вважати першу половину травня місяця за температури ґрунту на глибині загортання насіння 12 °С.

При проведенні сівби у першій половині травня (температура ґрунту 12 °С) формується високий фотосинтетичний потенціал і чиста продуктивність фотосинтезу, що пов'язано з генетичними особливостями сортового складу та їх симбіотичною здатністю до фіксування азоту атмосфери (табл. 2.).

**Таблиця 2. Формування симбіотично фіксованого азоту залежно від сортового складу сої, норми та строків сівби (середнє 2011–2013 рр.)**

| Строк посіву, t° С | Норма висіву, тис./га | Сорт                                         |                                           |                                                                  |                                              |                                           |                                                                  |                                              |                                           |                                                                  |
|--------------------|-----------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
|                    |                       | Аннушка                                      |                                           |                                                                  | Золотиста                                    |                                           |                                                                  | КиВін                                        |                                           |                                                                  |
|                    |                       | буль-<br>бочок<br>на<br>рос-<br>лині,<br>шт. | біоло-<br>гіч-<br>ного<br>азоту,<br>кг/га | еквіва-<br>лент<br>NH <sub>4</sub><br>NO <sub>3</sub> ,<br>кг/га | буль-<br>бочок<br>на<br>рос-<br>лині,<br>шт. | біоло-<br>гіч-<br>ного<br>азоту,<br>кг/га | еквіва-<br>лент<br>NH <sub>4</sub><br>NO <sub>3</sub> ,<br>кг/га | буль-<br>бочок<br>на<br>рос-<br>лині,<br>шт. | біоло-<br>гіч-<br>ного<br>азоту,<br>кг/га | еквіва-<br>лент<br>NH <sub>4</sub><br>NO <sub>3</sub> ,<br>кг/га |
| 10                 | 700                   | 81                                           | 35,3                                      | 103,9                                                            | 98                                           | 55,5                                      | 163,1                                                            | 118                                          | 92,1                                      | 270,8                                                            |
|                    | 800                   | 88                                           | 50,6                                      | 148,8                                                            | 94                                           | 74,1                                      | 218,0                                                            | 113                                          | 110,5                                     | 325,0                                                            |
|                    | 900                   | 78                                           | 44,4                                      | 130,6                                                            | 78                                           | 73,7                                      | 216,9                                                            | 106                                          | 100,8                                     | 296,0                                                            |
| 12                 | 700                   | 81                                           | 58,4                                      | 171,6                                                            | 98                                           | 86,4                                      | 254,1                                                            | 118                                          | 101,4                                     | 298,3                                                            |
|                    | 800                   | 88                                           | 58,0                                      | 170,6                                                            | 94                                           | 99,8                                      | 278,7                                                            | 113                                          | 118,0                                     | 347,0                                                            |
|                    | 900                   | 78                                           | 56,4                                      | 165,9                                                            | 78                                           | 82,0                                      | 241,1                                                            | 106                                          | 88,2                                      | 259,0                                                            |
| 14                 | 700                   | 98                                           | 47,9                                      | 140,8                                                            | 101                                          | 69,0                                      | 203,0                                                            | 101                                          | 83,3                                      | 244,9                                                            |
|                    | 800                   | 94                                           | 59,2                                      | 174,0                                                            | 105                                          | 83,4                                      | 245,4                                                            | 105                                          | 91,5                                      | 269,0                                                            |
|                    | 900                   | 78                                           | 52,8                                      | 155,4                                                            | 89                                           | 68,4                                      | 201,1                                                            | 99                                           | 85,3                                      | 250,9                                                            |

За оптимальних умов вологозабезпечення і температури ґрунту на кожній рослині утворюється від 21 до 80 бульбочок і більше.

Нашими дослідженнями встановлено, що на кореневій системі сорту КиВін у середньому формується 109 шт. бульбочок, що вище за сорт Аннушка та Золотиста, відповідно, на 24–11 шт. Проведення сівби у першій половині травня, за температури ґрунту +10 +12 °С і норми висіву сорту Аннушка 800 тис. шт./га, на кореневій системі утворюється 88 шт. бульбочок, що на 7 шт. більше порівняно з нормою висіву 700 тис. шт. та на 10 шт. менше відносно норми висіву 900 тис. шт./га. У сорту Золотиста за норми посіву 700–800 тис. шт. урізні строки сівби кількість бульбочок збільшується на 10–6 шт, відносно сорту КиВін

висока кількість бульбочок сформована за проведення сівби у першій половині травня за норми висіву 700–800 тис. шт./га.

У рослинах сої циклічно поєднуються два найвищі фізіологічні процеси: фотосинтез і біологічна фіксація азоту. Інтенсивність фотосинтезу, який проявляється через фотосинтетичний потенціал, у сорту КиВін становить 2,17 млн м<sup>2</sup> днів/га, і створюється передумова біологічної фіксації азоту бульбочковими бактеріями. Засвоєння азоту повітрябульбочковими бактеріями залежить від активності бульбочок за проведення сівби сорту КиВін при температурі ґрунту + 12 °С і норми висіву 800 тис. шт./га фіксується 118 кг/га біологічного азоту, що, у перерахунку на еквівалент селітри, становить 347 кг. Сорти Аннушка та Золотиста поступаються сорту КиВін за кількістю фіксованого біологічного азоту на 60,0–18,2 кг/га, що відповідає еквіваленту аміачної селітри 176–59 кг.

Для формування одиниці врожаю соя найбільше використовує азот і нерівномірно споживає його: від сходів до цвітіння вона засвоює 16,6%; від цвітіння до початку формування насіння і наливання його відповідно 78,5%. Незважаючи на великі вимоги сої до елементів живлення, вона на 60–70% своєї потреби в азоті може задовольняти за рахунок симбіозу сої з бульбочковими бактеріями. Тому вирощування ранньостиглого сорту КиВін за норми висіву 800 тис. шт. насіння на 1 га за рахунок симбіотичного фіксованого азоту – 118 кг/га, що еквівалентно 347 кг аміачної селітри, дозволяє скоротити затрати на азотні добрива в розмірі 3296 грн/га та сприяє підвищенню родючості ґрунту. Популяція бульбочкових бактерій роду *Rhizobium* буде зберігатися протягом багатьох років і наступна інокуляція не буде обов'язковою.

**Таблиця 3. Урожайність сої залежно від сортового складу, норми висіву та строків сівби (середнє за 2011–2013 рр.)**

| Сорт                      | Норма висіву, тис. шт./га | Строк сівби, t °C |      |      | Середнє за норми висіву | Різниця середніх за норми висіву | Середнє за сортом | Різниця за сортам |
|---------------------------|---------------------------|-------------------|------|------|-------------------------|----------------------------------|-------------------|-------------------|
|                           |                           | 10                | 12   | 14   |                         |                                  |                   |                   |
| Аннушка                   | 700                       | 2,22              | 2,51 | 2,54 | 2,42                    | -                                | 2,52              | -                 |
|                           | 800                       | 2,54              | 2,83 | 2,80 | 2,73                    | 0,31                             |                   |                   |
|                           | 900                       | 2,00              | 2,29 | 2,59 | 2,40                    | -0,02                            |                   |                   |
| КиВін                     | 700                       | 2,57              | 2,80 | 2,61 | 2,66                    | -                                | 2,87              | 0,35              |
|                           | 800                       | 2,83              | 3,42 | 2,89 | 3,05                    | 0,39                             |                   |                   |
|                           | 900                       | 2,53              | 3,05 | 2,72 | 2,92                    | 0,36                             |                   |                   |
| Золотиста                 | 700                       | 1,83              | 2,27 | 2,13 | 2,08                    | -                                | 2,59              | 0,28              |
|                           | 800                       | 2,30              | 2,95 | 2,65 | 2,63                    | 0,55                             |                   |                   |
|                           | 900                       | 1,97              | 2,65 | 2,39 | 2,34                    | 0,26                             |                   |                   |
| Середнє за строками сівби |                           | 2,31              | 2,75 | 2,59 | -                       | -                                | -                 | -                 |
| Різниця за строком        |                           | -                 | 0,44 | 0,28 | -                       | -                                | -                 | -                 |

$HP_{0,05} - 0,14$  т/га; Фактор A,B,C – 0,05 т/га; AB – 0,08; ABC – 0,14 т/га.

З даних таблиці 3 видно, що середня врожайність сортів сої за роки досліджень коливається в межах 2,52–2,87 т/га, сорти Аннушка та Золотиста поступаються сорту КиВін відповідно на 0,35–0,28 т/га, високу врожайність всіх сортів отримано за норми висіву 800 тис. шт./га; у сорту КиВін вона становить 3,05 т/га, що більше за сорти Аннушка та Золотиста на 0,31–0,42 т/га. За температури ґрунту 12°C урожайність сої коливається в межах 2,31–2,59 т/га, у сорту КиВін вона становить 3,09 т/га, що на 0,55–0,83 т/га вище порівняно з сортами Аннушка та Золотиста.

### Висновки та перспективи подальших досліджень

На ясно-сірих ґрунтах Полісся України високопластичним сортом сої є КиВін, який за сівби при температурі ґрунту 12°C та норми висіву 800 тис. шт./га забезпечує урожайність в межах 2,75–3,05 т/га.

Перспективи подальших досліджень вдосконалення та розроблення сучасної інтенсивної технології вирощування нових високопродуктивних сортів у різних агроекологічних умовах Полісся України.

### Література

1. Шеретобоева О.В. Оцінка впливу агротехнологій на стан ґрунтів агроecosистем за біодіагностичними показниками : метод. рекомендації / О. В. Шеретобоева, О. С. Демянюк, Т. З. Шустерук ; за наук. ред. О. І. Фурдичка. – К., 2007. – 25 с.
2. Фізіологічні особливості живлення рослин біологічним азотом / С. Я. Коць, С. М. Малеченко, О. Д. Крутова [та ін.]. – К. : Логос, 2001. – 271 с.
3. Мікробні біотехнології в сільському господарстві / В. В. Смірнов, В. П. Патица, В. С. Підгорський [та ін.] // Агрокол. журнал. – 2002. – № 3. – С. 3–9.
4. Система сучасних інтенсивних технологій : навч. посібник / В. Д. Паламарчук, І. С. Поліщук, Л. М. Єрмакова [та ін.]. – Вінниця : ФОП Рогальська І. О., 2012. – 370 с.
5. Петриченко В. Ф. Формування продуктивності сої залежно від строку сівби, виду і строку внесення десикантів в умовах Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук / В. Ф. Петриченко. – Кам'янець-Подільський, 1997. – 19 с.
6. Розміщення посівів і технологія вирощування сої в Україні / А. О. Бабич, С. І. Колесник, А. А. Побережна, А. В. Семцова // Пропозиція. – 2000. – № 5. – С. 38–40.
7. Бабич А. О. Вплив строків сівби і глибини загортання насіння на продуктивність інтенсивних сортів сої в умовах Лісостепу України / А. О. Бабич, В. Ф. Петриченко // Корми і кормовиробництво. – 1994. – Вип. 38. – С. 43–46.
8. Петриченко В. Ф. Наукові основи формування урожаю при ранніх строках сівби в умовах Лісостепу України / В. Ф. Петриченко, Л. М. Серeda // ЗНП ВДАУ. – Вінниця. – 2001. – Вип. 9. – С. 3–10.

9. Дерев'янський В. П. Соя / В. П. Дерев'янський. – Укр. УНТГУ, 1994. – 216 с.
10. Бабич А. О. Сучасне виробництво і використання сої / А. О. Бабич. – К. : Урожай, 1993. – 430 с.
11. Бабич А. О. Підвищення ефективності симбіотичної діяльності посівів сої в умовах Лісостепу України / А. О. Бабич, В. Ф. Петриченко // Корми і кормовиробництво. – 1992. – Вип. 34. – С. 3–6.
12. Андреева Г. Ф. Фотосинтез и азотный обмен растений / Г. Ф. Андреева // Физиология фотосинтеза. – М. : Наука, 1982. – С. 89–104.
13. Колісник С.І. Формування продуктивності сої залежно від способів сівби, густоти рослин і добрив в умовах центрального Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук / С. І. Колісник, 1996. – 18 с.

УДК 631.+ 631.95

**В. Г. Куян**

д. с.-г. н.

Житомирський національний агроекологічний університет

**І. М. Євтушок**

к. с.-г. н.

**М. В. Марцинівський**

к. с.-г. н.

Житомирський агротехнічний коледж

## СТАН ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ ЖИТОМИРЩИНИ ТА ШЛЯХИ ОПТИМІЗАЦІЇ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ

*Коротко охарактеризовано стан земельних ресурсів і ґрунтів Житомирської області, зокрема особливості їх використання. Земельний фонд Житомирської області становить 2982,7 тис. га – 4,93% від загальнодержавного. В шести районах області перевищені показники розораності земель за рахунок природних угідь, що призвело до деградаційних процесів ґрунтів. Звернуто увагу на антропогенне забруднення земельних угідь. Особливу увагу необхідно приділяти територіям Полісся з підзолистими і торф'яно-болотними ґрунтами та високою кислотністю, де коефіцієнти переходу радіонуклідів з ґрунту в рослини досить значні. Розробляючи програми виробничої діяльності необхідно передбачити роботи з моніторингу рівня забруднення території чи продукції, за результатами яких здійснювати планування протирадіаційних заходів. Основою сільськогосподарського виробництва повинні бути спеціалізовані селянські (фермерські) господарства, об'єднанні добровільно у кооперативи обслуговування і реалізації продукції. Запропоновані заходи щодо поліпшення екологічної ситуації в АПК, оснований на результатах досліджень.*

**Ключові слова:** земельні ресурси, антропогенне забруднення, екологічна ситуація, важкі метали, пестициди, агрохолдинги, оптимізація використання земельних ресурсів, фермерські (селянські) господарства.

9. Дерев'янський В. П. Соя / В. П. Дерев'янський. – Укр. УНТГУ, 1994. – 216 с.
10. Бабич А. О. Сучасне виробництво і використання сої / А. О. Бабич. – К. : Урожай, 1993. – 430 с.
11. Бабич А. О. Підвищення ефективності симбіотичної діяльності посівів сої в умовах Лісостепу України / А. О. Бабич, В. Ф. Петриченко // Корми і кормовиробництво. – 1992. – Вип. 34. – С. 3–6.
12. Андреева Г. Ф. Фотосинтез и азотный обмен растений / Г. Ф. Андреева // Физиология фотосинтеза. – М. : Наука, 1982. – С. 89–104.
13. Колісник С.І. Формування продуктивності сої залежно від способів сівби, густоти рослин і добрив в умовах центрального Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук / С. І. Колісник, 1996. – 18 с.

УДК 631.+ 631.95

**В. Г. Куян**

д. с.-г. н.

Житомирський національний агроекологічний університет

**І. М. Євтушок**

к. с.-г. н.

**М. В. Марцинівський**

к. с.-г. н.

Житомирський агротехнічний коледж

## СТАН ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ ЖИТОМИРЩИНИ ТА ШЛЯХИ ОПТИМІЗАЦІЇ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ

*Коротко охарактеризовано стан земельних ресурсів і ґрунтів Житомирської області, зокрема особливості їх використання. Земельний фонд Житомирської області становить 2982,7 тис. га – 4,93% від загальнодержавного. В шести районах області перевищені показники розораності земель за рахунок природних угідь, що призвело до деградаційних процесів ґрунтів. Звернуто увагу на антропогенне забруднення земельних угідь. Особливу увагу необхідно приділяти територіям Полісся з підзолистими і торф'яно-болотними ґрунтами та високою кислотністю, де коефіцієнти переходу радіонуклідів з ґрунту в рослини досить значні. Розробляючи програми виробничої діяльності необхідно передбачити роботи з моніторингу рівня забруднення території чи продукції, за результатами яких здійснювати планування протирадіаційних заходів. Основою сільськогосподарського виробництва повинні бути спеціалізовані селянські (фермерські) господарства, об'єднанні добровільно у кооперативи обслуговування і реалізації продукції. Запропоновані заходи щодо поліпшення екологічної ситуації в АПК, оснований на результатах досліджень.*

**Ключові слова:** земельні ресурси, антропогенне забруднення, екологічна ситуація, важкі метали, пестициди, агрохолдинги, оптимізація використання земельних ресурсів, фермерські (селянські) господарства.

### Структура земельних ресурсів і стан їх господарського використання

Загальна територія земельного фонду держави становить 60,4 млн га. Сільськогосподарськими землями охоплено 71,3% території України, з них сільськогосподарських угідь 69,3%. Сільськогосподарські угіддя на 77,7% представлені орними землями, 13,3% – пасовища, 5,8 % – сіножаті, 2,2% – багаторічні насадження, 1% – перелоги; лісів та інших вкритих лісом територій – 17,3%, заболочених земель – 1,6% , інших – 3,7% [32]. Близько 1/10 (3,2 млн га) всієї площі орної землі зосереджено в зоні Полісся, приблизно 2/5 (12,8 млн га) – у зоні Лісостепу і 1/2 частина (16 млн га) – у Степу.

Земельний фонд Житомирської області становить 2982,7 тис. га – 4,93% від загальнодержавного. Сільськогосподарські угіддя займають 1601 тис. га або 53,7% загальнообласного земельного фонду, тобто значно (на 15,6%) менше загальнодержавного. У структурі сільськогосподарських угідь Житомирщини орні землі займають 1092,84 тис. га – 65,4%, що на 12,3% менше середнього показника в нашій країні, за винятком 6-ти районів (Андрушівський, Брусилівський, Любарський, Попільнянський, Ружинський, Черняхівський), де їх понад 80%. Землі сільськогосподарських підприємств займають 540,8 тис. га, громадян – 829,4 тис. га, лісгосподарських підприємств – 1055,6 тис. га. Ліси та інші лісовкриті площі займають 1106,6 тис. га або 37,1% від загальної площі території області, перевищуючи загальнодержавний показник в 2,1 раза. Забудованих земель на Житомирщині 89,4 тис. га, відкритих заболочених – 99,9 тис. га, а відкритих земель з незначним рослинним покривом чи без нього (піски, яри, голі скелі, площі зсувів і зайняті галькою, щебеністі) – 37,1 тис. га; території покриті поверхневими водами займають 48,8 тис. га [8, 10, 11].

Використання земельних ресурсів, особливо інтенсивне, супроводжується змінами і перетвореннями основних первісних природних властивостей землі та виникненням нових трансформаційних зв'язків і процесів. У сільському господарстві ефективним є перетворення земельних угідь у рілля. Розорювання угідь, раніше покритих трав'яною рослинністю, осушення боліт та інших перезволожених масивів, загальна площа яких в області становить 358,433 тис. га, і збільшення внаслідок цього площі ріллі, сприяли деякому зростанню виробництва сільськогосподарської продукції і супроводжуються глибоким перетворенням навколишнього середовища [7, 23, 24, 45].

Посилене видобування корисних копалин і розвиток промисловості, міського, сільського, гідротехнічного, транспортного будівництва протягом тривалого періоду зумовлювали постійне вилучення з сільськогосподарського обігу земель у нашій країні, в тому числі й у Житомирській області; забезпеченість орними землями знизилася з 1,0 до 0,6 га [1, 4, 13, 34]. Для компенсації земель, вилучених з сільськогосподарського обігу, розорювалися схилі та прируслові угіддя, а існуючі орні перенасичувалися

грунтовиснажливими культурами, що призвело до інтенсивного розвитку ерозійних процесів і деградації ґрунтів; тепер в Україні налічується 32,2 млн га еродованих земель, з них пошкоджено водною ерозією – 12 млн га, вітровою – 19,2 млн га. На Житомирщині ерозійним процесам піддано 104,8 тис.га сільськогосподарських угідь, з них водній ерозії – 83,9 тис. га, вітровій – 20,9 тис. га [1,7,38,49]; одночасно піддано водній і вітровій ерозіям 87,8 тис. га. Водна ерозія сильною мірою виражена на 11,9 тис. га сільськогосподарських угідь, посередньо – на 20,2 тис. га, слабо – на 51,8 тис. га. Ерозійні процеси переважають у лісостепових районах області (Ружинському – 29,6% с.-г. угідь, Любарському – 14,2%, Попільнянському – 11,1%). Вітрова ерозія майже рівномірно поширена по всій території області [1, 7, 8, 10, 11].

Державною програмою захисту земель від водної та вітрової ерозії, інших видів деградації земельних угідь передбачалось перейти від боротьби з наслідками ерозії до її запобігання, що економічно доцільніше і екологічно безальтернативно [7]. На території Словечансько-Овруцького лесового острова схили і яри заліснені на площі понад 25 тис. га. Питання захисту ґрунтів від ерозії повністю не вирішене.

#### **Антропогенне забруднення земельних угідь**

Основні забруднювачі земельних угідь Житомирщини – радіоактивні речовини, що випали в результаті аварії на ЧАЕС та наслідки інтенсивної хімізації сільськогосподарського виробництва (використання, нерідко недостатньо обґрунтоване, мінеральних добрив, хімічних засобів боротьби з хворобами, шкідниками, бур'янами).

Викидами радіоактивних матеріалів забруднено понад 53,5 тис. км<sup>2</sup> території України. Земель, забруднених радіонуклідами внаслідок Чорнобильської катастрофи, в Житомирській області 1417,7 тис. га – 47,53% від її загальної території. Основними радіонуклідами, що зумовлюють забруднення, є <sup>137</sup>Cs, <sup>90</sup>Sr та альфа випромінювальні трансуранові елементи, сумарні запаси яких у цій зоні становлять понад 720–1015 Бк активності.

<sup>137</sup>Cs на цей період зумовлює понад 90% (суми всіх радіонуклідів аварійного походження) зовнішнього опромінення персоналу в зоні відчуження, а також населення, яке проживає на території, що зазнала радіоактивного забруднення. <sup>90</sup>Sr має істотне радіологічне значення лише на території, сумісній із зоною відчуження (північна частина Київської та західна частина Чернігівської областей). У Житомирській області до зони відчуження відноситься 100 га землі, що знаходиться на території Народицького району; зона обов'язкового (безумовного) відселення займає 95,3 тис. га, в тому числі сільськогосподарських угідь – 4,9 тис. га, лісовкритих площ – 70,4 тис.га, земель у межах населених пунктів – 1,0 тис. га, інших угідь – 18,0 тис. га; загальна площа зони добровільного (гарантованого) відселення досягає 600,3 тис. га, з яких

сільськогосподарських угідь – 129,9 тис. га, лісовкритих площ – 399,2 тис. га, у межах населених пунктів – 41,5 тис. га, інших земель – 33,4 тис. га; у власність громадянам передано 103,2 тис. га. Територія зони посиленого радіологічного контролю складає 721,6 тис. га, з яких сільськогосподарських угідь – 359,0 тис. га, лісовкритих масивів – 268,9 тис. га, земель населених пунктів – 62,0 тис. га, інших – 341 тис. га. Загалом до зони забруднення віднесено 730 населених пунктів з населенням близько 530 тис. [9, 10, 11, 14, 15, 32, 45].

Радіаційний стан територій забруднених радіонуклідами, за минулі роки після аварії на ЧАЕС поліпшився внаслідок природних процесів розпаду радіонуклідів та здійснення ряду заходів щодо зниження рівня забруднення; відносно чисті території з'явилися навіть у зоні відчуження. У зонах забруднення програми виробничої діяльності й надалі повинні передбачити здійснення заходів, спрямованих на поліпшення радіологічної ситуації, враховуючи, що найнебезпечніше забрудненими територіями є ліси, луки, пасовища. Особливу увагу необхідно приділяти територіям Полісся з підзолистими і торф'яно-болотними ґрунтами та високою кислотністю, де коефіцієнти переходу радіонуклідів з ґрунту в рослини досить значні. Програми виробничої діяльності повинні передбачити роботи з моніторингу рівня забруднення території чи продукції, за результатами яких здійснюватиметься планування протирадіаційних заходів. [5, 19, 30, 31, 32, 36, 37, 51].

На сільськогосподарські угіддя щороку з мінеральними добривами надходить значна кількість міді, фтору, цинку, – у межах країни відповідно 620, 193 і 1,6 тис. т. Пропорціональне внесення мінеральних добрив у ґрунт визначається структурою виробництва. Однак співвідношення норм добрив, які наразі вносять у ґрунт, не завжди (здебільшого!) не є оптимальним. Незбалансованість внесення норм і видів добрив не дає змоги використати їх потенціал щодо підтримання родючості ґрунтів. Застосування високих норм мінеральних добрив погіршує якість продукції, ґрунтових вод, зумовлює забруднення ближніх річок і водойм. Використання мінеральних добрив у помірних межах підвищувало врожайність сільськогосподарських культур, але подальше збільшення норм добрив не сприяло її зростанню, що пов'язано із зменшенням запасів гумусу в ґрунті, погіршенням його фізико-хімічних властивостей, нагромадженням важких металів [12, 16, 25, 43].

Небезпечним є використання пестицидів, особливо неправильне, зокрема надмірне; при цьому деяка частина їх трансформується – синтезуються нові токсичні речовини. Усі пестициди проявляють мутагенну чи інші негативні дії на навколишнє живе природне середовище; 98% усіх фунгіцидів та інсектицидів, 60–95% гербіцидів не досягають об'єктів призначення, а потрапляють у воду і повітря; близько 90% фунгіцидів, 30% інсектицидів і 60% гербіцидів є канцерогенами. Пестициди пригнічують біологічну активність ґрунтів і перешкоджають природному відновленню їх родючості, можуть негативно



впливати на харчову цінність і смакову якість сільськогосподарської продукції, терміни її зберігання [16, 32, 34, 40].

Земельні угіддя забруднюються також промисловими викидами й відходами (в Україні нагромаджено понад 7 млрд тонн відходів виробництва, площа порушених земель – близько 265 тис. га.). Промислові викиди – кислі гази (сірчаний і сірчистий ангідриди, окисли азоту, хлору та ін.) спричинюють інтоксикацію рослин важкими металами; у забрудненому ґрунті порушуються процеси, що відбуваються з участю важких металів та інших розсіяних елементів, насамперед – гумусоутворення [12, 19, 22, 25, 29, 42]. Зростання вмісту важких металів у ґрунтах забруднюваних місцевостей збіднює їх флору і фауну.

Значно забруднюється ґрунт викидами автомобільного транспорту, особливо на відстані до 100–150 м від автомагістралей, а також у смугах відчуження залізничного транспорту. У викидах міститься велика кількість важких металів, концентрація яких зростає із збільшенням інтенсивності руху транспорту і в деяких випадках (пропускна здатність траси 1650 автомобілів за годину на одну смугу) вміст свинцю в ґрунті перевищує допустиму норму в 3–4 рази і більше. Забруднення ґрунту транспортними викидами призводить до зниження його родючості, значного зменшення врожайності сільськогосподарських культур і погіршення якості вирощуваної продукції [12, 16, 22, 43].

### **Оптимізація використання земельних ресурсів у агропромисловому виробництві**

Структура сільськогосподарських угідь України характеризується надмірно високим індексом сільськогосподарської освоєності території (0,72 од.), має дуже високий ступінь розораності земель, що значно перевищує екологічно обґрунтовану межу (32) і властиве також для лісостепових районів Житомирщини [10, 11].

Орні землі територіально розташовані переважно у сприятливих природно-кліматичних умовах для вирощування основних сільськогосподарських культур. Значна кількість земельних ресурсів, зокрема масиви чорноземів, має неперевершені економіко-екологічні параметри. Інтегральним показником рівня родючості ґрунту традиційно вважається вміст у ньому гумусу. За даними останнього циклу ґрунтового-агрохімічного моніторингу середній вміст гумусу становив у Лісостепу – 3,27% , Поліссі – 2,18% за оптимальних параметрів відповідно 4,3% і 2,6% [1, 28, 32, 51]. Збереження гумусу, який стимулює розвиток рослин та мікроорганізмів, що беруть участь у перетворенні мінеральних і органічних речовин у ґрунтах, має дуже важливе значення у раціональному землекористуванні.

Нинішня паропросапна система землеробства з недостатнім внесенням органічних добрив і відносно низької питомої ваги багаторічних трав у структурі

посівних площ, створює умови для прискореної мінералізації рослинних решток, послаблення їх гуміфікації, що спричинює зниження загальних запасів гумусу, виникає загроза деградації ґрунтів – погіршення фізичних властивостей, зниження природної родючості [1, 4, 13, 28, 32, 38].

Розвиток АПК з 1990 року супроводжується роздержавленням земельних ресурсів і порушенням усталених організаційних засад землеробства: грубо, без будь-якого обґрунтування порушуються сівозміни через надмірне розширення площ посіву сої (до 125,4 тис. га – 15,3% від площі посіву всіх культур в області), кукурудзи на зерно (202,8 тис. га – 25,2% від усієї площі посіву за останні 3 роки), ріпаку (до 31,8 тис. га – 4% площі посіву), соняшнику – 58,4 тис. га – 8,3% площі посіву, а в Бердичівському районі – 15%, Черняхівському – 18% , Народницькому – 20,1% тоді як традиційні українські культури просо і гречка займають всього відповідно 2,4 і 8,9 тис. га (0,3 і 1,1% площі посіву), а властиві для Полісся льон-довгунець і хміль майже не вирощуються (їх культивують в окремих господарствах 2–4-х районів області). Зменшилася площа вирощування і врожайність картоплі у поліських районах, особливо Коростишівському, Романівському, Володарськ-Волинському, Червоноармійському; обмежена площа вирощування і продуктивність овочевих культур, зокрема цибулі, часнику, цвітної капусти, зеленних та інших культур. Відсутні товарні насадження плодкових культур інтенсивного типу; в області немає жодного промислового плодородсадника. Зате особливого значення набуло вирощування експортно-орієнтованих культур (соняшнику, сої, ріпаку, кукурудзи на зерно), хоч у місцевих сівозмінах вони ніколи не вивчалися [1, 17, 40, 45]. Майже виходять з використання осушувальні системи, різко зменшується поголів'я худоби і заготівля гною примітивного виробництва.

У сучасній організаційній структурі АПК широкого розвитку набули агрохолдинги, які різними способами контролюють близько 28% площі орних земель. За рахунок якісного посівного матеріалу, належного догляду за посівами та потенціальної родючості ґрунтів отримують високі врожаї пшениці озимої, кукурудзи на зерно, соняшнику, ріпаку та інших культур. Аналіз основних складових врожаїв показує, що вони забезпечуються не вкладанням відповідних ресурсів, а за рахунок потенційних запасів поживних речовин ґрунтів; за врожайності пшениці озимої 41,3 ц з 1 га перевищення виносу над поверненням у ґрунт поживних речовин (NPK) складає 179 кг/га ( $N_{81} P_{39} K_{59}$ ); при врожайності кукурудзи на зерно 49,3 ц/га дефіцит NPK складає 230 кг/га ( $N_{78} P_{38} K_{166}$ ), а за врожайності соняшника 19,9 ц/га дефіцитний баланс N P K досягає 359 кг/га ( $N_{92} P_{47} K_{220}$ ); отже, за високої врожайності цих культур втрати гумусу досягатимуть близько 1,5 т/га, тобто відбувається незворотний процес деградації ґрунту. Моніторинг родючості ґрунтів при передачі земель в оренду (на основі закону “Про охорону земель”) виявився недієздатним; доцільніше, як показує світовий

досвід, контролювати виробничі процеси, що призводять до негативних наслідків [21, 40, 40, 48].

Основа оптимального використання земельних ресурсів у агропромисловому виробництві – діяльність малих підприємств, зокрема, спеціалізованих фермерських (селянських), як однієї з ефективних форм господарювання на селі, важливого засобу вирішення продовольчих, економічних, екологічних і соціальних проблем суспільства, звичайно, за відповідного контролю, їх діяльністю з боку екологічних загальнодержавних служб. Середній розмір ферми (земельних угідь) може бути різним – від 20–40 га у країнах Західної Європи, до 150–200 га у США. Фермерські господарства потрібно створювати на сучасній науково-технічній основі, використовуючи зарубіжний досвід. Створення фермерських господарств вимагає значних коштів і часу. Для того, щоб фермери “стали на ноги”, повинна виникнути могутня агроінфраструктура для забезпечення селян різними послугами: машинами і техобслуговуванням, насінням і засобами захисту рослин, консультаціями і мережею спецосвіти [3, 6, 33, 41, 47].

### **Основні шляхи поліпшення екологічної ситуації в АПК**

На сучасному етапі розвиток АПК зумовлений ресурсно-енергетичними та екологічними обмеженнями, які стали визначальними чинниками стратегії збільшення виробництва сільськогосподарської продукції шляхом еколого-енергетичної оптимізації галузі на основі використання природно-ресурсного потенціалу. Стосовно різногалузевої спеціалізації і сучасних вимог до якості продукції, з точки зору підвищення конкурентноспроможності аграрного виробництва, особливий інтерес викликає вивчення доцільності переходу до органічних систем землеробства [46].

У процесі своєї діяльності, спрямованої на створення та підтримання високої стійкості й продуктивності агроєкосистем, що супроводжувалося привнесенням у біосферу значної кількості антропогенної енергії, людина порушила динамічну рівновагу між синтезом і розкладанням органічної речовини, яка складалася віками. На ці порушення адекватно відреагували агроєкосистеми, як менш стійкі утворення, значно зменшивши кількість гумусу в ґрунті, що в свою чергу сприяло руйнуванню структури, розвитку переущільнення, порушенню водно-повітряного і поживного режимів. Система сучасного землеробства можлива лише на основі адаптації до родючості ґрунтів, яка залежить від їхнього походження, ступеня водозабезпечення, гранулометричного складу тощо. Одним з важливих показників родючості ґрунтів є наявність елементів живлення у доступній формі [2, 23, 38, 39, 48].

Концепція інтенсивно-екологічного землеробства базується, з одного боку, на застосуванні заходів інтенсивного ведення рослинницьких галузей з широким використанням сучасних досягнень науки і техніки, і з другого, на заходах

охорони довкілля. У зв'язку з цим, у країнах з розвинутим сільським господарством, переходять на спеціальні системи сільськогосподарського виробництва, основані на біологізації та екологічних принципах. Особливо актуальною залишається проблема раціонального використання і підвищення родючості ґрунтів [54]. Реакція біоти на токсичне навантаження не є і не може бути лінійною саме через наявність у живих істот пристосування до несприятливих змін навколишнього середовища. Основними критеріями екологічного нормування за відношенням до ґрунту є збереження біотичного й енергетичного балансів, стабільності й стійкості ґрунтової екосистеми [19, 20, 28].

У результаті земельної реформи більшість сільськогосподарських угідь приватизовано і надано в оренду. Обмеження можливості державної фінансової підтримки, пільгового кредитного забезпечення, відсутності обігових коштів, інфраструктури матеріально-технічного забезпечення обслуговування чисельних малоземельних господарств різної форми власності та інші фінансові і психологічні фактори призвели до низької культури землеробства, а саме: обмеженого набору сільськогосподарських культур, стихійного запровадження монокультури, різкого зменшення застосування добрив, майже припинення вапнування тощо. І в той же час прогресивні країни світу широко впроваджують біологічні, у тому числі й генетичні методи захисту рослин, виробляють усе більше “екологічно чистої” продукції, що реалізується за більш високими цінами. Враховуючи досвід ряду країн, зокрема Австралії, вважається необхідним науково обґрунтувати і розробити основи екологічно безпечного землеробства і землекористування, ввести екологічний фактор у структуру утворення цін [1, 3, 28, 47].

Екологічне нормування, на відміну від санітарно-гігієнічного, передбачає облік так званого припустимого техногенно-антропогенного навантаження на екосистеми, у тому числі й на екосистему ґрунту, яка не перевищує межі її екологічної ємності та не призводить до збоїв чи руйнування механізмів саморегуляції. Основними критеріями екологічного нормування за відношенням до ґрунту є збереження біотичного й енергетичного балансів, стабільності й стійкості ґрунтової екосистеми. Основним критерієм енергетичної оцінки є коефіцієнт енергетичної ефективності, який визначається як відношення енергії, отриманої в кінцевому сільськогосподарському продукті, до енергії, витраченої на його вироблення. Вивчення зв'язків у системі ґрунт – рослина – погода дає відповідь на питання про розробку моделі родючості і використання сільськогосподарських угідь зі складною структурою ґрунтового покриву, що зрештою визначає тенденції ґрунтової родючості [24, 26, 28, 49, 50].

Антропогенне навантаження на національну екологічну систему в цілому оцінюється, як традиційно несприятливе для її самостійного відтворення і посилення асиміляційних функцій природи. Необхідно оптимізувати

співвідношення ріллі й еколого стабілізуючих угідь, вилучивши з інтенсивного обробітку деградовані і малопродуктивні землі з наступною консервацією (реабілітацією) та трансформацією їх у лісові та природні кормові угіддя; на першому етапі оптимізації таке співвідношення має відповідати пропорції 50:50%; при цьому зменшиться площа ріллі, відповідно підвищиться лісистість території та частка природних кормових угідь [32]. На механізми формування напівприродних екосистем впливають такі чинники: як вилучення з обробітку орних земель, суттєве зменшення обсягів використання засобів захисту рослин та тенденції до глобального потепління. За цих умов відбувається перебудова напівприродних фітоасоціацій (фітоценозів, перелогів, лук, пасовищ, залишків природних екосистем); перебудова фітоценозів через трофічні ланцюги призводить до зміни ентомоценозів [21, 35, 44], що завжди необхідно враховувати.

### Висновки та перспективи подальших досліджень

1. Стан господарського використання земельних ресурсів Житомирщини можна визнати (умовно!) задовільним, оскільки залісненість території становить 3,1%, перевищуючи загальнодержавний рівень у 2,1 рази.

2. Земельні угіддя області (1417,7 тис. га – 47,53% загальної території) забруднені радіонуклідами ( $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ), а також важкими металами (Cu, Zn, Pb, Cd) внаслідок тривалого внесення значних норм мінеральних добрив; пестицидами, що використовувалися для боротьби з хворобами, шкідниками, бур'янами; промисловими викидами й відходами (сірчаний і сірчистий ангідриди, окисами азоту, хлору та ін.), викидами (важкими металами) авто – і залізничного транспортів. Необхідно активізувати впровадження і удосконалювати заходи, спрямовані на усунення чи послаблення негативної дії забруднювачів навколишнього середовища.

3. Основа оптимального використання агропромислових земельних ресурсів – створення і належна діяльність **спеціалізованих** селянських (фермерських) господарств, об'єднаних добровільно у кооперативи обслуговування і реалізації продукції; спеціалізація має здійснюватися з врахуванням ґрунтово-кліматичних і організаційно-економічних особливостей районів.

4. Докорінне поліпшення екологічної ситуації в АПК, можливе за умови впровадження органічної системи землеробства з врахуванням місцевих ґрунтово-кліматичних і організаційно-економічних особливостей, значним зменшенням або повним виключенням засобів хімізації технології вирощування продукції.

### Література

1. Агроэкологическая оценка земель Украины и размещение сельскохозяйственных культур / под ред. В. В. Медведева. – К. : Аграр. наука, 1977. – 162 с.
2. Бойко П. І. Сівозміни в землеробстві України / П. І. Бойко, В. Ф. Сайко. – К. : Аграр. наука, 2002. – 145 с.
3. Белецкий В. Ориентир – фермерство / В. Белецкий // Наука и жизнь. – 1990. – № 7. – С. 14–19.
4. Величко В. А. Природний потенціал земельних ресурсів Лісостепу / В. А. Величко // Вісн. ДАУ. – 2005. – № 1. – С. 94–99.
5. Вирощування екологічно чистої продукції рослинництва / за ред. Е. Г. Дегодюка. – К. : Урожай, 1992. – 310 с.
6. Власов В. І. Сільське господарство Польщі після вступу до Європейського Союзу / В. І. Власов, М. П. Оніщук, О. В. Овсяніков // Економіка АПК. – 2005. – № 12. – С. 117–123.
7. Державна програма захисту земель України від водної та вітрової ерозії, інших видів деградації земель на 1996–2010 р.р. – К. : Держкомзем України, 1996. – 81 с.
8. Дібров Б. І. Ґрунти Житомирської області / Б. І. Дібров. – К. : Урожай, 1969. – 60 с.
9. Досвід подолання наслідків Чорнобильської катастрофи (сільське та лісове господарство) / П. П. Надточій, А. С. Малиновський, А. О. Можар [та ін.]. – К. : Світ, 2003. – 372 с.
10. Житомирщина інноваційна – 2010 : інформ.-довід. видання / Голов. упр. економіки Житомир. облдержадміністрації. – Житомир, 2010. – С. 52.
11. Жовинский Э. Я. Геохимия тяжелых металлов в почвах Украины / Э. Я. Жовинский, И. В. Кураева. – К. : Наук. думка, 2002. – 2013 с.
12. Природні ресурси, економічний та соціальний стан аграрного виробництва в Лісостепу / М. В. Зубець, В. П. Ситник, А. М. Третяк [та ін.] // Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Лісостепу України. – К. : Логос, 2004. – С. 9–32.
13. Кашпаров В. О. Радіологічні проблеми ведення сільськогосподарського виробництва на забрудненій в результаті Чорнобильської катастрофи території України / В. О. Кашпаров, С. В. Поліщук, Л. М. Отрешко // Чорнобильський науковий вісник. Бюлетень екологічного стану зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення. – 2011. – № 2 (38). – С. 13–30.
14. Комплексний моніторинг забруднення сільськогосподарської продукції<sup>90</sup> Sr / В. О. Кашпаров, С. М. Лундін, С. Е. Левчук [та ін.] // Вісн. аграр. науки. – 2001. – Спец. вип. – С. 38–43.
15. Куян В. Г. Деякі аспекти екології сільськогосподарського виробництва в Україні / В. Г. Куян // Вісник ДАУ. – 1999. – № 1/2. – С. 5–10.

16. Куян В. Г. Проблеми інтенсифікації і концентрації плодівництва в різних ґрунтово-кліматичних зонах України та основні шляхи їх вирішення / В. Г. Куян // Вісн. ДАУ. – 2007. – № 1. – С. 21–26.

17. Куян В. Г. Результати багаторічних досліджень з інтенсифікації плодощових культур в різних ґрунтово-кліматичних зонах України / В. Г. Куян // Вісн. ЖНАЕУ. – 2011. – № 2. – С. 37–46.

18. Лисенко Л. Л. Перспективы решения проблемы загрязнения почв тяжелыми металлами / Л. Л. Лисенко, М. М. Понамарев, Б. Ю. Корнилевич // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2001. – № 4. – С. 58–63.

19. Лихочвор В. В. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур/ В. В. Лихочвор, В. Ф. Петриченко. – Львів : Українські технології, 2006. – 730 с.

20. Лобас Н. Г. Интенсификация зернового хозяйства Украинской ССР в условиях становления рыночных отношений / Н. Г. Лобас. – К., 1991. – 263 с.

21. Малиш Н. Важкі метали у ґрунтах / Н. Малиш // Наук. вісник НАУ. – 2009. – С. 67–71.

22. Мелиорация и использование осушенных земель / В. Е. Алексеевский, Н. И. Власюк, М. Н. Мостовой [и др.]. – К. : Урожай, 1995. – 87 с.

23. Мельник І. П. Технологічні та екологічні аспекти органічного землеробства в Україні / І. П. Мельник, В. М. Сендецький, В. С. Гнидюк // Агрокол. журнал. – Спец. вип. – С. 206–208.

24. Мислива Т. М. Важкі метали в рослинництві українського Полісся / Т. М. Мислива // Таврійський наук. вісн. – 2010. – Вип. 70. – С. 224–233.

25. Мислива Т. М. Проблеми нормування важких металів в ґрунті / Т. М. Мислива // Вісник ХНАУ. – 2008. – № 4. – С. 155–161.

26. Мірошніченко М. М. Агрогеохімія мікроелементів у ґрунтах України / М. М. Мірошніченко, А. І. Фадєєв // Агрохімія і ґрунтознавство. – 2010. – Спец. вип., кн. 1. – С. 98–107.

27. Надточій П. П. Екологія ґрунту / П. П. Надточій, Т. М. Мислива, В. Ф. Вольвач. – Житомир : Рута, 2010. – 473 с.

29. Надточій П. П. Міграція Cu, Zn, Pb, Cd, у дерново-підзолистому ґрунті при різних рівнях імпактного поліметалічного забруднення / П. П. Надточій, Л. О. Герасимчук // Вісник ЖНАЕУ. – 2011. – № 2. – С. 21–36.

30. Надточій П. П. Еталонні значення кислотно-основної буферності дерново-підзолистих ґрунтів / П. П. Надточій // Вісн. ЖНАЕУ. – 2013. – № 1. – С. 3–13.

31. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Полісся і західного регіону України. – К. : Урожай, 2004. – Розділ 4.3. – С. 210–220.

32. Національна екологічна політика України: стратегічні оцінки і рекомендації / [Ф. О. Доннелл, В. Г. Джарти, В. С. Шевчук та ін.]. – К. : Компанія ВАІТЕ, 2007. – 57 с.

33. Новиков Ю. Мифы агроиндустриализации / Ю. Новиков // Наука и жизнь. – 1990. – № 6. – С. 2–9.

34. Об охране окружающей среды : сб. документов партии и правительства / сост. А. М. Галаева, М. Л. Курок. – 2-е изд., доп. – М. : Политиздат, 1981. – 384 с.

35. Потепління і фітосанітарний стан агроценозів / В. П. Федоренко, В. М. Чайка, О. В. Бакланова [та ін.] // Карантин і захист рослин. – 2008. – № 5. – С. 2–5.

36. Пристер Б. С. Особливості ведення сільськогосподарського виробництва на територіях Полісся, забруднених радіонуклідами внаслідок аварії на чорнобильській АЕС / Б. С. Пристер, І. М. Гудков, Ю. О. Тараріко // Наукове забезпечення сталого розвитку сільського господарства Полісся України. – К. : Алефа, 2004. – Т. 2. – С. 662–722.

37. Пристер Б. С. Радиоэкологические закономерности динамики радиационной обстановки в с.-х. Украины после аварии на ЧАЭС / Б. С. Пристер // Агроэкол. журнал. – 2005. – № 3. – С. 13–21.

38. Природні ресурси, економічний та соціальний стан аграрного виробництва в Лісостепу / М. В. Зубець, В. П. Ситник, А. М. Третяк [та ін.] // Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Лісостепу України. – К. : Логос, 2004. – С. 9–32.

39. Родючість ґрунтів: моніторинг та управління / В. В. Медведєв, Г. Я. Чесняк, М. І. Полупан [та ін.] ; за ред. В. В. Медведєва. – К. : Урожай, 1992. – 248 с.

40. Розвиток аграрного виробництва як передумова забезпечення продовольчої безпеки України : аналітична доповідь / О. В. Собкевич, В. М. Русан, А. Д. Юрченко [та ін.] ; за ред. А. А. Жаліла. – К. : НІСД, 2011. – 39 с.

41. Розумнова І. США: Мелкому бізнесу – большая помощь / І. Розумнова // Наука и жизнь. – 1990. – № 12. – С. 44–49.

42. Самчук А. І. Важкі метали у ґрунтах українського Полісся та Київського мегаполісу / А. І. Самчук, І. В. Кураєва, О. С. Єгоров. – К. : Наук. думка, 2006. – 108 с.

43. Семенов А. Д. Забруднення важкими металами ґрунту і рослин у смугах відчуження залізничних колій / А. Д. Семенов, В. П. Сахно, В. М. Мартиненко // Агроэкол. журнал. – 2008. – № 3. – С. 50–53.

44. Ситник В. П. Наукове забезпечення виробництва конкурентоспроможного зерна в Україні / В. П. Ситник // Особливості ведення зернового господарства України залежно від кон'юнктури ринку : зб. наук. пр. Інституту землеробства. – 2004. – С. 3–9.

45. Сільське господарство Житомирської області за 1998 рік : стат. зб. – Житомир, 1999. – С. 27–30.

46. Спеціалізація землеробства – стратегічна основа підвищення ефективності і сталого розвитку АПК / М. І. Полупан, В. Б. Соловей, В. А. Величко [та ін.] // Вісник аграр. науки. – 2005. – № 5. – С. 5–16.

47. Стельмашук А. М. Мале підприємництво – основа сталого розвитку сільських територій / А. М. Стельмашук // Сталий розвиток економіки. – 2010. – № 2. – С. 55–58.



48. Вплив рослинних решток в орному шарі ґрунту на продуктивність сівозмін / В. П. Стрельченко, А. М. Бовсуновський, М. В. Налапко, С. В. Журавель // Вісн. аграр. науки. – 2003. – № 4. – С. 27–31.

49. Тараріко О. Г. Теорія і практика удосконалення структури землекористування в контексті консервації еродованих орних земель і збільшення площі кормових угідь / О. Г. Тараріко // Корми і кормовиробництво. – 1999. – Вип. 46. – С. 72–77.

50. Тараріко Ю. О. Енергетична оцінка систем землеробства і технологій вирощування сільськогосподарських культур / Ю. О. Тараріко, О. Ю. Несмачна, Л. Д. Гриценко // Вісн. аграр. науки. – 2001. – № 6. – С. 74–82.

51. Трембіцький В. А. Еколого-агрохімічна оцінка стану ґрунтів орних земель зони Полісся Житомирської області / В. А. Трембіцький // Вісник ДАУ. – 2003. – № 1. – С. 83–90.

52. Формування сталих агроєкосистем: теорія і практика. – К. : Аграр. наука, 2005. – 508 с.

53. Фурдичко О. І. Пріоритетні завдання агроєкологічної науки на сучасному етапі розвитку сільськогосподарського виробництва / О. І. Фурдичко // Агроєкол. журнал. – 2009. – Спец. вип. – С. 13–17.

54. Шляхи підвищення родючості ґрунтів у сучасних умовах сільськогосподарського виробництва / за ред. Б. С. Носова. – К. : Аграр. наука, 1999. – 110 с.

УДК 632.95.024:620.3:633

Н. А. Макаренко

д. с.-г. н.

Л. В. Рудніцька

аспірант

Національний університет біоресурсів і природокористування України

### ЦИТОТОКСИЧНІСТЬ НАНОПРЕПАРАТІВ, ЩО ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ У РОСЛИННИЦТВІ

У статті розглядаються питання цитотоксичності нанопрепаратів, що застосовуються для покращання умов живлення сільськогосподарських рослин. Досліджено токсичність таких наноагрохімікатів: Аватар-1 – препарат вітчизняного виробництва, розміри НЧ елементного складу якого становлять 25,8 – 40 нм, та Nano-Gro, виробником якого є компанія Agro Nanotechnology Corp (США) з розміром НЧ 90 нм. Результати дослідження цитотоксичного ефекту на клітинах *Allium scera* L. показали, що використання нанопрепаратів призвело до порушення структури хромосом, пошкодження мітотичного веретена та зміни поведінки хромосом на веретені поділу. Показано, що токсичність НЧ безпосередньо пов'язана з їх розмірами, що обумовлює значну хімічну активність і високу здатність до проникнення. Токсична дія Аватару-1, порівняно з Nano-Gro, проявлялася сильніше, що може бути пов'язано з меншим

48. Вплив рослинних решток в орному шарі ґрунту на продуктивність сівозмін / В. П. Стрельченко, А. М. Бовсуновський, М. В. Налапко, С. В. Журавель // Вісн. аграр. науки. – 2003. – № 4. – С. 27–31.

49. Тараріко О. Г. Теорія і практика удосконалення структури землекористування в контексті консервації еродованих орних земель і збільшення площі кормових угідь / О. Г. Тараріко // Корми і кормовиробництво. – 1999. – Вип. 46. – С. 72–77.

50. Тараріко Ю. О. Енергетична оцінка систем землеробства і технологій вирощування сільськогосподарських культур / Ю. О. Тараріко, О. Ю. Несмачна, Л. Д. Гриценко // Вісн. аграр. науки. – 2001. – № 6. – С. 74–82.

51. Трембіцький В. А. Еколого-агрохімічна оцінка стану ґрунтів орних земель зони Полісся Житомирської області / В. А. Трембіцький // Вісник ДАУ. – 2003. – № 1. – С. 83–90.

52. Формування сталих агроєкосистем: теорія і практика. – К. : Аграр. наука, 2005. – 508 с.

53. Фурдичко О. І. Пріоритетні завдання агроєкологічної науки на сучасному етапі розвитку сільськогосподарського виробництва / О. І. Фурдичко // Агроєкол. журнал. – 2009. – Спец. вип. – С. 13–17.

54. Шляхи підвищення родючості ґрунтів у сучасних умовах сільськогосподарського виробництва / за ред. Б. С. Носова. – К. : Аграр. наука, 1999. – 110 с.

УДК 632.95.024:620.3:633

Н. А. Макаренко

д. с.-г. н.

Л. В. Рудніцька

аспірант

Національний університет біоресурсів і природокористування України

### ЦИТОТОКСИЧНІСТЬ НАНОПРЕПАРАТІВ, ЩО ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ У РОСЛИННИЦТВІ

У статті розглядаються питання цитотоксичності нанопрепаратів, що застосовуються для покращання умов живлення сільськогосподарських рослин. Досліджено токсичність таких наноагрохімікатів: Аватар-1 – препарат вітчизняного виробництва, розміри НЧ елементного складу якого становлять 25,8 – 40 нм, та NanoGro, виробником якого є компанія Agro Nanotechnology Corp (США) з розміром НЧ 90 нм. Результати дослідження цитотоксичного ефекту на клітинах *Allium scera* L. показали, що використання нанопрепаратів призвело до порушення структури хромосом, пошкодження мітотичного веретена та зміни поведінки хромосом на веретені поділу. Показано, що токсичність НЧ безпосередньо пов'язана з їх розмірами, що обумовлює значну хімічну активність і високу здатність до проникнення. Токсична дія Аватару-1,

порівняно з Nano-Gro, проявлялася сильніше, що може бути пов'язано з меншим розміром НЧ, які входять до його складу.

**Ключові слова:** нанопрепарат, цитотоксичність, біотестування, *Allium cepa* L., мітотичний індекс.

### Постановка проблеми

Наприкінці ХХ ст. у свідомість людей швидко увійшло коротке слово «нано». Згодом цей префікс означав початок нової ери в розвитку науки і технологій [1].

Наночастинки(НЧ) мають розмір менше 100 нм є об'єктом дослідження багатьох вчених світу у зв'язку з їх унікальними хімічними, фізичними, біологічними, токсикологічними властивостями [1–2]. Вони мають специфічні фізичні і хімічні властивості та радикально відрізняються від властивостей цієї ж речовини у формі суцільних фаз або макроскопічних дисперсій. Це обумовлює високу біодоступність та токсичність нанопрепаратів і потребує вивчення можливих негативних ефектів на різних рівнях організації біосистем.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Науковий пошук багатьох дослідників спрямований на вивчення впливу наночастинок на біологічні об'єкти організмів рівня організації. Водночас, недостатньо вивченими залишаються механізми взаємодії наночастинок із клітиною та її компонентами, а також вплив на функції, що вони виконують [3].

Результати численних досліджень (Москаленко В. Ф., Oberdorster G.) показують, що НЧ, навіть у невеликих кількостях, здатні збільшувати продукцію медіаторів запалення і викликати запальну відповідь у тканинах організму. Крім того, НЧ перехідних металів можуть впливати на утворення активних форм кисню, що, в свою чергу, спричинює окисдаивну атаку на ДНК та окисдаивний стрес у клітинах. Внаслідок ушкодження ДНК активними формами кисню та хронічного запалення можуть активуватися зупинка клітинного циклу, апоптоз та репарація ДНК. Механізми репарації ДНК є центральними в запобіганні генетичному ушкодженню, яке може зафіксуватися як постійна мутація. При порушенні цих захисних механізмів можуть виникнути зміни, які передаються дочірнім клітинам [4]. Це підвищує ризик трансформації клітин та стимулює канцерогенез, тому дослідження впливу НЧ на клітину мають бути визначальними на шляху встановлення їх небезпечності.

### Мета, завдання та методика досліджень

Метою дослідження було встановлення цитотоксичності нанопрепаратів (що містять у своєму складі наночастинки) за результатами дослідження їх впливу на процеси, які протікають у клітині.

Завданням дослідження було визначення залежності токсичності нанопрепаратів від розмірів НЧ, що входять до їхнього складу.

Досліджували препарати, які застосовуються з метою покращання умов живлення сільськогосподарських рослин:

Nano-Gro – стимулятор росту, представляє собою водорозчинні гранули діаметром близько 4 мм, масою 0,05 г з масовою долею активних компонентів сульфатів заліза, кобальту, алюмінію, магнію, марганцю, нікелю та срібла  $2,84 \cdot 10^{-9}$  % гранули або  $1,43 \cdot 10^{-11}$  г. Розмір НЧ сягає 90 нм. Виробником є компанія AgroNanotechnologyCorp (США).

Аватар-1 – мікроелементний комплекс, що представляє собою колоїдний розчин особливо чистих карбоксилатів природних харчових кислот та особливо чистих біогенних металів у концентрації (мг/л): Cu - 800, Zn - 70, Mg - 800, Ag - 1,3, Mn - 50, Co - 25, Cr - 0,3, Mo - 25, Fe - 80, Se - 15, Ge - 15,0 в деіонізованій воді чистотою 99,99999 %. Препарат вітчизняного виробництва. Розміри НЧ елементного складу препарату становлять 25,8 – 40 нм.

Нанорозмірна мідь отримана шляхом спільного осадження з парової фази металу і галогеніду лужних металів (NaCl).

Як тест-рослину використовували цибулю ріпчасту (*Allium cepa* L.) сорту Халцедон. З кореневої меристеми проростків виготовляли тимчасові давлені препарати, згідно з загальноприйнятою методикою та розраховували мітотичний індекс [4–5].

Схема досліду передбачала наступні варіанти: контроль (вода); рекомендована доза (РД) – становить для Аватар-1 та наноміді – 50 мл/га, а для Nano-Gro- 100 мл/га; доза, збільшена у чотири рази (4 РД). Повторність досліду трикратна.

### Результати досліджень

Багатьма дослідженнями доведено, що НЧ через невеликі розміри можуть проникати в клітинні органели і тим же самим змінювати функції біоструктур. Результати дослідження цитотоксичного ефекту на клітинах *Allium cepa* L. свідчать, що застосування наноагрохімікатів у дозах, які рекомендовані для сільськогосподарського виробництва, призвели до зниження мітотичної активності і тривалості окремих фаз мітотичного циклу (табл. 1.1).

Таблиця 1. Вплив наноагрохімікатів на мітотичну активність і тривалість окремих фаз мітотичного циклу

| Препарат        | Загальна кількість проаналізованих клітин | МІ**, % |
|-----------------|-------------------------------------------|---------|
| Контроль (вода) | 301                                       | 534,88  |
| Nano-Gro        | 393                                       | 519,08  |
| Аватар - 1      | 402                                       | 514,93  |
| Наномідь        | 410                                       | 529,27  |
| НІР             |                                           | 4,00    |

Мітозмодифікуючий ефект, який проявляється у зміні мітотичної активності меристеми і є відповіддю на дію наноагрохімікатів, визначали за величиною мітотичного індексу (МІ). Розрахувавши МІ (%) як відношення числа клітин мітотичного поділу до загальної кількості клітин за формулою:

$$MI = \frac{\Pi + M + A + T}{\Pi + M + A + T + I} * 1000,$$

де  $\Pi$  – число клітин в профазі,  $M$  – в метафазі,  $A$  – в анафазі,  $T$  – в телофазі,  $I$  – в інтерфазі. За результатами експериментальних досліджень було встановлено, що під впливом наномідізмінювалася тривалість фаз мітозу. Зафіксоване пригнічення зросло від 1,86 до 5,07 %. Зменшення кількості клітин у ана- та телофазі, активності мітотичного поділу на стадії метафазі, кількість клітин у цій фазі порівняно з контролем, свідчить про порушення веретена поділу (рис. 1).

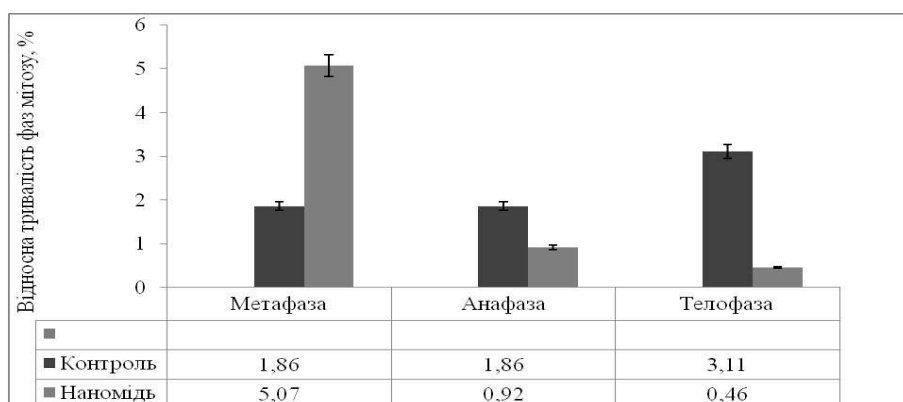
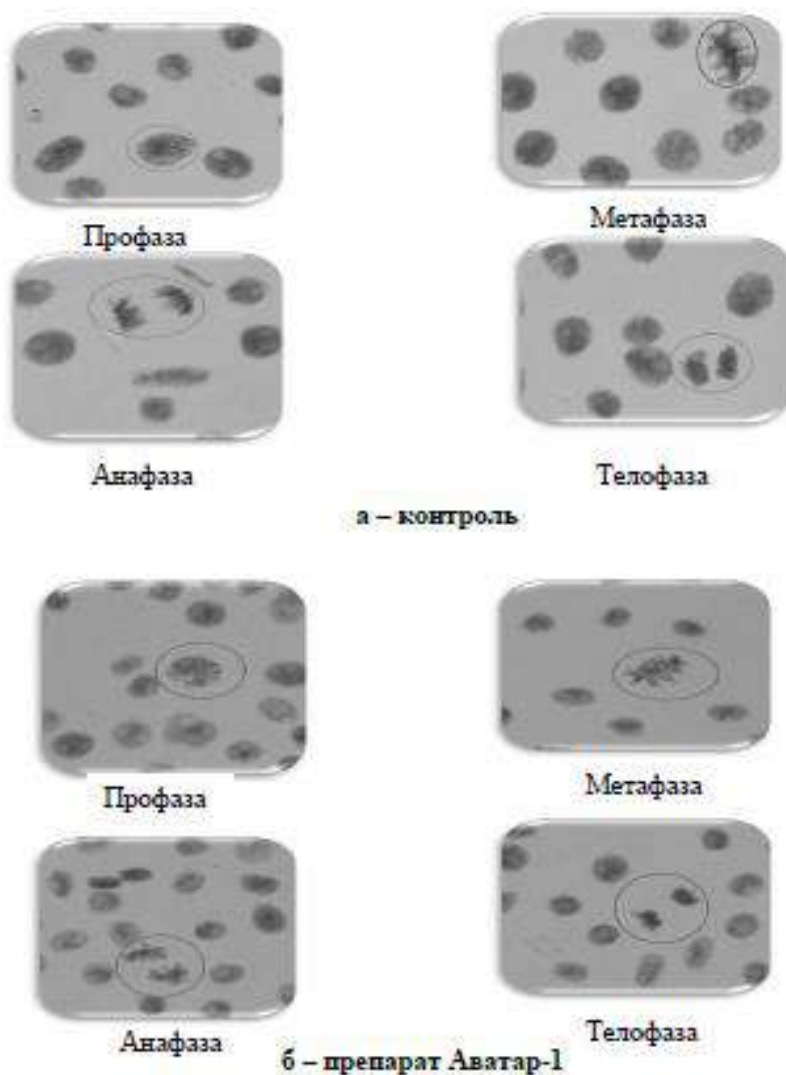


Рис. 1. Вплив наноміді на відносну тривалість окремих фаз мітозу клітин *Allium cepa* L.

Дослідження механізму поділу клітин показало, що під впливом нанопрепаратів на стадії ана- і телофазі було зареєстровано аберації, пов'язані з певним порушенням структури хромосом, пошкодженням мітотичного веретена (веретена поділу), а також зі зміною поведінки хромосом на веретені поділу. Під впливом препарату Аватар-1 спостерігалася відставання хромосом у анафазі і телофазі, що може бути свідченням часткової втрати генетичної інформації в подальшому. Під дією препарату Nano-Gro спостерігалася пошкодження мітотичного веретена поділу, що призвело до утворення мостів. При цьому поділ клітин призупинився в анафазі (рис. 1.2).



в – препарат Nano-Gro  
*Рис. 2. Мітотичний поділ клітин Allium cepa L. під впливом  
нанопрепаратів  
(а – контроль, б – препарат Аватар-1, в – препарат Nano-Gro)*

Виявлені зміни можна розглядати як наслідок прямого впливу НЧ, що входять до складу нанопрепаратів, на клітинні структури.

Вивчення цитотоксичного впливу препаратів, проведене на клітинах кореневої меристеми *A. Сера* L. (*Allium* - тест) за використання програмного забезпечення Image-Pro Premier 9.0 (USA), дозволило визначити середній розмір клітин під час поділу.

Було встановлено, що препарат Nano-Gro в дозі, яка рекомендована для виробництва, не виявив токсичної дії на клітини меристеми. Однак, збільшення дози у 4 рази призвело до зменшення розмірів клітин на 10,9% відносно контролю (табл. 1.2).

**Таблиця 2. Вплив нанопрепаратів на розмір клітин меристематичної тканини *A. сера* L.**

| Варіант         | Доза | Діаметр клітин, мкм |
|-----------------|------|---------------------|
| Контроль (вода) | –    | 9,2*                |
| Nano-Gro        | 1РД  | 9,5                 |
|                 | 4РД  | 8,2                 |
| Аватар - 1      | 1РД  | 7,9                 |
|                 | 4РД  | 7,8                 |

\*F>Fкр, що свідчить про достовірність отриманих даних

На відміну від Nano-Gro, застосування препарату Аватар-1 навіть у рекомендованій дозі (1РД) призвело до зменшення розміру клітин на 14,1% щодо контролю.

Таким чином, дослідження проведені на клітинах *Alliumsera* L. дозволили пояснити висловлене припущення, що токсична дія і розвиток токсичного процесу залежали як від дози застосування препаратів, так і від його фізико-хімічних особливостей. Токсична дія Аватару-1, порівняно з Nano-Gro, проявлялася сильніше, що може бути пов'язано з меншим розміром НЧ, які входять до його складу.

### **Висновки та перспективи подальших досліджень**

Результати дослідження цитотоксичного ефекту на клітинах *Alliumsera* L. показали, що використання нанопрепаратів призвело до порушення структури хромосом, пошкодження мітотичного веретена та зміни поведінки хромосом на веретені поділу.

Встановлено, що нанопрепарати, які містять у своєму складі наночастинки, характеризуються високим рівнем цитотоксичності, здатні змінювати тривалість окремих фаз мітозу, та порушувати нормальний поділ клітин. Можна передбачити, що наночастинки діють, у першу чергу, на плазматичну мембрану,

порушують її цілісність, проникають через мембрани клітин та безпосередньо взаємодіють з ДНК у ядрі.

Перспективою подальшого дослідження є розроблення екотоксикологічних нормативів для оцінювання небезпечності нанопрепаратів за показниками цитотоксичності

### Література

1. Паушева З. П. Практикум по цитологии растений / З. П. Паушева. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Агропромиздат, 1988. – 271 с.
2. Прохорова И. М. Оценка митотоксического и мутагенного действия факторов окружающей среды : метод. указания / И. М. Прохорова, М. И. Комарова, А. Н. Фомичева. – Ярославль : Яросл. гос. ун-т, 2003. – 32 с.
3. Москаленко В. Ф. Екологічні і токсиколого-гігієнічні аспекти біологічної безпеки нанотехнологій, наночастинок та наноматеріалів / В. Ф. Москаленко, О. П. Яворовський // Наук. вісн. Нац. мед. ун-ту. – 2009. – № 3. – С. 25–35.
4. Borm P. The potential risks of nanomaterials: a review carried out for ECETOC / P. Borm, D. Robbins, S. Haubold // Particle and Fibre Toxicol. – 2006. – Vol. 3, №. 11. – P. 1–35.
5. Oberdorster G. Principles for characterizing the potential human health effects from exposure to nanomaterials: elements of a screening strategy / G. Oberdorster, A. Maynard, K. Donaldson // Particle and Fibre Toxicology. – 2005. – Vol. 2, № 1. – P. 8–43.

УДК 633.111 «324»:631.524.84

**В. А. Власенко**

Д. С.-Г. Н.

**О. М. Осьмачко**

аспірант\*

Сумський національний аграрний університет

### **ХАРАКТЕРИСТИКА ВРОЖАЙНОСТІ КОМЕРЦІЙНИХ СОРТІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ РІЗНОГО ЕКОЛОГО-ГЕНЕТИЧНОГО ПОХОДЖЕННЯ В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

*Представлено аналіз гідротермічного режиму за 2012–2015 вегетаційні роки в умовах північно-східного Лісостепу України, що дало змогу оцінити зразки пшениці м'якої озимої різного еколого-генетичного походження за потенційною врожайністю та визначити норму реакції. За допомогою двофакторного дисперсійного аналізу доведено, що генотип сорту статистично найбільш впливає на збільшення врожайності зерна. Урожайність пшениці озимої істотно змінюється також від погодних умов*

© В. А. Власенко, О. М. Осьмачко

\*Науковий керівник – доктор с.-г. наук професор В. А. Власенко



*вегетаційного року. Найвищий рівень середньої врожайності в дослідях зразки*

порушують її цілісність, проникають через мембрани клітин та безпосередньо взаємодіють з ДНК у ядрі.

Перспективою подальшого дослідження є розроблення екотоксикологічних нормативів для оцінювання небезпечності нанопрепаратів за показниками цитотоксичності

### Література

1. Паушева З. П. Практикум по цитологии растений / З. П. Паушева. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Агропромиздат, 1988. – 271 с.
2. Прохорова И. М. Оценка митотоксического и мутагенного действия факторов окружающей среды : метод. указания / И. М. Прохорова, М. И. Комарова, А. Н. Фомичева. – Ярославль : Яросл. гос. ун-т, 2003. – 32 с.
3. Москаленко В. Ф. Екологічні і токсиколого-гігієнічні аспекти біологічної безпеки нанотехнологій, наночастинок та наноматеріалів / В. Ф. Москаленко, О. П. Яворовський // Наук. вісн. Нац. мед. ун-ту. – 2009. – № 3. – С. 25–35.
4. Borm P. The potential risks of nanomaterials: a review carried out for ECETOC / P. Borm, D. Robbins, S. Haubold // Particle and Fibre Toxicol. – 2006. – Vol. 3, №. 11. – P. 1–35.
5. Oberdorster G. Principles for characterizing the potential human health effects from exposure to nanomaterials: elements of a screening strategy / G. Oberdorster, A. Maynard, K. Donaldson // Particle and Fibre Toxicology. – 2005. – Vol. 2, № 1. – P. 8–43.

УДК 633.111 «324»:631.524.84

**В. А. Власенко**

Д. С.-Г. Н.

**О. М. Осьмачко**

аспірант\*

Сумський національний аграрний університет

### **ХАРАКТЕРИСТИКА ВРОЖАЙНОСТІ КОМЕРЦІЙНИХ СОРТІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ РІЗНОГО ЕКОЛОГО-ГЕНЕТИЧНОГО ПОХОДЖЕННЯ В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

*Представлено аналіз гідротермічного режиму за 2012–2015 вегетаційні роки в умовах північно-східного Лісостепу України, що дало змогу оцінити зразки пшениці м'якої озимої різного еколого-генетичного походження за потенційною врожайністю та визначити норму реакції. За допомогою двофакторного дисперсійного аналізу доведено, що генотип сорту статистично найбільш впливає на збільшення врожайності зерна. Врожайність пшениці озимої істотно змінюється також від погодних умов вегетаційного року. Найвищий рівень середньої врожайності в дослідях зразки*

© В. А. Власенко, О. М. Осьмачко

\*Науковий керівник – доктор с.-г. наук професор В. А. Власенко

сформували в 2014 р. – 771 г/м<sup>2</sup>, з варіюванням від 1336 г/м<sup>2</sup> (max) до 282 г/м<sup>2</sup> (min). Найкращі результати спостерігалися за трьома роками досліджень у переважної більшості сортів, які відносяться до лісостепоного екотипу, зокрема – Святкова, Легенда миронівська, Світанок миронівський, Ювіляр Миронівський, Писанка, Миронівська 65, Лісова пісня та інші.

**Ключові слова:** пшениця озима, сорти, урожайність, пшенично-житні транслокації.

### Постановка проблеми

У пшениці озимої має місце тенденція до зниження реалізації потенціалу врожайності? незважаючи на те, що в Україні районовано багато сортів з показником 8-15 т/га [4]. Учені-кліматологи відзначають, що глобальне потепління стає визначальним у формуванні клімату України внаслідок її географічного положення [1]. А тому перед аграріями України стоїть головне завдання – збільшити урожайність та забезпечити стабільність виробництва зерна пшениці озимої.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Реальний стабільний урожай залежить від чотирьох показників: потенціалу продуктивності сорту, його адаптивності, умови середовища, прогресивні технології вирощування [11]. Продуктивність зумовлюється складним комплексом біологічних, морфологічних та інших властивостей і ознак, до яких належать елементи структури врожаю, стійкість до хвороб та шкідників, посухи і низьких температур, вилягання тощо [10]. Складну генетичну природу продуктивності з'ясували ще в 30-ті роки ХХ ст. Довжина колосу пшениці м'якої зумовлюється дією генів комплексності С і спельтоїдності S, генів-подовжувачів L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, генів-модифікаторів – M<sub>m</sub>, M<sub>f</sub>, а також кількох генів *p* і *e* із слабковиявленим фенотиповим ефектом. На рівень урожайності сорту впливають гени та їх локуси, які контролюють розміри фотосинтетичного апарата рослин, активність його роботи, поглинальну властивість коренів, стійкість сортів до стресових чинників середовища [10].

Академік П. П. Лук'яненко найбільш важливою ознакою у підвищенні врожайності вважав масу зерна з колоса. Він відмітив особливо стабільну кореляцію між масою зерна з колоса і врожаєм з одиниці площі; в пшениці озимої – від 0,34 до 0,43. Це явище він використав при створенні високоврожайних сортів [7].

Генетична база сортів, які використовуються у виробництві, набула великої спорідненості. Щоб цього уникнути, необхідно залучати нові генетичні джерела селекційних ознак, зокрема від споріднених культурних та дикорослих видів і родів для підвищення її стійкості до несприятливих абіотичних та біотичних чинників [12]. Одним з успішних шляхів збагачення геноплазми пшениці чужинними генетичними компонентами через міжродову гібридизацію стало

отримання пшенично-житніх транслокацій та їх широке використання для поліпшення ряду господарсько-цінних ознак [6, 15]. Зокрема, 1BL/1RS транслокація містить гени стійкості проти бурої іржі (Lr26), борошнистої роси (Pm8), стеблової іржі (Sr31), жовтої іржі (Yr9), вірусу смугастої мозаїки (Wsm), попелиці (Gb), а в 1AL/1RS – стійкості до попелиці *Schizaphis graminum* (ген Gb2, біотипів A, B, C), до бурої (Lr 24) і стеблової іржі (Sr 24), до борошнистої роси (Pm17) [5, 14, 16, 17]. Сорти пшениці, які включають генетичний матеріал від 1R хромосоми жита, мають укорочене стебло і є більш продуктивними [3].

Потенціал пшенично-житніх транслокацій (ПЖТ) для створення нових сортів не вичерпаний, оскільки їх прояв багато в чому визначається генотиповим середовищем сортів пшениці. Також недостатньо вивчено, наскільки сильно може впливати коротке плече хромосоми 1R жита посівного на формування урожайності [3].

### Мета, завдання та методика досліджень

Метою досліджень було визначити на основі трирічних даних вплив екотипу сорту на формування врожайності зерна в умовах північно-східного Лісостепу України.

Матеріалом для досліджень слугували 128 сортів пшениці м'якої озимої, які занесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні з 2012 року. За стандарт використовували сорт Подолянка.

Дослідження проводили впродовж 2012–2015 рр. на дослідному полі Сумського національного аграрного університету. Поле розташоване в Сумському районі, який входить до північно-східної частини Лісостепу. Попередником була гречка. Ґрунт – чорнозем типовий глибокий мало-гумусний, середньо-суглинковий, уміст гумусу в орному шарі коливається близько 3,9 %. Реакція ґрунтового розчину близька до нейтральної.

Середньодобова (середньорічна) температура повітря в 2012–2013 вегетаційному році була  $9,2^{\circ}\text{C}$ , що на  $1,8^{\circ}\text{C}$  вище багаторічного показника ( $7,4^{\circ}\text{C}$ ). Абсолютний максимум її ( $39^{\circ}\text{C}$ ) відмічений у третій декаді серпня, мінімум (мінус  $21,0^{\circ}\text{C}$ ) – у третій декаді грудня та в першій декаді січня. Сума опадів становила 597,3 мм, що близько багаторічної норми (593 мм).

Середньодобова (середньорічна) температура повітря в 2013–2014 вегетаційному році була  $9,5^{\circ}\text{C}$ , що на  $2,1^{\circ}\text{C}$  вище багаторічного показника абсолютний максимум її ( $34,0^{\circ}\text{C}$ ) відмічений у третій декаді серпня, мінімум (мінус  $26,0^{\circ}\text{C}$ ) – у третій декаді січня. Сума опадів становила 552,6 мм, що на 40,4 мм менше багаторічної норми.

Середньодобова (середньорічна) температура повітря в 2014–2015 вегетаційному році була  $7,9^{\circ}\text{C}$ , що на  $0,5^{\circ}\text{C}$  вище багаторічного показника. Абсолютний максимум її ( $40^{\circ}\text{C}$ ) відмічений у третій декаді липня, мінімум

(мінус 22° С) – у другій декаді лютого. Сума опадів становила 600,5 мм, що на 7,5 мм більше багаторічної норми.

Закладення досліду проводили на ділянках площею 1м<sup>2</sup> ручною сівалкою СР-1 у 3-кратній повторності, які розміщували систематичним способом. Норма висіву насіння 5 млн шт./га. На посівах було проведено припосівне внесення мінеральних добрив Суперагро (N<sub>15</sub>P<sub>15</sub>K<sub>15</sub> д.р.) і ранньовесняне підживлення аміачною селітрою (N<sub>30</sub> д.р.). Фенологічні спостереження, обліки і оцінки, збирання врожаю проводили згідно із загальноприйнятими методиками [8]. Облік урожайності проводили згідно методики державного сортовипробування сільськогосподарських культур [9]. Гідротермічний коефіцієнт (ГТК), визначали за методикою Г.Т. Селянінова [13]. Математичну обробку даних виконували з використанням комп'ютерних програмних забезпечень Microsoft Excel 2003 та Statistica 5.

### Результати досліджень

Один з основних чинників, який впливав на урожайність – гідротермічний режим. Для якісної характеристики сприятливості умов середовища щодо формування продуктивності пшениці вираховували ГТК. Гідротермічні умови за рівнем ГТК поділяються на групи: від 0,5 до 1,0 – засушливий, або сухий період; від 1,0 до 1,5 – нормальний; понад 1,5 – вологий або надмірно вологий [13].

Аналіз гідротермічних умов 2013 року показав, що травень був посушливий ГТК (0,9), квітень і липень – оптимальні ГТК становив 1,4 і 1,1 відповідно. Червень був перезволоженим ГТК (1,7). В умовах 2014 року дуже посушливими умовами характеризувались квітень, червень і липень (ГТК від 0,4 до 0,7), посушливими умовами характеризувався травень (ГТК – 0,9). При розрахунках гідротермічного коефіцієнта за 2015 рік виявлено, що квітень та червень були оптимальними (ГТК – 1,2). Перезволоженим періодом характеризувався травень (ГТК – 2,7). У липні відмічені посушливі умови (ГТК – 0,7).

Такі погодні умови і результати розрахунків ГТК, що склались у 2012-2015 роках, характеризувались як мінливі під час вегетації. Отже, це дало можливість всебічно оцінити досліджувані сорти. З джерел літератури відомо, що чим більша амплітуда мінливості умов середовища, тим вища ефективність селекції на широку пристосованість [2]. За результатами трирічних досліджень двофакторним дисперсійним аналізом (табл. 1) нами виявлено різну норму реакції генотипів на зміну гідротермічних умов (року) вирощування.

Обов'язковим при оцінці адаптивності є встановлення достовірних вкладів факторів за допомогою дисперсійного аналізу. Згідно з результатами наших досліджень довірчий рівень (p-level) був меншим 0,1 % рівня значимості за обома факторами. Це значить, що на користь нульової гіпотези припадає майже 0 % шансів і вона відкидається. Цим доводиться, що обидва фактори, які вивчалися впливали на об'єкт з імовірністю близькою до 100 %, а значить різні генотипи та умови року статистично значуще впливають на предмет дослідження – врожайність.

Таблиця 1. Результати дисперсійного аналізу за врожайністю сортів  
пшениці озимої, 2013–2015 рр.

| Джерело змін            | Сума квадратів | Ступені свободи | Середні квадрати | Критерій Фішера |           | p-level | η, %  | НІР <sub>05</sub> |
|-------------------------|----------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------|---------|-------|-------------------|
|                         |                |                 |                  | фактичний       | табличний |         |       |                   |
| Генотип                 | 9204115,45     | 127             | 72473,35         | 23,63           | 1,24      | 0,00    | 31,61 | 51,17             |
| Рік                     | 8128441        | 2               | 4064220,72       | 1325,27         | 3,00      | 0,00    | 27,92 | 7,83              |
| Взаємодія генотип + рік | 9429388        | 254             | 37123,57         | 12,11           | 1,18      | 0,00    | 32,38 | 88,62             |
| Випадкове               | 2355234        | 768             | 3066,71          | -               | -         | -       | 8,09  | -                 |
| Загальне                | 29117179       | 1151            | -                | -               | -         | -       | 100   | -                 |

Примітка: η – сила впливу фактора; p-level – довірчий рівень.

За результатами дисперсійного аналізу визначено силу впливу факторів. Згідно з цим показником з'ясовано, що на врожайність озимої пшениці генотип впливав на 32 %, рік – 28 %, взаємодія обох факторів – 32 %, а вплив випадкових факторів складав близько 8 %. Можна зробити висновок, що урожайність достовірно залежала як від генотипу сорту, так і від року досліджень та їх взаємодії.

У наших дослідженнях сорти за еколого-генетичним походженням були розподілені на п'ять груп (табл. 2). До першої групи відносяться сорти носії 1AL/1RS транслокацій. У 2012–2013 вегетаційному році середній показник урожайності становив 636 г/м<sup>2</sup>, максимальний – 681 г/м<sup>2</sup>, мінімальний – 577 г/м<sup>2</sup>. Середня урожайність у цій же групі в 2013–2014 році склала 739 г/м<sup>2</sup>, максимальна – 967 г/м<sup>2</sup>, мінімальна – 615 г/м<sup>2</sup>. У 2014–2015 р. середня врожайність була найнижчою – 512 г/м<sup>2</sup>, максимальна – 545 г/м<sup>2</sup>, мінімальна – 478 г/м<sup>2</sup>. Проаналізувавши показники за три роки досліджень з'ясувалося, що середній показник дорівнював 629 г/м<sup>2</sup>. Розмах варіювання в середньому по групі становив 227 г/м<sup>2</sup>. Найбільша урожайність спостерігалася впродовж трьох років у сорту Смуглянка, найменша – у Веснянки. Сорти першої групи мають майже подібне генетичне походження, але різниця в урожайності була суттєва між Смуглянкою (соротип середньопізній) та Веснянкою (соротип ранній). У середньостиглих сортів Колумбії та Золотоколосої показники урожайності впродовж трьох років не відрізнялися між собою та наближалися до рівня Смуглянки. За допомогою аналізу локусів запасних білків також було показано певні генетичні відмінності їх між собою [3], що може бути причиною різної адаптивності представників різних сортотипів.

Таблиця 2. Норма реакції за врожайністю еколого-генетичних груп сортів пшениці м'якої озимої, які занесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні з 2012 року

| Еколого-генетичні групи сортів               | Кількість сортів у групі, шт. | Урожайність г/м <sup>2</sup> |         |        |        |                     |
|----------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|---------|--------|--------|---------------------|
|                                              |                               | 2013                         | 2014    | 2015   | X*     | R, г/м <sup>2</sup> |
| Сорти з 1AL/1RS транслокацією                | 5                             | 636,11                       | 739,00  | 512,45 | 629,19 | 226,55              |
| Сорти з 1BL/1RS                              | 16                            | 692,95                       | 813,50  | 621,37 | 709,29 | 192,13              |
| Сорти без транслокацій лісостепоного екотипу | 61                            | 654,12                       | 781,02  | 541,89 | 659,01 | 239,13              |
| Сорти без транслокацій степового екотипу     | 31                            | 627,09                       | 772,87  | 535,85 | 645,27 | 237,02              |
| Інші сорти без транслокацій                  | 15                            | 640,22                       | 692,44  | 573,07 | 635,24 | 119,37              |
| Xд***                                        | 26                            | 650,09                       | 771,08  | 552,86 | 658,01 | 218,22              |
| min****                                      | 5                             | 243,21                       | 282,33  | 250,22 | 258,59 | 39,12               |
| max*****                                     | 61                            | 956,23                       | 1336,23 | 870,33 | 941,48 | 465,67              |

Примітка: \*X – середнє за 2013-2015 рр.; \*\*R – розмах варіювання ознаки, \*\*\*Xд – середнє, \*\*\*\*min – мінімальнє, \*\*\*\*\*max – максимальнє значення ознаки по досліді (128 зразків).

До другої групи відносяться сорти носії 1BL/1RS транслокацій. У цій групі середня врожайність у 2012–2013 році склала 693 г/м<sup>2</sup>, максимальна – 845 г/м<sup>2</sup> у сорту Мирхад, мінімальна – 465 г/м<sup>2</sup> у Дашеньки. Вегетаційний 2013–2014 рік показав середню врожайність 813 г/м<sup>2</sup>, максимальну – 998 г/м<sup>2</sup>, мінімальну – 603 г/м<sup>2</sup>. У 2014-2015 вегетаційному році середня врожайність склала 621 г/м<sup>2</sup>, максимальна – 713 г/м<sup>2</sup> (Миронівська 67), мінімальна – 494 г/м<sup>2</sup> (Ремеслівна). У цієї групи сортів, порівняно з іншими, була найвища середня урожайність (709 г/м<sup>2</sup>) за три роки досліджень. Розмах варіювання в групі становив 192 г/м<sup>2</sup>. Транслокація 1BL/1RS має порівняно кращий адаптивний потенціал формування врожайності в умовах північно-східного Лісостепу, ніж 1AL/1RS транслокація.

До третьої групи включали сорти українського лісостепоного екотипу без транслокацій. У 2012–2013 вегетаційному році середній показник урожайності у цій групі становив 654 г/м<sup>2</sup>, максимальний – 855 г/м<sup>2</sup> (Фаворитка), мінімальний – 340 г/м<sup>2</sup> (Розкішна). Середня урожайність у 2013–2014 році сягала 781 г/м<sup>2</sup>, максимальна – 1254 г/м<sup>2</sup> (Лісова пісня), мінімальна – 475 г/м<sup>2</sup> (Вільшана). У 2014–2015 р. середня врожайність склала 542 г/м<sup>2</sup>, максимальна урожайність – 796 г/м<sup>2</sup> (Лісова пісня), мінімальна – 260 г/м<sup>2</sup> (Відрада). Середня урожайність за три роки досліджень була 659 г/м<sup>2</sup>, розмах варіювання – 239 г/м<sup>2</sup>. Ця група сортів за врожайністю зайняла друге місце у 2013 та 2014 роках і третє у 2015.

До четвертої групи ввійшли сорти степового еко типу України без транслокацій. У 2012–2013 році досліджень середній показник урожайності становив  $627 \text{ г/м}^2$ , максимальний –  $803 \text{ г/м}^2$  (Писанка), мінімальний –  $374 \text{ г/м}^2$  (Епоха одеська). Середня урожайність у 2013–2014 році сягала  $773 \text{ г/м}^2$ , максимальна –  $1154 \text{ г/м}^2$  (Супутниця), мінімальна –  $533 \text{ г/м}^2$  (Куяльник). У 2014–2015 вегетаційному році середня урожайність склала  $536 \text{ г/м}^2$ , максимальна –  $763 \text{ г/м}^2$  (Писанка), мінімальна –  $350 \text{ г/м}^2$  (Ліона). Середня врожайність за три роки досліджень була  $645 \text{ г/м}^2$  з розмахом варіювання  $237 \text{ г/м}^2$ .

П'ята група (інші сорти без транслокацій західно-європейського еко типу та Ростовського і Краснодарського регіонів Росії та інші) у 2012–2013 році мала середню урожайність  $640 \text{ г/м}^2$ , максимальну –  $909 \text{ г/м}^2$  (Ларс), мінімальну –  $448 \text{ г/м}^2$  (Шестопаївка). Середня урожайність у цій групі в 2013–2014 році сягала  $692 \text{ г/м}^2$ , максимальна –  $1107 \text{ г/м}^2$  (Ларс), мінімальна –  $368 \text{ г/м}^2$  (Косоч). У 2014–2015 вегетаційному році середня урожайність склала  $573 \text{ г/м}^2$ , максимальна –  $714 \text{ г/м}^2$  (Артеміда), мінімальна –  $402 \text{ г/м}^2$  (Тітона). Середня урожайність за три роки досліджень становила  $635 \text{ г/м}^2$ , розмах варіювання –  $119 \text{ г/м}^2$ .

Аналіз потенційної врожайності за різних гідротермічних умов показав, що у 2012–2013 вегетаційному році найбільший її показник виявлено у п'ятій групі –  $956 \text{ г/м}^2$  (Ларс). У цьому році 24 сорти (19 %) суттєво перевищували стандарт переважно з другої та третьої групи – Фаворитка, Достаток, Ювіляр миронівський, Писанка, Мирхад, Олеся, Сніжана, Веста, Миронівська 30, Миронівська 65 та інші. Поступалися істотно стандарту 20 сортів (15 %) четвертої та п'ятої груп. Суттєво не відрізнялися від показників стандарту 84 сорти (66 %), у тому числі сорти з пшенично-житніми транслокаціями: Колумбія, Смуглянка, Веснянка, Золотоколоса, Деметра, Калинова, Ремеслівна та інші.

За дослідженнями 2013–2014 вегетаційного року було встановлено, що максимальний показник урожайності виявився в третій групі у сорту Лісова пісня –  $1336 \text{ г/м}^2$ . За урожайності Подолянки  $713 \text{ г/м}^2$  перевищили стандарт 50 сортів (39 %); це переважно сорти з ПЖТ: Пивна, Смуглянка, Дашенька, Калинова, а також окремі представники четвертої та п'ятої груп: Красень, Супутниця, Актер. Суттєво меншими від стандарту були сімнадцять сортів (13 %) переважно степового еко типу. Сорти, які показали врожайність на рівні зі стандартом склали 48 % (61 сорт): Володарка, Ласуня, Сніжана, Колумбія, Наталка, Сміла, Ремеслівна та інші. За сприятливих умов вегетації (2014 урожаю) кращими, загалом, виявилися сорти з ПЖТ, а також без ПЖТ лісостепового еко типу.

У 2014–2015 вегетаційному році максимальний показник був у третій групі  $870 \text{ г/м}^2$  (Ювіляр миронівський). П'ятдесят один сорт (40 %) суттєво перевищили урожайність стандарту ( $514 \text{ г/м}^2$ ), серед них були представники різних еколого-генетичних груп: Мирхад, Миронівська 61, Миронівська 65, Крижинка, Калинова, Сніжана, Смуглянка, Наталка, Ласуня, Писанка, Дюк, Актер, Ларс,



Тарас та інші. Двадцять три сорти (18 %) суттєво поступались стандарту; переважна більшість з третьої та четвертої групи. У п'ятдесяти чотирьох сортів урожайність не відрізнялася від показника Подолянки.

Порівнявши середні показники за три роки досліджень з'ясувалося, що найвища урожайність була в 2014 вегетаційному році (771 г/м<sup>2</sup>), а найменша у 2015 (553 г/м<sup>2</sup>), середній показник дорівнював 658 г/м<sup>2</sup>. Розмах варіювання в середньому по досліді становив 218 г/м<sup>2</sup>, мінімальний – 39 г/м<sup>2</sup>, максимальний – 466 г/м<sup>2</sup>. Розглянувши середні показники по групах, можна констатувати, що найвища урожайність виявлена у сортів другої групи (675 г/м<sup>2</sup>) з ПЖТ 1BL/1RS. Отже ця група сортів має найкращий рівень адаптивності та реалізації потенціалу урожайності. Варто зазначити, що найвищий потенціал урожайності показали кожного року різні сорти з різних груп: у 2013р. – Ларс (п'ята), у 2014 р. – Лісова пісня (третя), у 2015р. – Ювіляр миронівський (третя). Сорти з 1AL/1RS транслокацією в умовах північно-східного Лісостепу поступаються загалом зразкам з 1BL/1RS. Однак середньопізні та середньостиглі сортотипи з цієї групи, окрім ранньостиглого (Веснянка) не поступаються істотно сортам з 1BL/1RS транслокацією, які є, переважно, середньостиглі.

### Висновки та перспективи подальших досліджень

Урожайність пшениці озимої істотно змінюється під впливом погодних умов вегетаційного періоду. Найвищий рівень середньої врожайності по досліді зразки сформували в 2014 р. – 771 г/м<sup>2</sup>, з варіюванням від 1336 г/м<sup>2</sup> (max) до 282 г/м<sup>2</sup> (min).

Результати досліджень показали, що генотип сорту статистично найбільш значуще впливає на збільшення врожайності зерна. За три роки досліджень в умовах північно-східного Лісостепу найкращі результати спостерігалися у таких сортів: Святкова, Легенда миронівська, Світанок миронівський, Ювіляр миронівський, Писанка, Миронівська 65, Лісова пісня, Смуглянка та інші. Переважна більшість таких сортів відноситься до лісостепового екотипу. Істотно перевищували стандарт за врожайністю сорти з 1BL/1RS транслокацією – Легенда миронівська, Миронівська 65, а також з 1AL/1RS – Смуглянка.

Перспективним напрямом майбутніх досліджень є пошук конкретних генотипів, які можуть забезпечити в умовах північно-східного Лісостепу кращу адаптивність та високий рівень реалізації генетичного потенціалу врожайності, а також стати джерелами цінних селекційних ознак.

### Література

1. Адаменко Т. В. Кліматичні умови України на можливі наслідки потепління клімату / Т. В. Адаменко // Агроном. – 2007. – № 1 (15). – С. 8–11.
2. Беляев Д. К. Генетика количественных признаков сельскохозяйственных растений / Д. К. Беляев. – М. : Наука, 1978. – 278 с.

3. Власенко В. А. Селекційна еволюція миронівських пшениць / В. А. Власенко, В. С. Кочмарський [та ін.] ; під заг. ред. В. А. Власенка. – Миронівка, 2012. – 330 с.

4. Зінченко О. І. Рослинництво : підручник / О. І. Зінченко, В. Н. Салатенко, М. А. Білоножко. – К. : Аграр. освіта, 2003. – 591 с.

5. Интрогрессивные линии пшеницы с генами устойчивости к болезням и вредителям, созданные в Центре генетических ресурсов пшеницы США / С. В. Рабинович, W. J. Raupp, Т. Ю. Маркова [и др.] // Генет. ресурсы культурных растений. Пробл. мобил., инвентар. : тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф., Санкт-Петербург, 13–16 ноября 2001 г. – СПб. : ВИР, 2001. – С. 387–390.

6. Сорта мягкой пшеницы украинской и российской селекции с геном устойчивости к стеблевой ржавчине SrRs<sup>Amigo</sup> / Н. А. Козуб, И. А. Созинов, Т. А. Собко [и др.] // Управление продукционным процессом в агротехнологиях 21 века: реальность и перспективы : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 35-летию образования Белгородского НИИСХ, 15–16 июля 2010 г. – Белгород : Отчий край, 2010. – С. 222–225.

7. Лукьяненко П. П. Выведение новых сортов озимой пшеницы интенсивного типа / П. П. Лукьяненко // Вестник. с.-х. науки. – 1970. – № 4. – С. 54–61.

8. Методика державного випробування сортів рослин на придатність до поширення в Україні: Загальна частина // Охорона прав на сорти рослин: Офіційний бюл. / за ред. В. В. Волкодав. – К. : Алефа, 2003. – Вип. 1, ч. 3. – 106 с.

9. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур (зернові, круп'яні та зернобобові культури) / за ред. В. В. Волкодава. – К., 2001. – Вип. 2. – 65 с.

10. Селекція та насінництво сільськогосподарських рослин : підручник / М. Я. Молоцький, С. П. Васильківський, В. І. Князюк, В. А. Власенко. – К. : Вища освіта, 2006. – 463 с.

11. Попов С. І. Формування врожайності та якості зерна озимої пшениці в умовах східної частини Лісостепу України / С. І. Попов // Агробіологія. – 2009. – Вип. 1 (64). – С. 128–137.

12. Селекция озимой пшеницы / В. Н. Ремесло, Ф. Г. Кириченко, В. И. Дидусь [и др.] // Селекция и семеноводство зерновых культур. – К. : Урожай, 1978. – С. 12–39.

13. Селянинов Г. Т. Методика сельскохозяйственной характеристики климата / Г. Т. Селянинов // Мировой агроклиматический справочник. – Л. ; М., 1937. – С. 5–29.

14. Huen M. Chromosomal location of the powdery mildew resistance gene of Amigo wheat / M. Huen, B. Friebe, W. Bushuk // Phytopathology. – 1990. – Vol. 80. – P. 1129–1133.

15. Jiang J. Recent advances in alien gene transfer in wheat / J. Jiang, B. Friebe, B. S. Gill // Euphytica. – 1994. – Vol. 73. – P. 199–212.
16. Catalogue of gene symbols for wheat [Електронний ресурс] / R. A. Mc Intosh, Y. Yamazaki, J. Dubcovsky [et al.] // Proc. th 11 Int. Wheat Genet. Symp. Brisbane, Australia, 24-29 August, 2008. – Режим доступу: <http://www.shigen.nig.ac.jp>.
17. Registration of Amigo wheat germplasm resistant to greenbug / E. E. Sebesta, E. A. Wood, D. R. Porter [et al.] // Crop Sci. – 1995. – Vol. 35. – P. 293.

УДК 634.222:634.1–15

В. Г. Куян

Д. С.-Г. Н.

Житомирський національний агроекологічний університет

## ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ ПЛОДІВ СЛИВИ У РІЗНИХ ҐРУНТОВО-КЛІМАТИЧНИХ УМОВАХ

*Викладено основні особливості інтенсифікації технологій вирощування плодів сливи у різних ґрунтово-кліматичних умовах на підставі аналізу досягнень вітчизняної і зарубіжної науки та передового виробничого досвіду, а також тривалих досліджень автора. Відмічено нагальну потребу вдосконалення технологій, спрямоване на отримання високих (до 40 т/га і більше), екологічно безпечних врожаїв.*

**Ключові слова:** слива, урожайність, якість плодів, інтенсифікація

### Організаційно-економічні та природно-технологічні фактори підвищення врожайності

За останні роки площа плодоносних насаджень сливи у всіх категоріях господарств нашої країни не перевищувала 19200 га, а врожайність 76,7 ц/га (у “господарствах населення” – 86,8 ц/га). У 1970 р. площа всіх насаджень сливи складала 114400 га, у 1984 р. – 78100 га (з них 84–90 % у приватному секторі) за середньої врожайності 25–40 ц/га; у кращих спеціалізованих радгоспах Поділля в окремі періоди, отримували по 130–146 ц/га (в Росії рекордна врожайність Угорки італійської складала 71 ц/га), а на сортодільницях, залежно від сорту і року висаджування дерев – по 93–582 ц/га [3]. Якість плодів (товарна) була здебільшого низькою, спостерігались ускладнення з їх реалізацією [3, 27].

В умовах ринкової економіки істотні зміни можливі лише за вирощування товарних насаджень плодових культур приватним сектором, здатним повною мірою використовувати надбання світового науково-технічного прогресу [22], до основ якого відносять технічні, технологічні, організаційні та біоекономічні фактори [27]; зокрема, “... створення технологічної матеріально-технічної бази галузі, механізація, меліорація (зрошення, осушення), хімізація (застосування мінеральних добрив, захист рослин від шкідників та хвороб тощо)” віднесено до

15. Jiang J. Recent advances in alien gene transfer in wheat / J. Jiang, B. Friebe, B. S. Gill // Euphytica. – 1994. – Vol. 73. – P. 199–212.
16. Catalogue of gene symbols for wheat [Електронний ресурс] / R. A. Mc Intosh, Y. Yamazaki, J. Dubcovsky [et al.] // Proc. th 11 Int. Wheat Genet. Symp. Brisbane, Australia, 24-29 August, 2008. – Режим доступу: <http://www.shigen.nig.ac.jp>.
17. Registration of Amigo wheat germplasm resistant to greenbug / E. E. Sebesta, E. A. Wood, D. R. Porter [et al.] // Crop Sci. – 1995. – Vol. 35. – P. 293.

УДК 634.222:634.1–15

В. Г. Куян

Д. С.-Г. Н.

Житомирський національний агроекологічний університет

## ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ ПЛОДІВ СЛИВИ У РІЗНИХ ҐРУНТОВО-КЛІМАТИЧНИХ УМОВАХ

*Викладено основні особливості інтенсифікації технологій вирощування плодів сливи у різних ґрунтово-кліматичних умовах на підставі аналізу досягнень вітчизняної і зарубіжної науки та передового виробничого досвіду, а також тривалих досліджень автора. Відмічено нагальну потребу вдосконалення технологій, спрямоване на отримання високих (до 40 т/га і більше), екологічно безпечних врожаїв.*

**Ключові слова:** слива, урожайність, якість плодів, інтенсифікація

### Організаційно-економічні та природно-технологічні фактори підвищення врожайності

За останні роки площа плодоносних насаджень сливи у всіх категоріях господарств нашої країни не перевищувала 19200 га, а врожайність 76,7 ц/га (у “господарствах населення” – 86,8 ц/га). У 1970 р. площа всіх насаджень сливи складала 114400 га, у 1984 р. – 78100 га (з них 84–90 % у приватному секторі) за середньої врожайності 25–40 ц/га; у кращих спеціалізованих радгоспах Поділля в окремі періоди, отримували по 130–146 ц/га (в Росії рекордна врожайність Угорки італійської складала 71 ц/га), а на сортодільницях, залежно від сорту і року висаджування дерев – по 93–582 ц/га [3]. Якість плодів (товарна) була здебільшого низькою, спостерігались ускладнення з їх реалізацією [3, 27].

В умовах ринкової економіки істотні зміни можливі лише за вирощування товарних насаджень плодових культур приватним сектором, здатним повною мірою використовувати надбання світового науково-технічного прогресу [22], до основ якого відносять технічні, технологічні, організаційні та біоекономічні фактори [27]; зокрема, “... створення технологічної матеріально-технічної бази галузі, механізація, меліорація (зрошення, осушення), хімізація (застосування мінеральних добрив, захист рослин від шкідників та хвороб тощо)” віднесено до

“... основних технічних факторів НТП...”, “... удосконалення існуючих і створення принципово нових комплексних технологій виробництва плодів та ягід ...” – до технологічних факторів НТП, а “... формування породно-сортового складу садів та ягідників, виведення нових і добір ... високоефективних сортів, підбір підщепи, особливо сорто-підщепних комбінацій” виділено “... в групу біоекономічних ...” факторів; “... поглиблення спеціалізації, раціональне розміщення і концентрації галузі, інтенсифікація виробництва плодів та ягід, промислової їх переробки і зберігання, прогресивні форми реалізації ... продукції, форми організації первинних виробничих колективів... та оплата праці” вважаються основними організаційними факторами НТП “... в садівництві ...”. Недосконалість такого групування очевидна, оскільки НТП у плодівництві, що забезпечує отримання високих, якісних врожаїв плодів культур, у тому числі й сливи, зумовлюється організаційно-економічними, природними – ґрунтово-кліматичними і технологічними факторами.

Насамперед необхідно враховувати, що слива одна з найбільш вологолюбних порід; вона краще, ніж яблуна і груша, росте і плодоносить на карбонатних (до 8–10 %) ґрунтах; “... на аличі .. витримує дуже зволожені й погано аеровані ґрунти ...” [20]. На різних типах ґрунтів і підґрунтя у межах регіону продуктивність насаджень сливи значно змінюється [2, 25, 29], як і залежно від рельєфу та інших природно-екологічних факторів. Технології, чи їх окремі процеси, фактори (конструкції крон і насаджень, способи формування і обрізування крон, удобрення, утримання і обробіток ґрунту, заходи боротьби з хворобами і шкідниками, зрошення та ін.) забезпечують ритмічне рясне плодоношення і високу якість плодів, якщо вони належною мірою враховують ґрунтово-кліматичні умови і біологічні особливості сортопідщепних комбінацій (активність росту, характер плодоношення, вимогливість до водного і поживного режимів, імунність до хвороб і шкідників тощо). Для закладання насаджень, забезпечення його високою продуктивністю й отримання якісних плодів і продуктів їх переробки (чорносливу, сушених слив та ін.) необхідний комплекс взаємопов'язаних, взаємозумовлених заходів, процесів, факторів, а тому будь-яке розмежування, групування їх умовне і не може претендувати на досконалість.

### **Шляхи і наслідки інтенсифікації вітчизняних технологій**

До основних шляхів інтенсифікації технологій вирощування високих (20-30 т/га і більше) товарних урожаїв якісних конкурентоспроможних плодів сливи відносяться: оптимізація конструкцій крон і насаджень, способів їх формування і обрізування [7, 9, 11, 12, 23]; добір і впровадження сортопідщепних комбінацій інтенсивного типу [1, 8, 13, 22], регулювання поживного і водного режимів застосуванням прогресивних способів удобрення і зрошення, систем утримання і обробітку ґрунту [5, 10, 19, 24], впровадження раціональних засобів захисту насаджень від хвороб і шкідників [14, 21]. Результати досліджень і виробничого

досвіду та пропозицій щодо оптимальних конструкцій крон і насаджень інтенсивного типу досить суперечливі не лише в різних ґрунтово-кліматичних умовах, а й за однакових екологічних зовнішніх факторів. Зокрема, в усіх зонах плодівництва пропонувалися насадження з округлими та напівплощинними і площинними кронами, закладені за схемами відповідно 6–7×4 м і 6×3,5–4 м [21], або ж вирощувати сади з “... округлими і напівплощинними кронами ...” сильнорослих сортів з площею живлення дерев 35 м<sup>2</sup> – 7×5 м, середньорослих – 24 м<sup>2</sup> – 6×4 м і слаброслих – 15 м<sup>2</sup> – 5×3 м [3]. Основним типом насаджень кісточкових порід є сади з “округлою короною” і розміщенням дерев сливи за схемою 6×3–4 м [23]. Кращою схемою садіння дерев, що дозволяє застосовувати існуючі машини для обрізування крон і збирання врожаю є 6×4 м; крони сортів з сильним ґалуженням формують за без’ярусною системою, з помірним – за розріджено-ярусною [24]. У насадженнях сливи можна з успіхом формувати чахоподібні безлідерні крони [1, 7]. Протягом періоду формування крон і після його закінчення, за нормального апікального росту, обрізування зводиться здебільшого до видалення зайвих, поламаних, пошкоджених гілок, “вовчків”, конкурентів провідників основних гілок [1, 3, 13, 19]; укорочування застосовують з врахуванням ступеня ґалуження сортів [3, 13]. У міру старіння дерев і зменшення приросту пагонів до 10–15 см застосовують періодичне омолодження вкорочуванням основних гілок на 2–5-річний нормальний приріст [3, 13]; за подальшого старіння дерев і “оголення” гілок (віковий період “плодоношення і всихання”) застосовувалось омолодження вкорочуванням гілок на “семи-восьмирічну деревину” [3] і навіть “капітальне омолодження” вкорочуванням усіх основних гілок на 2/3 їх довжини [21], що не має виробничого, промислового значення. Урожайність у всіх таких конструкціях садів, у тому числі й дослідних, не перевищувала 15–25 т/га [3, 7, 21, 24]. Значно вищу врожайність (40 т/га і більше) в умовах Полісся забезпечували розроблені автором у ЖСПІ конструкції насаджень з площинними кронами типу вільноростучої чи комбінованої “пальмет”, що не потребують будь-яких опор [11, 12, 13, 14]. Затрати праці на формування та обрізування площинних крон в 1,5–6 разів менші, ніж округлих і в 1,0–1,5 раза відносно “сплощених крон” [23].

Створенню зональних насаджень інтенсивного типу сприяє використання слаброслих сортів – Валор, Веріті, Рання синя, Ода, Опал та ін. [8, 23] і клонових підщеп, таких як вишня повстиста, ОВГ 11–19, 21–11, весняне полум’я, на яких урожайність підвищується у 2,1–2,7 раза порівняно з сіянцями аличі [23]; насадження сортів, призначених для механізованого збирання врожаю, вирощують на сіянцях аличі [24].

Передсадивне і післясадивне нормування органічних і мінеральних добрив, з врахуванням рівнів забезпечення елементами живлення і водного режиму та щільності насадження, активності його ростових і формоутворювальних процесів, підвищують урожайність на 20–44 % і більше [3, 13, 14]. Регулювання

водного режиму зрошенням неовідне в усіх зонах, у тому числі й на Поліссі, – урожайність підвищується в 1,3–2,0 рази [13, 21, 24]. У садах інтенсивних типів з щільним розміщенням дерев у рядах створюються значно сприятливіші, ніж у розріджених насадженнях, умови для розмноження і шкодочинності хвороб (плямистості, сіра плодова гниль, цитоспоро, іржа, гомоз, “кармашки”, “шарка”) та шкідників (плодожерки, кліщі, пильщики, щитівки, попелиця, міль, листовійка, білан жилкуватий, зологуз, брунькоїд, американський білий метелик), що спричинює застосування активних хімічних засобів боротьби з ними [3, 14, 21, 24] і ускладнює отримання екологічно безпечних урожаїв.

### **Особливості інтенсифікації зарубіжних технологій вирощування плодів сливи**

Інтенсифікація промислових технологій вирощування плодів сливи у зарубіжних країнах активно розпочалася наприкінці першого десятиліття другої половини ХХ ст. розробленням і впровадженням нових конструкцій малооб’ємних крон, прийомів прискорення і посилення плодоношення молодих садів, загущеного розміщення дерев у насадженні, добром сорто-підщепних комбінацій, заходів оптимізації поживного і водного режимів тощо [19, 25, 28]; у США виробництву рекомендувалася малооб’ємна “вазоподібна крона [26]” у країнах Європи (Німеччина, Франція, Італія, Голландія, Угорщина, Словенія, Болгарія) розроблялись і впроваджувались різні модифікації площинних (пальмет) і веретеноподібних (шпіндельбуш) крон та конструкцій загущених насаджень такими малооб’ємними кронами [4, 9, 19, 28]; для таких насаджень виявилось необхідним добирати сорто-підщепні комбінації слабкої і помірної активності росту з раннім вступом у плодоношення, високою регулярною врожайністю, стійкістю проти хвороб і шкідників та значно збільшувати норми внесення мінеральних добрив, посилювати засоби хімізації рослин, на що спрямовані також і сучасні дослідження.

Вивченням конструкцій крон і щільності насаджень в умовах Молдови визначено переваги “сплощених” їх форм у загущених молодих садах, зручність механізованого обрізування, високу врожайність дерев 5–16-річного віку – до 25–30 т/га [9]. У Німеччині, Франції, Італії, Польщі, Румунії, Сербії, Голландії, Угорщині, Болгарії, Швеції, Канаді та інших країнах вирішують проблеми генної інженерії, мікророзмноження, селекції і сортовивчення, сорто-підщепних комбінацій, конструкцій насаджень, оптимізації поживного і водного режимів, заходів захисту від хвороб і шкідників, механізації процесів з догляду за садом і збирання врожаю [4, 16, 17, 18, 30]. Внаслідок цього виробництво використовує такі сорти як Герман, Чачакська рана, Чачакська лепотіка, Амерс, Сильвія, Діана, Джойс, Рекорд, Елена, Віжен, Презента та інші; основні підщепи – сіянці аличі (сильноросла) і Угорки Вангенгейма (напівкарликова), а клонові підщепи Сен-

Жульєн А, Піксі й IF 655/2 малопоширені через загрозу перенесення вірусу шарки. Деревя розмішують за схемами 4–5×1,5–3 м, 6×4–5 м, формуючи округлі крони типу веретеноподібної, розріджено-ярусної і меншою мірою площинної їх конструкцій з товщиною ряду до 2,5 м; практикується літнє обрізування крон, що в умовах Норвегії виявилось неефективним; розроблено і удосконалюється формування і обрізування насаджень, призначених для комбайнового збирання врожаю [17], яке у 10–12 разів ефективніше ручного [30]. Протягом вегетації і в період листопаду активно застосовують пестициди; на основі відповідних аналізів вносять різні види і форми мінеральних добрив, що містять необхідні макро- і мікроелементи [16, 18]. Належного значення набула оцінка товарної, смакової і технологічної (переробної) якостей плодів (форма, розмір, маса, забарвлення плода, консистенція м'якоті, особливості відокремлення кісточки і її маса, вміст сухих речовин, цукрів і кислот та їх співвідношення тощо), а на визначення екологічної якості увага не зверталась [9, 19, 22, 25, 28].

### Висновки

1. Урожайність вітчизняних насаджень сливи не перевищує 7,7–8,7 т/га, тоді як в окремих випадках – за сприятливих організаційно-економічних і агроекологічних умов, досягає 33,8–58,2 т/га, що свідчить про необхідність впровадження значних змін з метою підвищення товарної продуктивності, враховуючи необмежений попит на чорнослив внутрішнього і зовнішнього ринків.

2. Один з основних факторів забезпечення високої продуктивності сливи – створення спеціалізованих фермерських господарств у найбільш сприятливих для цієї культури природних умовах (Придністров'я, Полісся, Західний Лісостеп, Прикарпаття, Закарпаття), здатних впроваджувати прогресивні інтенсивні технології вирощування плодів.

3. Інтенсивні технології світового рівня, основними складовими яких є конструкції крон і насаджень, високопродуктивні сорто-підщепні комбінації, ефективні системи удобрення і регулювання водного режиму, хімізовані засоби захисту від хвороб, шкідників і бур'янів та механізація всіх виробничих і реалізаційно-переробних процесів, забезпечують урожайність у межах 30–40 т/га і високу товарну якість врожаю, але не гарантують необхідну екологічну безпеку плодів.

### Література

1. Атлас перспективных сортов плодовых и ягодных культур Украины / под ред. В. П. Копаня. – К. : Одеса, 1999. – 454 с.
2. Вальков Ф. А. Урожайность сливы и черешни на разных почвах / Ф. А. Вальков // Садоводство. – 1984. – № 2. – С. 15–16.
3. Власюк С. Г. Слива та алича / С. Г. Власюк. – К. : Урожай, 1989. – 150 с.



4. Власюк С. Г. Проблеми вирощування сливи, вишні і черешні / С. Г. Власюк, О. В. Мельник // Новини садівництва. – 1994. – № 4. – С. 13–20.
5. Горбач Н. Н. Система содержания почвы в молодых сливовых садах на террасах / Н. Н. Горбач, В. М. Бобер // Садоводство и виноградарство. – 1991. – № 5. – С. 6–7.
6. Дрозд О. О. Слива й алича по-інтенсивному / О. О. Дрозд // Новини садівництва. – 2007. – № 1. – С. 31–33.
7. Ильинский А. А. Перспективна ли чашевидная форма кроны для сливы? / А. А. Ильинский // Садоводство и виноградарство. – 1991. – № 4. – С. 9–10.
8. Ковалева А. Ф. Слива на юге Украины / А. Ф. Ковалева, В. И. Сенин // Садоводство и виноградарство. – 1991. – № 7. – С. 10–13.
9. Короид А. С. Технология промышленной культуры сливы / А. С. Короид // Садоводство. – 1984. – № 11. – С. 8–10.
10. Куян В. Г. Влияние местного предпосадочного удобрения на регенерацию корневой системы сливы / В. Г. Куян // Садоводство. – 1965. – Вып. 3. – С. 168–172.
11. Куян В. Г. Обрезка сливы в интенсивных садах / В. Г. Куян // Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии. – 1988. – № 12. – С. 51–56.
12. Куян В. Г. Выращивание сливы с уплощенной кроной без опоры / В. Г. Куян // Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии. – 1989. – № 2. – С. 84–86.
13. Куян В. Г. Слива / В. Г. Куян // Спеціальне плодівництво. – К. : Світ, 2004. – С. 131–148.
14. Куян В. Г. Технологічний календарний проект вирощування плодів сливи / В. Г. Куян // Технології та технологічні проекти вирощування основних сільськогосподарських культур. – Житомир, 2007. – С. 523–532.
15. Куян В. Г. Результати багаторічних досліджень в інтенсифікації плодощових культур у різних ґрунтова-кліматичних умовах України / В. Г. Куян // Вісник ЖНАЕУ. – 2011. – № 1 (29). – С. 37–46.
16. Марек З. После уборки косточковых культур / Збигнев Марек // EFM. European Fruit Magazine. – 2012. – № 5/6 (41/42). – С. 30–33.
17. Мельник О. В. Формування сливи для комбайнового збору / О. В. Мельник, І. О. Мелехова // Новини садівництва. – 2011. – № 1. – С. 16–17.
18. Мельник О. В. Догляд за кісточковими після збору врожаю / О. В. Мельник, О. О. Дрозд // Новини садівництва. – 2011. – № 4. – С. 20–22.
19. Метлицкий З. А. Агротехника плодощових культур / З. А. Метлицкий. – М. : Колос, 1973. – 519 с.
20. Придатність ґрунтів під сади і ягідники / П. Д. Попович, В. А. Джамаль, Н. Г. Ільчишина, С. О. Скорина. – К. : Урожай, 1981. – 159 с.
21. Промышленное садоводство / под ред. В. И. Сенина, П. В. Клочко. – К. : Урожай, 1987. – 221 с.

22. Садовскі А. Стан та перспективи садівництва у Центральній та Східній Європі, напрямки наукових досліджень і освіти / А. Садовскі // Новини садівництва. – 1994. – № 3. – С. 26–30.

23. Соболев В. А. Шляхи інтенсифікації виробництва плодів кісточкових культур / В. А. Соболев // Садівництво. – 2000. – Вип. 50. – С. 207–213.

24. Суровцев А. Ф. Технологія вирощування сливи при високому рівні механізації технологічних процесів у Криму / А. Ф. Суровцев // Садівництво. – 1993. – Вип. 42. – С. 88–91.

25. Трусевич Г. В. Интенсивное садоводство / Г. В. Трусевич. – М. : Россельхозиздат, 1978. – 204 с.

26. Чендлер У. Плодовый сад. Листопадные плодовые культуры : пер. с англ. / У. Чендлер ; под общ. ред. и с предисл. З. А. Метлицкого. – М. : Сельхозгиз, 1960. – 620 с.

27. Шестопад О. М. Віддача інтенсивного саду / О. М. Шестопад. – К., 1990. – 29 с.

28. Шурихт Р. Производство плодов. Технология, экономика, организация : пер. с нем. / Р. Шурихт. – М. : Колос, 1984. – 302 с.

29. Яропуд В. Н. Почвы, размещение и урожайность садов в Винницкой области / В. Н. Яропуд // Почвенные условия, удобрение и урожайность плодовых и ягодных культур. – К. : Урожай, 1970. – С. 123–126.

30. Buler Z. Mechanische Pflaumenernte möglich / Z. Buler. P. Wawrzyńczak // EFM. European Fruit Magazine. – 2014. – Spezial-ausgabe. – S. 44.

---

# Ветеринарія

УДК 619:616.476-097.3:615.371:636.5

**S. Al-Araji Furkan**

Ph. D student\*

**I. N. Gromov**

Cand. of Vet. Sc. (Ph. D)

**E. I. Bolshakova**

Cand. of Vet. Sc. (Ph.D)

**S. P. German**

Cand. of Vet. Sc. (Ph.D)

**M. M. Bykovskaya**

student

Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine

## EVALUATION OF USING TERRARICH-ANTITOX ON BROILER PERFORMANCE DURING MYCOTOXICOSIS

*Feeding chickens with experimentally contaminated ration with fungal toxins (aflatoxin B1, T-2 toxin, deoxynivalenol, zearalenone, ochratoxin, fumonisins) leads to the development of chickens postovarial hypotrophy, significant morphological changes in the liver and kidneys the most expressed in the 29-36 days of age. immunization of chickens with strain of IBD virus vaccine "Vinterfild 2512" on the background of experimental chronic combined mycotoxicosis increases severity of pathological changes in these organs. Using of chickens enterosorbent "TERRARICH-ANTITOKS" prophylactic effects of malnutrition, structural changes in the liver and kidney parenchyma.*

**Key words:** enterosorbent, mycotoxins, clinical signs, pathomorphological changes, liver, kidneys, chicken, vaccination, infectious bursal disease.

### A problem statement

Mycotoxins are chemical substances produced by several fungi, particularly by many species of *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium* and *Alternaria*. They comprise a group of several hundreds of chemically different toxic compounds. The most common mycotoxins are aflatoxins, ochratoxin A, trichothecenes, zearalenone and fumonisins [12]. Some other researchers has estimated that worldwide about 25% of crops are affected annually with mycotoxins and since it was estimated that 25 % of the feed production per year has been contaminated with mycotoxins [5]. Surveys reveal sufficiently high occurrences and concentrations of mycotoxins to suggest that they are a constant concern [11]. Chronic and low level mycotoxin contamination through naturally contaminated grains often causes reduced production efficiency and increases susceptibility to many immune related infectious diseases. It has been reported that

---

© S. Al-Araji Furkan, I. N. Gromov, E. I. Bolshakova, S. P. German, M. M. Bykovskaya

\*Scientific Supervisor – Cand. of Vet. Sc. (Ph. D) I. N. Gromov

feeding mycotoxins in combinations could result in pronounced adverse effects in avians [6], considering the increasing food price indices. The inactivation of mycotoxins from contaminated feed becomes an important economic aspect to back up the use of new strategies for improving growth performance [13].

### **The analysis of recent publications**

The best procedure to prevent the effect of mycotoxins is the minimizing of the mycotoxin production itself, e.g. by harvesting the grain at maturity and low moisture and storing it at cool and dry conditions which is difficult to perform in countries with a warm and humid climate. Feed additives like antioxidants, sulphur-containing amino acids, vitamins and trace elements can be useful as detoxicants. Biological methods are not yet used in practice though the number of corresponding patents increases continuously [10].

Chemically, some mycotoxins can be destroyed with calcium hydroxide monoethylamine [1]. The addition of mycotoxin binders to contaminated diets has been considered the most promising dietary approach to reduce effects of mycotoxins. The theory is that the binder decontaminates mycotoxins in the feed by binding them strongly enough to prevent toxic interactions with the consuming animal and to prevent mycotoxin absorption across the digestive tract. Therefore, this approach is seen as prevention rather than therapy [7]. Even though food is often contaminated with more than one mycotoxin, most studies are limited to the toxicology of a single mycotoxin. The aim of this search was studying the effect of mixed mycotoxin in chicken body weight and some bioavailability parameters and searching the effect of using TERRARICH-ANTITOX in keeping chicken performance.

### **Purpose, objects and methods of research**

This experiment was conducted to determine the effect of dietary supplementation of TERRARICH-ANTITOX (lignin derivative, synthesized in Republic of Belarus) on detoxification of mycotoxin in broilers ration. The chicks were reared from 1 to 36 days in the condition of clinic of epizootology department and pathanatomy and histology department, Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Republic of Belarus. A total of 100 chicks, one day old were used. Birds were fed starter diet during the third week of age (beginning date of experiment; 22,6 % crude protein and 2870,4 kcal/kg of diet) and finisher diet (20,5 % crude protein and 2920 kcal/kg of diet) until the marketing age (36 days of age). Chicks were randomly divided into 5 treated groups, 20 birds for each. First group (G1) fed a contaminated ration with mycotoxin and supplemented with TERRARICH-ANTITOX 5g/kg of diet and vaccinated with IBD vaccine at 15 and 22 days of age. Second group (G2) was fed a ration contaminated with mycotoxin and vaccinated with IBD vaccine at 15 and 22 days of age without TERRARICH-ANTITOX. Third group (G3) was fed a contamated broiler ration and vaccinated with IBD vaccine at 15 and 22 days of age. Fourth group (G4) was only fed a contaminated ration with mycotoxins. Fifth group (G5) was fed

intact clean ration as a control group. The strain of vaccine was interfield 2512 that produced in Russian Federation, the vaccine was supplemented manually intra crop for every chick with one dose. The mycotoxins analyzed in Central Research Laboratory of grain products by ELISA (ridaskrin fast) and the final level of mycotoxins were as follows: Aflatoxin B1 0,001 mg/kg, Deoxivalenol 1,24 mg/kg, Zearalenon 0,068 mg/kg, Ochratoxin 0,005 mg/kg, T2 toxin 0,09 mg/kg, Fuminisen B1 0,2 mg/kg. Body weights, clinical signs, morbidity rate and mortality rate per group were recorded weekly. At the end of experiment, five birds per group were sacrificed to determinate the changes in liver and kidney in all groups. All data are analyzed by statistical program for study variation statistics, based on the significance ( $P < 0,05$ ) («Microsoft Excel» 2003).

### Results and discussion

After seven days of the first IBD vaccine, Dietary mycotoxins and IBD vaccine group (G2) and (G4) significantly ( $P < 0,01$ ) depressed body weight in comparison with control group (G5), but the body weight of TERRARICH-ANTITOX group (G1) is not effected in comparison with the control ( $P > 0,05$ ). The effect of mycotoxins with or without vaccine was very clear after 7 days of second IBD vaccine in (G2) and (G4) which recorded decrease in bodyweight ( $P < 0,05$ ) in comparison with control group. The weight of TERRARICH-ANTITOX group (G1) is not effected in comparison with the control ( $P < 0,05$ ), (tab. 1).

**Table 1. The effect of TERRARICH-ANTITOX in protecting chickens body weight in comparison with the other groups that fed mycotoxins contaminated ration**

| Age<br>Groups | 7 days after first<br>IBD vaccine                                                              | 7 days after second<br>IBD vaccine                                                             | 14 days after second IBD vaccine                                                                |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Group 1       | 510,00 ± 53,37<br>$P_{1-2} > 0,05$<br>$P_{1-3} > 0,05$<br>$P_{1-4} > 0,05$<br>$P_{1-5} > 0,05$ | 750,00 ± 70,23<br>$P_{1-2} > 0,05$<br>$P_{1-3} > 0,05$<br>$P_{1-4} > 0,05$<br>$P_{1-5} > 0,05$ | 1145,00 ± 70,23<br>$P_{1-2} < 0,05$<br>$P_{1-3} > 0,05$<br>$P_{1-4} > 0,05$<br>$P_{1-5} > 0,05$ |
| Group 2       | 480,00 ± 44,94<br>$P_{2-3} > 0,05$<br>$P_{2-4} > 0,05$<br>$P_{2-5} < 0,01$                     | 720,00 ± 19,66<br>$P_{2-3} > 0,05$<br>$P_{2-4} < 0,05$<br>$P_{2-5} < 0,05$                     | 947,05 ± 53,37<br>$P_{2-3} < 0,01$<br>$P_{2-4} > 0,05$<br>$P_{2-5} < 0,001$                     |
| Group 3       | 527,50 ± 53,37<br>$P_{3-4} > 0,05$<br>$P_{3-5} > 0,05$                                         | 795,00 ± 70,23<br>$P_{3-4} > 0,05$<br>$P_{3-5} < 0,05$                                         | 1197,50 ± 50,56<br>$P_{3-4} > 0,05$<br>$P_{3-5} > 0,05$                                         |
| Group 4       | 515,00 ± 42,14<br>$P_{4-5} < 0,05$                                                             | 775,00 ± 14,05<br>$P_{4-5} < 0,05$                                                             | 1007,50 ± 106,74<br>$P_{4-5} < 0,05$                                                            |
| Group 5       | 635,00 ± 22,47                                                                                 | 1000,00 ± 84,27                                                                                | 1295,00 ± 22,47                                                                                 |

- The values represent mean of body weight (grams) ± SE

After 14 days of the second IBD vaccine the weight of most experimental groups were less than control group, at the same time, addition of TERRARICH-ANTITOX in G1, was very effective in keeping the body weight to that of control one.

The influence of mycotoxin in body weight is very clear in (G4) that recorded weight less than the control. This could be attributed to reduced protein and energy utilization which impaired nutrient absorption and reduced pancreatic digestive enzyme production [14] and consequently reduced appetite. The body weight of chickens did not differ significantly ( $P < 0,05$ ) between vaccinated group (G3) and the control throughout the period of the experiment. The differences in body weight between the groups narrowed down and towards the end of the experiment, were not statistically significant ( $P < 0,05$ ). These results agree with data of other investigators, who refer that the body weight of vaccinated group with IBD vaccine was less than the control. On the other hand, the most decrease in body weight was in vaccinated group that fed a ration with mycotoxins (G2) along the period of experiment in comparison with control group which recorded ( $P < 0,05$ ) in first week after first vaccination and ( $P < 0,05$ ) after second vaccination, that may be reveal the synergistic effect of both (vaccine and mycotoxin) which causes very clear effect in performance and weight gain.

The effect of mycotoxins was very clear in (G4) which revealed reductions in appetite and, reduction of growth, poor feathering, loss of coordination and inability to stand, these clinical signs agreed with C.R. Parkhurst, P.B. Hamilton [9]. On the other hand, the high morbidity rate was recorded in (G2) and (G4) because of the influence of mycotoxins, but (G1) not recorded any mortality rate and that may be due to the supplementing of antitoxicant TERRARICH-ANTITOX in ration of this group which negated the effects of mycotoxins, these results agreed with Reams et al. [2]. Furthermore (tab. 2), the mortality rate was very high in (G2) with 25 % and (G4) 20 %, but the TERRARICH-ANTITOX group not recorded any mortality (0 %), and that may be due to the supplementing of antitoxicant TERRARICH-ANTITOX in ration of this group which negated the effects of mycotoxins, these results agreed with Bennett et al. [3]. On the other hand it was obvious that mycotoxins had a negative effect on the liver parenchyma of broiler chicks in groups G2 and G4, when compared with that of control group (G5), by changing liver color from mahogany (Figure 2), to that which characterized by enlarged muddy or even to yellowish discoloration, with friable consistency and sub capsular hemorrhages (Figure 3, 4). The addition of TERRARICH-ANTITOX to the diet of broilers in group (1), was effective in restoring the normal red brown liver color to that of chicks in treatment 5 (Figure 5). Kidney was also affected by feeding mycotoxins (G2 and G4) in obvious manner when compared with all other treatment groups (Figure 6). They were enlarged, swollen and pale in color, that may be due to liver and kidney function is detoxification of mycotoxins, therefore it is may indicate less detoxifying capacity or damage of functions to some extent, these results agreed with J.P. Jouany [8]. The results of this experiment clearly

indicated that mycotoxicosis in broiler chickens can be influenced by supplementation the TERRARICH-ANTITOX to the contaminated diet. Supplementing of TERRARICH-ANTITOX with a dose 5g/kg ration essentially negated the effects of mycotoxins.

**Table 2. The effect of TERRARICH-ANTITOX in clinical signs, morbidity rate, mortality rate and post mortem findings of liver and kidney**

| Groups | Birds number | Clinical signs                                                                                                                         | Morbidity Rate | Mortality Rate | Changes in liver and kidneys                                                                                                                                                                                              |
|--------|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| G1     | 20           | reduction in appetite and growth                                                                                                       | 50 %           | 0%             | normal red-brown liver and normal kidney                                                                                                                                                                                  |
| G2     | 20           | reductions in appetite and growth, poor feathering, nervousness, loss of coordination, inability to stand, and mortality               | 100%           | 25 %           | changing liver colour from mahogany to that which characterised by enlarged muddy or even to yellowish discolouration, with friable consistency and subcapsular haemorrhages, Kidney enlarged, swollen and pale in colour |
| G3     | 20           | Reduction in appetite for some days                                                                                                    | 0 %            | 0 %            | normal red-brown liver and normal kidney                                                                                                                                                                                  |
| G4     | 20           | reductions in appetite and, reduction of growth, poor feathering, nervousness, loss of coordination, inability to stand, and mortality | 100%           | 20 %           | changing liver colour from mahogany to that which characterised by enlarged muddy or even to yellowish discolouration, with friable consistency and subcapsular aemorrhages, Kidney enlarged, swollen and pale in colour  |
| G5     | 20           | no clinical signs                                                                                                                      | 0%             | 0%             | normal red-brown liver and normal kidney                                                                                                                                                                                  |

### Conclusion

The results of this experiment clearly demonstrated that mycotoxicosis cause loss of body weight in broiler chickens and decreasing the chicken performance. Furthermore, mycotoxicosis can be influenced by supplementation the TERRARICH-ANTITOX to the contaminated diet. Supplementing of TERRARICH-ANTITOX with a dose 5g/kg ration essentially negated the effects of mycotoxins.



*Figure 1. Clear difference in size and body weight between control group (G5) and vaccinated with mycotoxin group (G2).*



*Figure 2. Mahogany normal liver of 36 days old chickens in G5.*

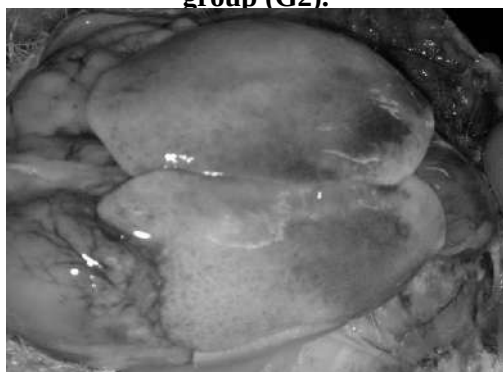


*Figure 3. Enlarged muddy yellowish discoloration, with friable consistency and sub capsular hemorrhages in the liver of 36 days old chickens in G2.*



*Figure 5. The normal red-brown colored liver of 36 days old chickens in G1 with TERRARICH-ANTITOX.*



*Figure 6. Liver of 36 days old chickens in G4. Alternative hepatitis.*

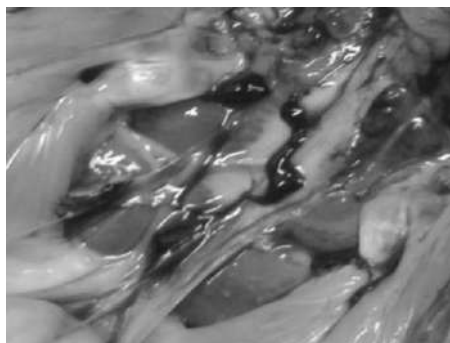


*Figure 6. Swollen, pale and enlarged kidneys of 36 days old chickens in G4.*



---

### References

---

1. Afzal, M. Effects of addition of a mycotoxin detoxifier in poultry feed containing different levels of aflatoxins on the performance of broilers / M. Afzal, A. Zahid // *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* – 2004. – Vol. 17, № 7. – P. 990–994.
  2. A sudden death syndrome induced in poults and chicks fed diets containing *Fusarium fujikuroi* with known concentrations of moniliformin / R.Y. Reams [et al.] // *Avian Dis.* – 1997. – Vol. 41. – P. 20–35.
  3. Bennett, L. Serohematologic alterations in broiler chicks on feed amended with *Fusarium proliferatum* culture material on fumonisin B1 and moniliformin / L. Bennett, M. Cote, W. Buck // *J. Vet. Diagn. Invest.* – 1995. – Vol. 7. – P. 520–526.
  4. Effect of dietary zearalenone on growing broiler chicks / M. Chi [et al.] // *Poult. Sci.* – 1980. – Vol. 59. – P. 531–536.
  5. Fink-Gremmels, J. Mycotoxins: Their implications for human and animal health / J. Fink-Gremmels // *Vet. Quart.* – 1999. – Vol. 21. – P. 115–120.
  6. Girish, C.K. Impact of feed-borne mycotoxins on avian cell-mediated and humoral immune responses / C.K. Girish, T.K. Smith // *World Mycotoxin Journal.* – 2008. – Vol. 1, № 2. – P. 105–121.
  7. In vitro studies on the evaluation of mycotoxin detoxifying agents for their efficacy on deoxynivalenol and zearalenone / S. Doll [et al.] // *Arch. Anim. Nutr.* – 2004 – Vol. 58. – P. 311–324.
  8. Jouany, J.P. Methods for preventing, decontaminating and minimizing the toxicity of mycotoxins in feed / J.P. Jouany // *Jouany Anim. Feed Sci. Technol.* – 2007. – Vol. 137. – P. 342–362.
  9. Parkhurst, C.R. Abnormal feathering of chicks caused by scirpenol mycotoxins differing in degree of acetylation / C.R. Parkhurst, P.B. Hamilton, A.A. Ademoyero // *Poult. Sci.* – 1992. – Vol. 71. – P. 833–837.
  10. Ramos, A.J. Prevention of aflatoxicosis in farm animals by means of hydrated sodium calcium aluminosilicate addition to feedstuffs. review / A.J. Ramos, E. Hernandez // *Anim. Feed Sci. Technol.* – 1997. – Vol. 65. – P. 197–206.
  11. Simultaneous detection of airborne aflatoxin, ochratoxin and zearalenone in poultry house by immunoaffinity column and high performance liquid chromatography / W. Yaling [et al.] // *Environ. Res.* – 2008. – Vol. 107. – P. 139–144.
  12. Sweeney, M.J. Review: mycotoxin production by *Aspergillus*, *Fusarium* and *Penicillium* species / M.J. Sweeney, A.D. Dobson // *Int. J. Food Microbiol.* – 1998. – Vol. 43. – P. 141–158.
  13. Use of new feed from brewery by-products for breeding layers / J. Levic [et al.] // *Romanian Biotechnological Letters.* – 2010. – Vol. 15, № 5. – P. 5559–5565.
  14. Verma, J. Effect of various levels of aflatoxin and ochratoxin A and combinations thereof on protein and energy utilization in broilers / J. Verma, B. Swain, T. // *Johri Journal of Science Food and Agriculture.* – 2002. – Vol. 82. – P. 1412–1417.
-

УДК 619:616.992.28-085.371:636.5.087.72:611.36/61

**S. Al-Araji Furkan**

Ph. D student\*

**I. N. Gromov**

Cand. of Vet. Sc.

**E. I. Bolshakova**

Cand. of Vet. Sc.

**S. P. German**

Cand. of Vet. Sc.

**M. M. Bykovskaya**

student

Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine

**EVALUATION OF TERRARICH-ANTITOX ON HEMATOLOGICAL AND  
IMMUNOLOGICAL PARAMETERS OF BROILERS FED MYCOTOXIN  
CONTAMINATED RATION AND VACCINATED AGAINST  
INFECTIOUS BURSAL DISEASE**

*The search reveal the impact enterosorbent "Terraria ANTITOKS" on hematological and immunological parameters of chickens vaccinated against infectious bursal disease (IBD) on the background of chronic experimental associative mycotoxin. It was found that feeding chickens feed contaminated with fungal toxins (aflatoxin B1, T-2 toxin, deoxynivalenol, zearalenone, ochratoxin, fumonisins) leads to the development of leukopenia in chickens and erythropenia, but these changes in hematological parameters more observed in chickens immunized against IBD on the background of experimental chronic combined mycotoxicosis. feeding chickens enterosorbent "TERRARICH ANTITOKS" normalizes morphological composition of the blood. Immunization of chickens dry live virus vaccine against a strain of IBD "Vinterfild 2512" on the background of chronic combined mycotoxicosis has no significant effect on non-specific immune reactivity and strength of specific post-vaccination immunity.*

**Key words:** enterosorbent, mycotoxins, blood, immune reactivity, chickens, vaccination, infectious Bursal Disease.

**A problem statement**

Molds are filamentous fungi that occur in many feedstuffs including grains and forages [8]. Molds can infect animals, especially during stressful periods when they are immune suppressed, causing a disease referred to as a mycosis. Molds also produce mycotoxins, which can cause a mycotoxicosis or toxic response in animals exposed primarily by consuming mycotoxin-contaminated feeds. Surveys reveal sufficiently high occurrences and concentrations of mycotoxins to suggest that they are a constant concern [16].

The Food and Agriculture Organization [FAO] and other researchers have estimated that worldwide about 25 % of crops are affected annually with mycotoxins [5]. The acute mycotoxicosis outbreaks in modern poultry production system are rare, however, chronic and low level mycotoxin that contaminated grains often causes reduced production efficiency and increases susceptibility to many immune related infectious diseases. Mycotoxins are unavoidable because they are naturally occurring compounds. They contaminate crops before harvest or invade feedstuffs of laying hen during processing, transport or storage [11].

### **The analysis of recent publications**

Many strategies have been tested to avoid mycotoxicosis [7]. Main drawbacks of chemical detoxication are the ineffectiveness against other mycotoxins and the possible deterioration of the animals' health by excessive residual ammonia in the feed. The physical methods are focused on the removal of mycotoxins by different adsorbents added to mycotoxin-contaminated diets [12] with the hope of being effective in the gastro-intestinal tract more in a prophylactic rather than in a therapeutic manner. Certain bacteria, particularly strains of lactic acid bacteria, propionibacteria and bifidobacteria, appear to have the capacity to bind mycotoxins, including aflatoxin and some *Fusarium* produced mycotoxins [13]. Activated charcoal may be important in binding zearalenone and/or deoxynivalenol [6]. In an *in vitro* gastrointestinal model, activated carbon reduced availability of deoxynivalenol and nivalenol [1].

The addition of mycotoxin binders to contaminated diets has been considered the most promising dietary approach to reduce effects of mycotoxins. The theory is that the binder decontaminates mycotoxins in the feed by binding them strongly enough to prevent toxic interactions with the consuming animal and to prevent mycotoxin absorption across the digestive tract. Therefore, this approach is seen as prevention rather than therapy [2]. Even though food is often contaminated with more than one mycotoxin, most studies are limited to the toxicity of a single mycotoxin.

The aim of our study was to investigate the influence of "TERRARICH-ANTITOX" on the morphology of the hematological and immunological parameters in chickens vaccinated against infectious bursal disease (IBD) on the background of experimental chronic combined mycotoxicosis.

### **Purpose, objects and methods of research**

This experiment was conducted to determine the effect of dietary supplementation of TERRARICH-ANTITOX (lignin derivative, synthesized in Republic of Belarus) on detoxification of mycotoxin in broilers ration and the effect of this adsorbent on blood pictures of broilers. The chicks were reared from 1 to 36 days in the condition of clinic of the epizootiology department, pathanatomy and histology department at Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Republic of Belarus. A total of 100 chicks, one day old were used. Birds were fed starter diet during the third week of age (beginning

date of experiment; 22,6 % crude protein and 2870,4 kcal/kg of diet) and finisher diet (20,5 % crude protein and 2920 kcal/kg of diet) until the marketing age (36 days of age). Chicks were randomly divided into 5 treated groups, 20 birds for each. First group (G1) fed a ration contaminated with mycotoxin and supplemented with TERRARICH-ANTITOX 5g/kg of diet and vaccinated with IBD vaccine on 15<sup>th</sup> and 22<sup>nd</sup> days of age. Second group (G2) was fed a ration contaminated with mycotoxin and vaccinated with IBD vaccine on 15<sup>th</sup> and 22<sup>nd</sup> days of age but not supplemented with TERRARICH-ANTITOKS. Third group (G3) was fed a commercial intact broiler ration and vaccinated with IBD vaccine on 15<sup>th</sup> and 22<sup>nd</sup> days of age. Fourth group (G4) was only fed a contaminated ration with mycotoxins. Fifth group [G5] was fed a contact clean ration as a control group. The strain of vaccine was interfield 2512 that produced in Russian Federation, the vaccine was supplemented manually intra crop for every chick with one dose. The mycotoxins analyzed in Central Research Laboratory of grain products by ELISA (ridaskrin fast) and the level of mycotoxins were as follows: Aflatoxin B1 0,001 mg/kg, Deoxivalenol 1,24 mg/kg, Zearalenon 0,068 mg/kg, Ochratoxin 0,005 mg/kg, T2 toxin 0,09 mg/kg, Fuminisen B1 0,2 mg/kg. After 7 days of the first vaccine, 7 days and 14 after second IBD vaccine, Five birds of each group were sacrificed to collect the blood and counting the number of red blood cells, platelets and white blood cells in a counting chamber with the procedure IA Bolotnikov and Y. Solovyov in our modification. Lysozyme activity of blood plasma was measured by procedure of V.G. Dorofeychuku, bactericidal activity – measured by procedure of O.V. Smirnova and GA Kuzmin that modified by Y.M. Markov. The titers of antibodies for infectious bursal disease vaccine were measured by ELISA, using the production system IDEXX laboratories Inc. in Scientific-Research Institute of Applied Veterinary Medicine and Biotechnology, Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine.

All data are analyzed by statistical program for study variation statistics, based on the significance ( $P < 0,05$ ). [Microsoft Excel, 2003].

### **Results and discussion**

The effect of mycotoxins was very clear after 7 days of second IBD vaccine in (G4) which recorded the least leukocytes count  $22,50 \pm 0,56$  and the difference was significant from the control ( $P < 0,05$ ), (tab. 1). This results agree with the results of many researchers who reported that T-2 toxin caused leukopenia, and deoxynivalenol caused mild anemia and leukopenia [3, 15]. The effect of mycotoxins in hemoglobin was very clear in (G2) where decrease in hemoglobin ( $P < 0,05$ ) was recorded in comparison with control, this result agree with many scientists who refer that mycotoxins cause anemia and reduction of hemoglobin concentration [4], however, these results disagreed with George et al. (2006) who reported no significant changes in PCV and Hb levels by feeding AF at dietary levels of 50, 150 and 300 ppb in broilers from 0 to 36 days of age [14]. On the other hand, the TERRARICH-

ANTITOX group (G1) is not affected in comparison with the control ( $P>0,05$ ). The use of mycotoxin binders, or adsorbents, may have the greatest application for routine avoidance of this constant exposure to low levels of multiple mycotoxins. The use of adsorbents to prevent effects of mycotoxins has been actively researched for over 25 years. A number of binder products have been shown effective and their use offers one of the greatest potentials for preventing animal intoxication [10]. There were differences in thrombocytes count and hemoglobin level but these differences were not significant. The effect of mycotoxins with vaccine was very clear after 14 days of second IBD vaccine in (G2) and (G4) which recorded decrease in leukocytes  $10^9/L$  count ( $P<0,05$ ) in comparison with (G3), but the TERRARICH-ANTITOX group was not affected ( $P>0,05$ ). The decrease in erythrocytes  $10^{12}/L$  count and hemoglobin level was very clear also in (G2) and (G4) in comparison with the control, but the TERRARICH-ANTITOX group was not affected in comparison with control ( $P>0,05$ ). There were differences in thrombocytes count but these differences were not significant as shown in.

After seven days of the first IBD vaccine, the differences in ratio of (LASB, %) and (BASB, %) and titers of antibodies against IBD vaccine were very clear but not significant among all groups (tab. 2). The differences between (LASB%) and (BASB) and titers of antibodies against IBD vaccine were very clear but not significant among all groups, and that may be because of big differences in numbers of all groups, but, on the other hand, the titer of antibodies for TERRARICH-ANTITOX group was higher than (G2) with (14,8%) after 7 days after second IBD vaccine and (19,8%) after 14 days after second IBD vaccine. That was a good result that indicated that the TERRARICH-ANTITOX negated the effect of mycotoxins as shown in [9].

### Conclusion

Feeding chickens with ration that contaminated with the fungal toxins (aflatoxin B1, T-2 toxin, deoxynivalenol, zearalenone, ochratoxin, fumonisins) leads to the development of leukopenia in chickens and erythropenia. On the other hand, these changes are very pronounced in hematological parameters of chickens that immunized against IBD on the background of experimental chronic combined mycotoxicosis. Supplementing TERRARICH-ANTITOX with a dose 5g/kg of ration essentially negated the effects of mycotoxins on hematological and immunological parameters of broiler chickens. Immunization of chickens dry live virus vaccine against a strain of IBD "Vinterfild 2512" on the background of chronic combined mycotoxicosis has no significant effect on non-specific immune reactivity and strength of specific post-vaccination immunity.

Table 1. The effect of TERRARICH-ANTITOX in protecting  
chicken blood parameters

|                                                   | Leukocytes,10 <sup>9</sup> /l                                                                                        | Thrombocytes,10 <sup>9</sup> /l                                                                                       | Erythrocytes,10 <sup>12</sup> /l                                                                                    | Hemoglobin, g/l                                                                                                      |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| The values after (7) days after first IBD vaccine |                                                                                                                      |                                                                                                                       |                                                                                                                     |                                                                                                                      |
| Group 1                                           | 24,50±2,25<br>P <sub>1-2</sub> >0,05<br>P <sub>1-3</sub> >0,05<br>P <sub>1-4</sub> >0,05<br>P <sub>1-5</sub> >0,05   | 57,00±10,11<br>P <sub>1-2</sub> >0,05<br>P <sub>1-3</sub> >0,05<br>P <sub>1-4</sub> >0,05<br>P <sub>1-5</sub> >0,05   | 3,05±0,46<br>P <sub>1-2</sub> >0,05<br>P <sub>1-3</sub> >0,05<br>P <sub>1-4</sub> >0,05<br>P <sub>1-5</sub> >0,05   | 75,71 ± 2,26<br>P <sub>1-2</sub> >0,05<br>P <sub>1-3</sub> >0,05<br>P <sub>1-4</sub> >0,05<br>P <sub>1-5</sub> >0,05 |
| Group2                                            | 23,00±1,69<br>P <sub>2-3</sub> <0,05<br>P <sub>2-4</sub> >0,05<br>P <sub>2-5</sub> >0,05                             | 47,00±11,80<br>P <sub>2-3</sub> >0,05<br>P <sub>2-4</sub> >0,05<br>P <sub>2-5</sub> >0,05                             | 2,27±0,05<br>P <sub>2-3</sub> <0,05<br>P <sub>2-4</sub> <0,05<br>P <sub>2-5</sub> <0,05                             | 70,02 ± 3,01<br>P <sub>2-3</sub> >0,05<br>P <sub>2-4</sub> >0,05<br>P <sub>2-5</sub> >0,05                           |
| Group3                                            | 29,00±1,69<br>P <sub>3-4</sub> <0,01<br>P <sub>3-5</sub> >0,05                                                       | 50,50±7,30<br>P <sub>3-4</sub> >0,05<br>P <sub>3-5</sub> >0,05                                                        | 3,10±0,33<br>P <sub>3-4</sub> >0,05<br>P <sub>3-5</sub> >0,05                                                       | 70,04 ± 8,28<br>P <sub>3-4</sub> >0,05<br>P <sub>3-5</sub> >0,05                                                     |
| Group 4                                           | 21,00±1,12<br>P <sub>4-5</sub> >0,05                                                                                 | 54,50±14,61<br>P <sub>4-5</sub> >0,05                                                                                 | 2,86±0,14<br>P <sub>4-5</sub> >0,05                                                                                 | 74,04 ± 1,13<br>P <sub>4-5</sub> >0,05                                                                               |
| Group 5                                           | 25,50±2,25                                                                                                           | 59,00±12,92                                                                                                           | 3,66±0,53                                                                                                           | 76,06 ± 4,52                                                                                                         |
| The values after 7 days after second IBD vaccine  |                                                                                                                      |                                                                                                                       |                                                                                                                     |                                                                                                                      |
| Group 1                                           | 26,50 ± 1,12<br>P <sub>1-2</sub> >0,05<br>P <sub>1-3</sub> >0,05<br>P <sub>1-4</sub> >0,05<br>P <sub>1-5</sub> >0,05 | 58,00 ± 9,55<br>P <sub>1-2</sub> >0,05<br>P <sub>1-3</sub> >0,05<br>P <sub>1-4</sub> >0,05<br>P <sub>1-5</sub> >0,05  | 2,85 ± 0,13<br>P <sub>1-2</sub> >0,05<br>P <sub>1-3</sub> >0,05<br>P <sub>1-4</sub> >0,05<br>P <sub>1-5</sub> >0,05 | 75,51 ± 5,65<br>P <sub>1-2</sub> >0,05<br>P <sub>1-3</sub> >0,05<br>P <sub>1-4</sub> >0,05<br>P <sub>1-5</sub> >0,05 |
| Group 2                                           | 24,50 ± 2,25<br>P <sub>2-3</sub> >0,05<br>P <sub>2-4</sub> >0,05<br>P <sub>2-5</sub> >0,05                           | 47,00 ± 5,62<br>P <sub>2-3</sub> >0,05<br>P <sub>2-4</sub> >0,05<br>P <sub>2-5</sub> >0,05                            | 2,21 ± 0,11<br>P <sub>2-3</sub> >0,05<br>P <sub>2-4</sub> >0,05<br>P <sub>2-5</sub> >0,05                           | 68,01 ± 3,01<br>P <sub>2-3</sub> >0,05<br>P <sub>2-4</sub> >0,05<br>P <sub>2-5</sub> <0,05                           |
| Group 3                                           | 25,00 ± 3,93<br>P <sub>3-4</sub> >0,05<br>P <sub>3-5</sub> >0,05                                                     | 65,00 ± 6,74<br>P <sub>3-4</sub> >0,05<br>P <sub>3-5</sub> >0,05                                                      | 2,42 ± 0,11<br>P <sub>3-4</sub> >0,05<br>P <sub>3-5</sub> >0,05                                                     | 70,02 ± 1,88<br>P <sub>3-4</sub> >0,05<br>P <sub>3-5</sub> >0,05                                                     |
| Group 4                                           | 22,50 ± 0,56<br>P <sub>4-5</sub> <0,05                                                                               | 54,00 ± 6,74<br>P <sub>4-5</sub> >0,05                                                                                | 2,23 ± 0,30<br>P <sub>4-5</sub> >0,05                                                                               | 69,68 ± 2,26<br>P <sub>4-5</sub> >0,05                                                                               |
| Group 5                                           | 27,00 ± 1,69                                                                                                         | 46,50 ± 5,62                                                                                                          | 2,92 ± 0,16                                                                                                         | 80,74 ± 4,52                                                                                                         |
| The values after 14 days after second IBD vaccine |                                                                                                                      |                                                                                                                       |                                                                                                                     |                                                                                                                      |
| Group 1                                           | 30,00 ± 1,12<br>P <sub>1-2</sub> >0,05<br>P <sub>1-3</sub> >0,05<br>P <sub>1-4</sub> >0,05<br>P <sub>1-5</sub> >0,05 | 54,50 ± 14,61<br>P <sub>1-2</sub> >0,05<br>P <sub>1-3</sub> >0,05<br>P <sub>1-4</sub> >0,05<br>P <sub>1-5</sub> >0,05 | 2,74 ± 0,13<br>P <sub>1-2</sub> <0,05<br>P <sub>1-3</sub> >0,05<br>P <sub>1-4</sub> >0,05<br>P <sub>1-5</sub> >0,05 | 75,38 ± 5,65<br>P <sub>1-2</sub> <0,05<br>P <sub>1-3</sub> >0,05<br>P <sub>1-4</sub> >0,05<br>P <sub>1-5</sub> >0,05 |
| Group 2                                           | 27,50 ± 1,69<br>P <sub>2-3</sub> <0,05<br>P <sub>2-4</sub> >0,05<br>P <sub>2-5</sub> >0,05                           | 44,00 ± 4,49<br>P <sub>2-3</sub> >0,05<br>P <sub>2-4</sub> >0,05<br>P <sub>2-5</sub> >0,05                            | 2,21 ± 0,11<br>P <sub>2-3</sub> >0,05<br>P <sub>2-4</sub> >0,01<br>P <sub>2-5</sub> <0,01                           | 60,97 ± 1,13<br>P <sub>2-3</sub> <0,05<br>P <sub>2-4</sub> >0,05<br>P <sub>2-5</sub> <0,05                           |
| Group 3                                           | 34,50 ± 1,69<br>P <sub>3-4</sub> <0,01<br>P <sub>3-5</sub> >0,05                                                     | 49,50 ± 4,49<br>P <sub>3-4</sub> >0,05<br>P <sub>3-5</sub> >0,05                                                      | 2,45 ± 0,27<br>P <sub>3-4</sub> >0,05<br>P <sub>3-5</sub> >0,05                                                     | 68,68 ± 0,75<br>P <sub>3-4</sub> >0,05<br>P <sub>3-5</sub> <0,05                                                     |
| Group 4                                           | 26,00 ± 1,12<br>P <sub>4-5</sub> >0,05                                                                               | 52,00 ± 6,74<br>P <sub>4-5</sub> >0,05                                                                                | 2,37 ± 0,16<br>P <sub>4-5</sub> <0,05                                                                               | 66,00 ± 2,63<br>P <sub>4-5</sub> <0,05                                                                               |
| Group 5                                           | 31,00 ± 4,49                                                                                                         | 62,50 ± 8,99                                                                                                          | 2,88 ± 0,10                                                                                                         | 80,40 ± 4,52                                                                                                         |

Table 2. The effect of TERRARICH-ANTITOX in protecting chicken immunological parameters

|                                                   | LASB, %                                                                                                             | BASB, %                                                                                                              | Titer of antibodies against IBDV                                                                                         |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| The values after 7 days after first IBD vaccine   |                                                                                                                     |                                                                                                                      |                                                                                                                          |
| Group 1                                           | 5,25 ± 1,97<br>P <sub>1-2</sub> >0,05<br>P <sub>1-3</sub> >0,05<br>P <sub>1-4</sub> >0,05<br>P <sub>1-5</sub> >0,05 | 29,74 ± 6,17<br>P <sub>1-2</sub> >0,05<br>P <sub>1-3</sub> >0,05<br>P <sub>1-4</sub> >0,05<br>P <sub>1-5</sub> >0,05 | 198,25±32,02<br>P <sub>1-2</sub> >0,05<br>P <sub>1-3</sub> >0,05<br>P <sub>1-4</sub> >0,05<br>P <sub>1-5</sub> >0,05     |
| Group2                                            | 6,25 ± 1,40<br>P <sub>2-3</sub> >0,05<br>P <sub>2-4</sub> >0,05<br>P <sub>2-5</sub> >0,05                           | 33,64 ± 7,58<br>P <sub>2-3</sub> >0,05<br>P <sub>2-4</sub> >0,05<br>P <sub>2-5</sub> >0,05                           | 201,25±40,73<br>P <sub>2-3</sub> >0,05<br>P <sub>2-4</sub> >0,05<br>P <sub>2-5</sub> >0,05                               |
| Group3                                            | 7,50 ± 0,84<br>P <sub>3-4</sub> >0,05<br>P <sub>3-5</sub> >0,05                                                     | 34,27 ± 8,43<br>P <sub>3-4</sub> >0,05<br>P <sub>3-5</sub> >0,05                                                     | 183,75±49,74<br>P <sub>3-4</sub> >0,05<br>P <sub>3-5</sub> >0,05                                                         |
| Group 4                                           | 6,75 ± 1,69<br>P <sub>4-5</sub> >0,05                                                                               | 28,21 ± 6,55<br>P <sub>4-5</sub> >0,05                                                                               | 223,75±80,06<br>P <sub>4-5</sub> >0,05                                                                                   |
| Group 5                                           | 6,75 ± 1,40                                                                                                         | 32,52 ± 8,33                                                                                                         | 160,00±37,64                                                                                                             |
| The values after 7 days after second IBD vaccine  |                                                                                                                     |                                                                                                                      |                                                                                                                          |
| Group 1                                           | 5,50 ± 0,84<br>P <sub>1-2</sub> >0,05<br>P <sub>1-3</sub> >0,05<br>P <sub>1-4</sub> >0,05<br>P <sub>1-5</sub> >0,05 | 33,92 ± 7,43<br>P <sub>1-2</sub> >0,05<br>P <sub>1-3</sub> >0,05<br>P <sub>1-4</sub> >0,05<br>P <sub>1-5</sub> >0,05 | 5966,25±1407,31<br>P <sub>1-2</sub> >0,05<br>P <sub>1-3</sub> >0,05<br>P <sub>1-4</sub> <0,01<br>P <sub>1-5</sub> <0,01  |
| Group 2                                           | 4,00 ± 0,56<br>P <sub>2-3</sub> >0,05<br>P <sub>2-4</sub> >0,05<br>P <sub>2-5</sub> >0,05                           | 31,74 ± 9,96<br>P <sub>2-3</sub> >0,05<br>P <sub>2-4</sub> >0,05<br>P <sub>2-5</sub> >0,05                           | 4480,25±1781,19<br>P <sub>2-3</sub> >0,05<br>P <sub>2-4</sub> <0,05<br>P <sub>2-5</sub> <0,05                            |
| Group 3                                           | 5,25 ± 0,56<br>P <sub>3-4</sub> >0,05<br>P <sub>3-5</sub> >0,05                                                     | 28,99 ± 8,55<br>P <sub>3-4</sub> >0,05<br>P <sub>3-5</sub> >0,05                                                     | 5580,50±1391,30<br>P <sub>3-4</sub> <0,01<br>P <sub>3-5</sub> <0,01                                                      |
| Group 4                                           | 6,00 ± 1,12<br>P <sub>4-5</sub> >0,05                                                                               | 32,73 ± 8,24<br>P <sub>4-5</sub> >0,05                                                                               | 234,50±17,17<br>P <sub>4-5</sub> >0,05                                                                                   |
| Group 5                                           | 6,75 ± 0,84                                                                                                         | 30,36 ± 5,90                                                                                                         | 247,25±78,09                                                                                                             |
| The values after 14 days after second IBD vaccine |                                                                                                                     |                                                                                                                      |                                                                                                                          |
| Group 1                                           | 7,00 ± 1,12<br>P <sub>1-2</sub> >0,05<br>P <sub>1-3</sub> >0,05<br>P <sub>1-4</sub> >0,05<br>P <sub>1-5</sub> >0,05 | 26,91 ± 4,78<br>P <sub>1-2</sub> >0,05<br>P <sub>1-3</sub> >0,05<br>P <sub>1-4</sub> >0,05<br>P <sub>1-5</sub> >0,05 | 6628,50±558,71<br>P <sub>1-2</sub> >0,05<br>P <sub>1-3</sub> >0,05<br>P <sub>1-4</sub> <0,001<br>P <sub>1-5</sub> <0,001 |
| Group2                                            | 9,25 ± 2,25<br>P <sub>2-3</sub> >0,05<br>P <sub>2-4</sub> >0,05<br>P <sub>2-5</sub> >0,05                           | 29,32 ± 5,83<br>P <sub>2-3</sub> >0,05<br>P <sub>2-4</sub> >0,05<br>P <sub>2-5</sub> >0,05                           | 4646,00±1342,14<br>P <sub>2-3</sub> >0,05<br>P <sub>2-4</sub> <0,05<br>P <sub>2-5</sub> <0,05                            |
| Group3                                            | 7,75 ± 1,12<br>P <sub>3-4</sub> >0,05<br>P <sub>3-5</sub> >0,05                                                     | 23,47 ± 3,18<br>P <sub>3-4</sub> >0,05<br>P <sub>3-5</sub> >0,05                                                     | 5613,75±1252,53<br>P <sub>3-4</sub> <0,01<br>P <sub>3-5</sub> <0,01                                                      |
| Group 4                                           | 9,75 ± 1,69<br>P <sub>4-5</sub> >0,05                                                                               | 25,37 ± 4,63<br>P <sub>4-5</sub> >0,05                                                                               | 188,25±37,64<br>P <sub>4-5</sub> >0,05                                                                                   |
| Group 5                                           | 8,75 ± 1,97                                                                                                         | 29,66 ± 5,52                                                                                                         | 160,50±45,79                                                                                                             |

---

### References

---

1. Avantaggiato, G. Evaluation of the intestinal absorption of deoxynivalenol and nivalenol by an *in vitro* gastrointestinal model. and the binding efficacy of activated carbon and other adsorbent materials / G. Avantaggiato, R. Havenaar, A. Visconti // Food and Chem. Toxicol. – 2004. – Vol. 42, № 5. – P. 817–824.
2. Dietary strategies to counteract the effects of mycotoxins: A review / F. Galvano [et al.] // J. Food Prot. – 2001. – Vol. 64, № 1. – P. 120–131.
3. Effect of dietary zearalenone on growing broiler chicks / M. Chi [et al.] // Poult. Sci. – 1980. – Vol. 59. – P. 531–536.
4. Effects of feeding deoxynivalenol [vomitoxin] contaminated wheat to growing chicks / L. F. Kubena [et al.] // Poult. Sci. – 1985. – Vol. 64, № 9. – P. 1649–1655.
5. Fink-Gremmels, J. Mycotoxins: Their implications for human and animal health / J. Fink-Gremmels // Vet. Quart. – 1999. – Vol. 21. – P. 115–120.
6. *In vitro* binding of zearalenone to different adsorbents / D.J. Bueno [et al.] // J. Food Prot. – 2005. – Vol. 68, № 3. – P. 613–615.
7. Karlovsky, P. Biological detoxification of fungal toxins and its use in plant breeding, feed and food production / P. Karlovsky // Nat. Toxins. – 1999. – Vol. 7, № 1. – P. 1–23.
8. Lacey, J. Natural occurrence of mycotoxins in growing and conserved forage crops / J. Lacey // Mycotoxins and Animal Foods / eds.: J.E. Smith, R.E. Henderson. – Boca Raton, FL : CRC Press 1991. – P. 363–397.
9. Lanza, G. M. Strain variation in hematological response of broilers to dietary aflatoxin / G. M. Lanza, K. W. Washburn, R. D. Wyat // Poult. Sci. – 1980. – Vol. 59, № 12. – P. 2686–2691.
10. Pathological changes in broiler chicken exposed to sublethal doses of aflatoxin in broiler chicken / A.J. George [et al.] // Compendium of invited papers and abstracts and souvenir : XIII Indian Association of Veterinary Pathologist Conference, 27-29 December 2006, Chennai. – P. 118–123.
11. Raju, M.V.L. Esterified glucomannan in broiler chicken diets contaminated with aflatoxin, ochratoxin and T-2 toxin: Evaluation of its binding ability [*in vitro*] and efficacy as immunomodulator / M.V.L. Raju, G. Devegowda // Asian-Aust. J. Anim. Sci. – Vol. 15, № 7. – P. 1051–1056.
12. Ramos, A.J. Prevention of toxic effects of mycotoxins by means of nonnutritive adsorbent compounds / A.J. Ramos, J. Fink-Gremmels, E. Hernandez // J. Food Prot. – 1996. – Vol. 59. – P. 631–641.
13. Removal of common Fusarium toxins *in vitro* by strains of Lactobacillus and Propionibacterium / H.S. El-Nezami [et al.] // Food Addit. Contam. – 2002. – Vol. 19. – P. 680–686.
14. Studies on phagocytic activity and hematological changes in aflatoxicosis in poultry / S. M. Mohiuddin [et al.] // Indian Vet. J. – 1986. – Vol. 63. – P. 442–445.



15. Toxic synergism between aflatoxin and T-2 toxin in broiler chickens / W.E. Huff [et al.] // Poult. Sci. – 1988. – Vol. 67, № 10. – P. 1418–1423.

16. Whitlow, L.W. Mycotoxin occurrence in farmer submitted samples of North Carolina feedstuffs: 1989–1997 / L.W. Whitlow, W.M. Hagler, B.A. Hopkins // J. Dairy Sci. – 1998. – Vol. 81[Abstr.]. – P. 1189.

17. Болотников, И.А. Гематология птиц / И. А. Болотников. Ю. В. Соловьев. – Ленинград : Наука, 1980. – 115 с.

18. Диагностика и патоморфологические изменения в крови и органах иммунной системы птиц при инфекционной анемии: рекомендации / И. Н. Громов [и др.]; Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Витебск : Копицентр-АС-принт, 2013. – 58 с.

19. Смирнова, О. В. Определение бактерицидной активности сыворотки крови методом нефелометрии / О. В. Смирнова. Т. А. Кузьмина // ЖМЭИ. – 1966. – № 4. – С. 28–29.

20. Способы определения естественной резистентности организма животных / В. Ф. Матусевич [и др.] // Естественная резистентность сельскохозяйственных животных: сборник научных трудов / Целиноградский СХИ. – Целиноград, 1971. – Т. 8, вып. 10. – С. 8–19.

УДК 619:615.28.576.89:636.5

**В. Ф. Галат**

д. вет. н.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

**Ю. Ю. Довгій**

д. вет. н.

**М. Ю. Довгій**

аспірант

Житомирський національний агроекологічний університет

## ПОШИРЕННЯ КИШКОВИХ ПАРАЗИТОЗІВ У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПТАХІВ У ГОСПОДАРСТВАХ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ

*В результаті проведених досліджень встановлено, що у центральному районі Житомирщини найбільш поширеними інвазіями кишкового каналу у курей є нематодози (аскаридіоз, гетеракоз) та протозоози (еймеріоз). Інвазії змішані, так як спричинювалися переважно двома видами нематод з найпростішими. Інтенсивність інвазії мала сезонний характер. Аскаридіозно-гетеракозна інвазія склала 57,3 %, а аскаридіозно-гетеракозно-еймеріозна інвазія – 32,7 %. Найвищий показник ЕІ реєстрували восени – 33,0 %, взимку – 28,5 %. Пік еймеріозної інвазії спостерігали навесні, що склала 19,7 %, порівняно з літнім та осіннім періодами.*

**Ключові слова:** еймеріоз, аскаридіоз, гетеракоз, інвазія, найпростіші.

1. ч. 2, т. 1. – С. 171–174.

© В. Ф. Галат, Ю. Ю. Довгій, М. Ю. Довгій

15. Toxic synergism between aflatoxin and T-2 toxin in broiler chickens / W.E. Huff [et al.] // Poult. Sci. – 1988. – Vol. 67, № 10. – P. 1418–1423.

16. Whitlow, L.W. Mycotoxin occurrence in farmer submitted samples of North Carolina feedstuffs: 1989–1997 / L.W. Whitlow, W.M. Hagler, B.A. Hopkins // J. Dairy Sci. – 1998. – Vol. 81[Abstr.]. – P. 1189.

17. Болотников, И.А. Гематология птиц / И. А. Болотников. Ю. В. Соловьев. – Ленинград : Наука, 1980. – 115 с.

18. Диагностика и патоморфологические изменения в крови и органах иммунной системы птиц при инфекционной анемии: рекомендации / И. Н. Громов [и др.]; Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Витебск : Копицентр-АС-принт, 2013. – 58 с.

19. Смирнова, О. В. Определение бактерицидной активности сыворотки крови методом нефелометрии / О. В. Смирнова. Т. А. Кузьмина // ЖМЭИ. – 1966. – № 4. – С. 28–29.

20. Способы определения естественной резистентности организма животных / В. Ф. Матусевич [и др.] // Естественная резистентность сельскохозяйственных животных: сборник научных трудов / Целиноградский СХИ. – Целиноград, 1971. – Т. 8, вып. 10. – С. 8–19.

УДК 619:615.28.576.89:636.5

**В. Ф. Галат**

д. вет. н.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

**Ю. Ю. Довгій**

д. вет. н.

**М. Ю. Довгій**

аспірант

Житомирський національний агроєкологічний університет

## ПОШИРЕННЯ КИШКОВИХ ПАРАЗИТОЗІВ У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПТАХІВ У ГОСПОДАРСТВАХ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ

*В результаті проведених досліджень встановлено, що у центральному районі Житомирщини найбільш поширеними інвазіями кишкового каналу у курей є нематодози (аскаридіоз, гетеракоз) та протозоози (еймеріоз). Інвазії змішані, так як спричинювалися переважно двома видами нематод з найпростішими. Інтенсивність інвазії мала сезонний характер. Аскаридіозно-гетеракозна інвазія склала 57,3 %, а аскаридіозно-гетеракозно-еймеріозна інвазія – 32,7 %. Найвищий показник ЕІ реєстрували восени – 33,0 %, взимку – 28,5 %. Пік еймеріозної інвазії спостерігали навесні, що склала 19,7 %, порівняно з літнім та осіннім періодами.*

**Ключові слова:** еймеріоз, аскаридіоз, гетеракоз, інвазія, найпростіші.

© В. Ф. Галат, Ю. Ю. Довгій, М. Ю. Довгій

## Постановка проблеми

Птахівництво є найбільш технологічно розвинутою галуззю сільського господарства, здатною забезпечувати населення високоякісними дієтичними продуктами харчування та нарощувати темпи виробництва, що дасть змогу зміцнити продовольчу безпеку держави.

Завдяки високій якості продукції птахівництва та високій окупності, ця галузь в усіх країнах посідає пріоритетне місце серед галузей тваринництва, що підтверджується загальними цифрами перспективного розвитку галузі.

Найбільш поширеними ендопаразитарними хворобами сільськогосподарської птиці є гельмінтози та еймеріози. Кишкові інвазії завдають птахівництву значної шкоди: птиця відстає у рості і розвитку, зростають витрати кормів на одиницю продукції.

Гельмінти та еймерії, паразитуючи в організмі сільськогосподарських птахів, зумовлюють виникнення гіповітамінозів, ослаблюють загальну резистентність організму, сприяють проникненню в організм і тканини збудників вторинних інфекційних захворювань.

У птиці, перехворілої на паразитози, несучість починається на 30–60 діб пізніше, інтенсивність її в 1,5–2,0 рази нижча порівняно з аналогічними показниками здорової птиці [1, 2].

Таким чином, всебічне дослідження особливостей поширення паразитозів птахів у певних місцевостях має визначну роль для подальшої розробки схем оздоровлення поголів'я.

## Аналіз останніх досліджень і публікацій

Аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких, за повідомленнями окремих вчених, паразитарні захворювання посідають третє місце у світі з поміж хвороб птахів [3].

Висока стійкість екзогенних форм збудників (яйця та личинки гельмінтів, ооцисти та цисти найпростіших) до впливу факторів зовнішнього середовища (перепади температур, висушування) і збереження при цьому впродовж тривалого часу здатності доходити до інвазійної стадії та заражати птицю, визначає прогнозовану тривалість спалахів інвазії [4].

Джерело інвазії – хворі або перехворілі птахи, дорослі кури-паразитоносії, а також вигульні дворики і пасовища. Зараження відбувається елементарно, шляхом потрапляння інвазійних яєць або спорист в організм птиці з кормом та водою, а також через забруднені годівниці, підстилку, ґрунт. Ооцисти еймерій та яйця гельмінтів можуть заноситися в пташники людьми з взуттям, ящиками, лопатами, скребками та іншими предметами.

Більшість авторів стверджують, що успішна боротьба з паразитарними хворобами сільськогосподарської птиці, можливе лише за умов проведення комплексних заходів.

Важливим є і залишається застосування високоефективних, малотоксичних, дешевих, зручних, при введенні, з широким спектром дії при вдалій комбінації лікувальних засобів [5].

Проте, більшість із них у терапевтичних дозах також, як і паразити, є імунодепресантами та мають на організм птахів токсичний вплив [6].

Разом з тим, у птахівництві існує проблема оцінки ефективності комбінації хіміотерапії та імунокорекції [7].

Однак цілий ряд важливих питань з цією проблемою вимагає поглибленого вивчення поширення кишкових інвазій у птиці в Житомирській області.

### **Мета, завдання та методика досліджень**

Мета досліджень: встановити поширення кишкових паразитозів у сільськогосподарських птахів у господарствах приватного сектора Житомирської області.

Завданням було з'ясувати поширення основних інвазійних хвороб кишкового каналу у птиці в особистих присадибних господарствах і птахогосподарствах Житомирського району Житомирської області.

Об'єктом досліджень була птиця, хвора на інвазії кишкового каналу.

Дослідження проводили упродовж 2014–2015 років у лабораторії кафедри паразитології, ветеринарно-санітарної експертизи та зоогігієни Житомирського національного агроекологічного університету.

Вивчення епізоотологічної ситуації з інвазійних хвороб шлунково-кишкового тракту курей проводили в господарствах різних форм власності Житомирського району Житомирської області.

Відомості про поголів'я птиці, спеціалізацію і технологію виробництва, паразитологічну ситуацію отримували та аналізували із матеріалів звітності регіональної державної лабораторії ветеринарної медицини та безпосередньо від власників різних форм господарств.

При епізоотичному обстеженні курей основним показником був ступінь ураженості стада гельмінтами та найпростішими (екстенсивність інвазії, EI).

Фекалії відбирали з підлоги безпосередньо після дефекації або індивідуально з клоаки і досліджували за методом Фюллеборна. Визначення яєць гельмінтів до відповідного виду проводили під мікроскопом при малому збільшенні (\*80) та за допомогою атласу диференційної діагностики гельмінтозів (А. А. Черепанова та ін., 2001, І. С. Дахно та ін., 2001).

Інтенсивність гельмінтозної інвазії визначали шляхом підрахунку гельмінтів у одному грамі фекалій. Належність видів еймерій встановлювали за таблицею L. P. Pelleroly (1965) та визначником Є. М. Хейсіна (1967) з урахуванням форми, кольору, довжини та ширини ооцист, наявності чи відсутності в ооцисті мікропеле, полярної гранули, остаточного тіла в ооцисті і спороцисті.

З метою визначення джерел зараження і шляхи розповсюдження гельмінтозів у курей у приміщеннях, де утримували птицю, відбирали зскрібки з підлоги, стін, годівниць, напувалок, ємності з мінеральними добавками (річний пісок, ракушняк), які знаходилися на відстані 15–20 м від пташника та досліджували на наявність яєць гельмінтів за методом А. І. Корчагіна (1996).

### Результати досліджень

За результатами моніторингу епізоотологічної ситуації паразитологічно досліджено 33 присадибних господарства Житомирського району Житомирської області.

Всього піддано дослідженню 986 курей віком від 4-х місяців до 2-х років. Встановлено наявність гельмінтозів (аскаридіоз, гетеракоз) та протозоозів (еймеріоз).

Встановлена така максимальна ураженість птиці: аскаридіями (53 %), гетеракісами (5 %), еймеріями (42 %). Виявлено такі збудники кишкових інвазій у курей – яйця гельмінтів *Ascaridia galli* та *Heterakis gallinarum*, ооцисти еймерій (*Eimeria magna*, *E. acervuline*, *E. tenella*, *E. necatrix*).

Визначено, що екстенсивність моно- та змішаних інвазій була не однаковою і залежала від пори року. Моноінвазія у курей, яких піддано дослідженню, склала всього у 98 голів (10,1 %), а змішана інвазія – 906 голів (89,9 %).

Найбільший відсоток становлять змішані інвазії. Середня екстенсивність аскаридіозно-гетеракозної інвазії становила 67,3 %, а аскаридіозно-гетеракозно-еймеріозної інвазії – 32,7 %, яка упродовж календарного року мала незначні коливання. Найвищий показник реєстрували восени – 33,0 %, взимку – 28,5 %, і навесні – 21,2 %.

Найвища екстенсивність інвазії еймерій відмічалася навесні і склала 19,7 %, влітку відбулося зниження цього показника до 10,1 %, після чого восени він знову дещо підвищувався до 11,4 %.

Ймовірно, підвищенню екстенсивності еймеріозної інвазії курей навесні і восени сприяли природнокліматичні особливості регіону, особливо у весняний період, коли відбувається поповнення стада молодняком.

У той же час, дослідженнями з'ясовано, що певного звільнення кишкового каналу курей від аскаридіозно-гетеракозно-еймеріозної інвазії не відбувається і тому птиця залишається інвазійною впродовж року.

Отже, найбільш розповсюдженими є змішані інвазії кишкового каналу курей.

Встановлено, що екстенсивність інвазії залежала від віку курей. Екстенсивність аскаридіозної інвазії курей у 46–60 добовому віці склала 14,7 %, у 120–160 добовому віці – 27,6 % за інтенсивності інвазії 15–18 яєць у грамі фекалій.

Екстенсивність гетеракозної інвазії у 46–60 добовому віці склала 3,1 %, серед птахів 120–160 добового віку – 13,6 % (за інтенсивності інвазії 5–7 яєць у грамі фекалій). Відповідно еймеріозна інвазія проявлялась із екстенсивністю 14,3 % і 27,4 %, при інтенсивності інвазії 850–960 ооцист у полі зору мікроскопа.

При дослідженні обладнання для догляду за птахами, найбільшу кількість життєздатних яєць *Ascaridia galli* та *Heterakis gallinarum* була встановлена у вологих місцях, особливо поблизу напувалок.

### Висновки та перспективи подальших досліджень

1. Найбільш поширеними інвазіями кишкового каналу у курей у Житомирському районі Житомирської області є нематодози (аскаридіоз, гетеракоз) та протозоози (еймеріоз). Інвазії змішані, так як спричинювалися переважно два види нематод з найпростішими.

2. Інтенсивність інвазії гельмінтів та еймерій у курей мала сезонний характер. Аскаридіозно-гетеракозна інвазія склала 57,3 %, а аскаридіозно-гетеракозно-еймеріозна інвазія – 32,7 %. Найвищий показник екстенсивності інвазії реєстрували восени – 33,0 %, взимку – 28,5%. Пік еймеріозної інвазії, у порівнянні з літнім та осіннім сезоном, спостерігали навесні, екстенсивність інвазії в цей період склала 19,7 %.

Подальші дослідження будуть заключатися у визначенні морфологічних та біохімічних показників крові курей до та після лікування.

Для лікування птахів, хворих на асоціативні паразитози, заплановано застосовувати як засоби етіотропної терапії (антигельмінтики та еймеріостатики), так і додаткові лікарські речовини (гепатопротектори, імуностимулятори тощо).

У подальшому також заплановано вивчити вплив дезінвазійних розчинів на яйця та ооцисти збудників асоціативних паразитозів птахів у зовнішньому середовищі.

### Література

1. Коваленко І. І. Моніторинг гельмінтозів водоплавної птиці в господарствах степової зони України та лікувально-профілактичні заходи / І. І. Коваленко, Т. В. Маршалкіна, Г. В. Заїкіна // Вет. медицина України. – 2008. – № 1. – С. 27–29.
2. Моніторинг гельмінтозів свійської птиці в господарствах Дніпропетровської та Запорізької областей і заходи профілактики / С. В. Павленко, І. І. Коваленко, Т. В. Маршалкіна, Г. В. Заїкіна // Вет. медицина. – 2008. – Вип. 91. – С. 352–354.
3. Еймеріоз свійської птиці у господарствах центральних областей України, заходи боротьби і профілактики / Л. С. Короленко, В. А. Веселий, І. І. Коваленко [та ін.] // Вет. медицина України. – 2012. – № 4. – С. 21–22.

4. Богач М. В. Інвазійні хвороби свійської птиці / М. В. Богач, А. В. Березовський, І. Л. Тараненко. – К. : Ветінформ, 2007. – 224 с.

5. Богач М. В. Епізоотологічний моніторинг гельмінтозів курей та індиків приватних господарств Одещини / М. В. Богач, І. Л. Тараненко // Вісн. Держ. агрокол. ун-ту. – 2003. – № 1. – С. 181–184.

6. Богач М. В. Залежність показника екстенсивності інвазійних захворювань кишкового каналу індиків від віку птиці / М. В. Богач // Вет. медицина. – 2004. – Вип. 84. – С. 104–106.

7. Муляк С. В. Паразитоценоз в промисловому птицеводстві на фоні циркуляції токсиногенних факторів / С. В. Муляк, М. В. Богач // Зб. наук. пр. Луганського НАУ. – 2003. – № 31/43. – С. 382–385.

УДК 619:616:636.7

І. Ю. Горальська

к. вет. н.

І. А. Волківський

аспірант

### ВПЛИВ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ЗГОДОВУВАННЯ ХЛОРИДУ ХРОМУ КРОЛЯМ НА ЇХ ГЕМАТОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ

*У роботі викладені результати досліджень за експериментального згодовування хлориду хрому кролям та їх вплив на гематологічні показники. Встановлено, що додавання до основного раціону дослідних кролів преміксу з хлоридом хрому в дозі 0,4 та 0,8 мг/кг комбікорму позитивно впливає на функціональний стан організму кролів, але дозування цієї добавки 1,2 мг/кг комбікорму знижує рівень гемоглобіну крові, викликає лейкоцитоз, напруженість стану імунної системи, порушення цілісності клітин жовчних шляхів та печінкових клітин із вивільненням в русло крові ферментів АсАТ, ГГТП та зростанням рівня загального білірубину.*

**Ключові слова:** кролі, гематологічні показники, хлорид хрому, комбікорм

#### Постановка проблеми

Хутрові звірі, до групи яких відносяться і кролі, травоядні гризуни наразі є цікавим та дохідним об'єктом господарювання. Кролівництво, яке до деякого часу було занедбаним в Україні, щораз більше зацікавлює виробників дієтичного та цінного м'яса. Швидкому відтворенню та подальшому розвитку галузі сприяють виняткові біологічні та господарсько-корисні особливості кролів, серед яких найціннішими є висока плідність, скоростиглість, затрати кормів, невибагливість до умов утримування, доступність догляду для широких верств населення [1].

Для досягнення високої продуктивності кролів враховують кількість основних поживних речовин, рівень мікроелементів у кормах, джерела їх

3. Богач М. В. Інвазійні хвороби свійської птиці / М. В. Богач, А. В. Березовський, І. Л. Тараненко. – К. : Ветінформ, 2007. – 224 с.

4. Богач М. В. Епізоотологічний моніторинг гельмінтозів курей та індиків приватних господарств Одещини / М. В. Богач, І. Л. Тараненко // Вісн. Держ. агрокол. ун-ту. – 2003. – № 1. – С. 181–184.

5. Богач М. В. Залежність показника екстенсивності інвазійних захворювань кишкового каналу індиків від віку птиці / М. В. Богач // Вет. медицина. – 2004. – Вип. 84. – С. 104–106.

6. Муляк С. В. Паразитоценоз в промисловому птицеводстві на фоні циркуляції токсиногенних факторів / С. В. Муляк, М. В. Богач // Зб. наук. пр. Луганського НАУ. – 2003. – № 31/43. – С. 382–385.

УДК 619:616:636.7

І. Ю. Горальська

к. вет. н.

І. А. Волківський

аспірант

### ВПЛИВ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ЗГОДОВУВАННЯ ХЛОРИДУ ХРОМУ КРОЛЯМ НА ЇХ ГЕМАТОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ

*У роботі викладені результати досліджень за експериментального згодовування хлориду хрому кролям та їх вплив на гематологічні показники. Встановлено, що додавання до основного раціону дослідних кролів преміксу з хлоридом хрому в дозі 0,4 та 0,8 мг/кг комбікорму позитивно впливає на функціональний стан організму кролів, але дозування цієї добавки 1,2 мг/кг комбікорму знижує рівень гемоглобіну крові, викликає лейкоцитоз, напруженість стану імунної системи, порушення цілісності клітин жовчних шляхів та печінкових клітин із вивільненням в русло крові ферментів АсАТ, ГГТП та зростанням рівня загального білірубіну.*

**Ключові слова:** кролі, гематологічні показники, хлорид хрому, комбікорм

#### Постановка проблеми

Хутрові звірі, до групи яких відносяться і кролі, травоядні гризуни наразі є цікавим та дохідним об'єктом господарювання. Кролівництво, яке до деякого часу було занедбаним в Україні, щораз більше зацікавлює виробників дієтичного та цінного м'яса. Швидкому відтворенню та подальшому розвитку галузі сприяють виняткові біологічні та господарсько-корисні особливості кролів, серед яких найціннішими є висока плідність, скоростиглість, затрати кормів, невибагливість до умов утримування, доступність догляду для широких верств населення [1].

Для досягнення високої продуктивності кролів враховують кількість основних поживних речовин, рівень мікроелементів у кормах, джерела їх



надходження та ступінь засвоєння в організмі. Забезпечення тварин цими життєво необхідними речовинами достатньо сприяє максимальному прояву продуктивності при збереженні високої якості продукції.

Зі зростанням чисельності поголів'я кролів, зростає увага й до суттєвого фактора, що стримує ріст об'ємів виробництва дієтичної продукції та її рентабельності – це макро- та мікроелементози. Широке їх розповсюдження на рубежі XX–XI століття спричинило до необхідності масштабних наукових досліджень цієї проблеми [1, 2, 3, 4].

## Аналіз останніх досліджень і публікацій

Мікроелементи є найважливішими каталізаторами обмінних процесів і відіграють важливу роль в адаптації організму в нормі і в умовах патології. Використання мікроелементів як добавок до раціонів тварин покращує засвоєння кормів в їхньому організмі, що супроводжується інтенсивністю метаболічних процесів, підвищенням продуктивності та біологічної цінності продукції [3]. Важливе значення у збільшенні біологічної доступності кормів належить есенціальним (життєво необхідним) елементам, з яких у кролів важливими є хром [3, 9].

Наразі з'ясовано, що хром бере участь у регуляції метаболізму глюкози, посилює дію інсуліну [5]. Це зумовлено тим, що хром у складі хромодуліну підвищує спорідненість рецепторів інсуліну до гормону і посилює його дію [5, 6]. Інсулін підвищує проникність мембран клітин для глюкози і посилює її метаболізм. Як відомо, підвищений рівень глюкози у крові призводить до збільшення продукції активних форм кисню, що утворюються при багатьох реакціях у мітохондріях, проявляючи деструктивний вплив на мембрани клітин [5]. Доведено, що хром впливає на функціональну активність імунної системи організму тварин тощо [5, 7, 9].

Встановлено, що в різних біогеохімічних зонах України вміст валових форм Хрому в ґрунтах коливається від 18 мг/кг на окремих ділянках Полісся до 282 мг/кг ґрунту – у ґрунтах Закарпаття [4].

У рослинах вміст хрому може досягати 20 мг %, причому основна частка його затримується в коренях і слабо транспортується в наземну частину рослини. Тому рослини недостатньо забезпечують потреби тварин у цьому мікроелементі. В організм сполуки хрому потрапляють із кормом, водою і повітрям [4].

Однак, результати досліджень є неоднозначними, оскільки ефекти застосування добавок залежать як від кількості мікроелемента, так і від форми його застосування [3, 8, 9].

Разом із тим, дослідження біологічної та метаболічної дії хрому в організмі кролів залишаються нечисленними, а отримані результати неоднозначними. Донині немає даних щодо впливу Хрому на зміни функціонального стану органів і систем молодняку м'ясних порід кролів.

Тому, з'ясування цієї проблеми з проведенням таких досліджень на кролях є актуальними питаннями ветеринарної медицини.

### **Мета, завдання та методика досліджень**

Дослідження проводилися в умовах експериментальної бази проблемної науково-дослідної лабораторії кормових добавок кафедри годівлі тварин та технології кормів ім. П. Д. Пшеничного Національного університету біоресурсів і природокористування України та на базі кафедр анатомії та гістології, внутрішніх хвороб тварин та фізіології та клініко-діагностичної лабораторії Житомирського національного агроекологічного університету.

Матеріалом для науково-господарських дослідів були кролі гібриду NYPLUS французької селекції.

Для проведення експериментальних досліджень були сформовані чотири групи тварин: перша – контрольна, клінічно здорові кролі, основний раціон яких був із природним вмістом Хрому – 1,2 мг/кг комбікорму; друга група – дослідна, до основного раціону додавали премікс з 0,4 мг Хромхлориду шестиводневого ( $\text{CrCl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ ) (ГОСТ 4473-78) на 1 кг комбікорму; третя 0,8 мг/кг та четверта 1,2 мг/кг комбікорму  $\text{CrCl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ .

У 84-добовому віці досліджували морфологічні і біохімічні показники крові тварин.

Стан гемопоєзу оцінювали за загальною кількістю еритроцитів, лейкоцитів (пробірковим методом) – у камері з сіткою Горяєва; вміст гемоглобіну в крові визначали геміглобінціанідним методом.

Дослідження функціонального стану печінки проводили за показниками білкового, вуглеводного, пігментного і ліпідного обмінів та активності індикаторних ферментів. Білоксинтезувальну функцію печінки визначали за рівнем у сироватці крові загального білка (рефрактометрично), його фракцій (нефелометрично); пігментну – за вмістом загального білірубину методом Ієндрашека і Грофа; сечовиноутворювальну – за рівнем сечовини (колірною реакцією з діацетилмонооксимом); вуглеводну – за вмістом у сироватці крові глюкози (глюкозооксидазним методом); ліпідну – за рівнем холестеролу (за Ільком). Стан гепатоцитів оцінювали за активністю індикаторних для печінки ферментів у сироватці крові: аланінової (АлАТ) та аспарагінової (АсАТ) амінотрансфераз (кінетичним методом Райтмана-Френкеля); гаммаглутамілтранспептидази (ГГТП) – кінетичною реакцією з  $\alpha$ - $\gamma$ -глутаміл-4-нітроаланіном; лужної фосфатази (ЛФ) – кінетичною реакцією за утворенням п-нітрофенолу.

Функціональний стан нирок вивчали за вмістом у сироватці крові сечовини (реакцією з діацетилмонооксимом) та креатиніну (колірною реакцією Яффе).

### **Результати досліджень**

Оскільки в літературних джерелах показники морфологічного і біохімічного складу крові кролів висвітлені недостатньо, тому метою досліджень було також

вивчити ці особливості в межах фізіологічної норми у клінічно здорових тварин.

При дослідженні крові кролів було встановлено, що зрілі еритроцити кролів великі за розмірами з незначною зоною просвітління в центрі. Їх кількість у клінічно здорових кролів у першій групі досліді у середньому становила  $5,6 \pm 0,26$  Т/л, при нормі від 4,5 до 7,5 Т/л [10], (табл. 1).

Згодовування преміксу з хлоридом хрому позитивно впливало на стан гемопоезу кролів. При цьому кількість еритроцитів зростала у другій групі незначно – до  $5,7 \pm 0,23$  Т/л (на 1,8 %), третій – достовірно на 10,7 % – до  $6,2 \pm 0,31$  ( $p < 0,01$ ) та четвертій – на 12,5 % до  $6,3 \pm 0,24$  ( $p < 0,01$ ).

Вміст гемоглобіну в крові тварин контрольної групи в середньому становив  $143,8 \pm 3,75$  г/л, що відповідає фізіологічним показникам – 100–160 г/л (табл. 1). При цьому вміст гемоглобіну у другій дослідній групі становив  $148,8 \pm 4,87$  г/л, третій – вірогідно зростав до  $156,0 \pm 4,50$  ( $p < 0,01$ ) та в четвертій мав тенденцію до зростання – до  $147,7 \pm 5,46$  г/л, але був нижчим на 5,3 % за показник третьої групи. Цей факт вказує на те, що додавання в раціон дослідних кролів 1,2 мг/кг комбікорму хлориду хрому негативно впливає на синтез гемоглобіну крові кролів, при цьому, не впливаючи на їх еритроцитопоез.

**Таблиця 1. Показники гемопоезу кролів за експериментального згодовування преміксу з хлоридом хрому ( $n=10$ ;  $M \pm m$ )**

| Показник                  | Перша – клінічно здорові кролі | Дослідні групи тварин |                       |                     |
|---------------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|
|                           |                                | друга                 | третя                 | четверта            |
| Еритроцити, Т/л           | $5,6 \pm 0,26$                 | $5,7 \pm 0,23$        | $6,2 \pm 0,31^{**}$   | $6,3 \pm 0,24^{**}$ |
| Гемоглобін, г/л           | $143,8 \pm 3,75$               | $148,8 \pm 4,87^*$    | $156,0 \pm 4,50^{**}$ | $147,7 \pm 5,46$    |
| Лейкоцити, Г/л            | $7,4 \pm 0,57$                 | $7,8 \pm 0,41$        | $8,4 \pm 0,75$        | $9,1 \pm 0,62$      |
| Лейкограма, % базофіли    | 0                              | 0                     | 0                     | 0                   |
| еозинофіли                | $1,6 \pm 0,24$                 | $1,5 \pm 0,15$        | $1,7 \pm 0,20$        | $1,5 \pm 0,41$      |
| нейтрофіли паличкоядерні  | $5,3 \pm 0,33$                 | $5,0 \pm 0,15$        | $5,1 \pm 0,38$        | $5,3 \pm 0,32$      |
| нейтрофіли сегментоядерні | $35,0 \pm 3,71$                | $32,3 \pm 2,33$       | $28,8 \pm 2,96$       | $26,1 \pm 2,50$     |
| лімфоцити                 | $55,8 \pm 3,12$                | $58,3 \pm 2,66$       | $60,7 \pm 3,07$       | $63,3 \pm 2,37$     |
| моноцити                  | $2,3 \pm 0,58$                 | $2,9 \pm 0,41$        | $3,7 \pm 0,48$        | $3,8 \pm 0,63$      |

Примітка: \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$  порівняно з показниками контрольної групи.

Дослідження показників лейкопоезу кролів вказувало на те, що кількість лейкоцитів крові у всіх тварин перебувала в межах фізіологічної норми – 6,5–9,5 Г/л, але вірогідне зростання цих значень спостерігалось у всіх дослідних групах – в середньому до  $7,8 \pm 0,41$  Г/л у другій групі, до  $8,4 \pm 0,75$  Г/л ( $p < 0,01$ ) – третій (табл. 1). Найвищим цей показник був у четвертій групі –  $9,1 \pm 0,62$  Г/л, при цьому у 15 % дослідних тварин був виявлений лейкоцитоз, що вказує на наявність

патологічного впливу згодовування високої дози хлориду хрому на організм кролів.

У кролів профіль лейкограми лімфоцитарний. Нейтрофіли кролів дуже своєрідні, вони мають набагато більшу зернистість, ніж у інших видів тварин, тому їх називають псевдоеозинофілами.

Характеристика лейкограми вказує на те, що під час проведення досліду кількість базофілів та еозинофілів перебували в межах норми, а це означає відсутність алергічних явищ або ураження тканин організму кролів.

Активация системи кровотворення в напрямку інтенсифікації процесів гемопоезу і резистентності, очевидно, є адаптаційними реакціями організму, що забезпечують реалізацію захисної функції крові і сприяють становленню імунного статусу тварин. Хром посилює цю здатність організму як один із мікроелементів, які стимулююче впливає на функціональну активність імунної системи та збільшує стійкість тварин до захворювань [5, 7].

Найбільшу напруженість стану імунної системи було встановлено у четвертій дослідній групі по найвищих показниках кількості лімфоцитів – до  $63,3 \pm 2,37$  %, за норми 43–62 % та моноцитів – до  $3,8 \pm 0,63$  % (табл. 1), незначне підвищення вище норми яких вказує про посилене їх продукування при фагоцитозі токсичних продуктів, що надходять з кормами. Це і підтверджує токсичний вплив високої дози хлориду хрому на червоний кістковий мозок кролів.

У клінічній практиці особливо важливе значення надається вивченню біохімічного складу крові, що відображає функціональний стан всього організму та дає можливість встановити кількісний вміст у ній продуктів азотистого обміну, ліпідного, пігментного, вуглеводного і мінерального тощо.

Білки плазми крові – це динамічна система, яка перебуває в рівновазі з білками тканин. Їх кількісний та якісний склад відображає стан білкового обміну в цілому організмі, координує, регулює та інтегрує більшість хімічних перетворень в організмі.

**Таблиця 2. Біохімічні показники крові кролів за експериментального згодовування преміксу з хлоридом хрому ( $n=10$ ;  $M \pm m$ )**

| Показник                      | Перша – клінічно здорові кролі | Дослідні групи тварин |                    |                      |
|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------|--------------------|----------------------|
|                               |                                | друга                 | третя              | четверта             |
| Загальний білок, г/л          | $61,2 \pm 0,91$                | $62,3 \pm 0,63^*$     | $66,8 \pm 1,07^*$  | $66,3 \pm 0,88$      |
| Альбуміни, %                  | $41,8 \pm 1,49$                | $46,8 \pm 1,11^*$     | $48,8 \pm 1,38^*$  | $49,8 \pm 1,03^{**}$ |
| Глюкоза, ммоль/л              | $5,3 \pm 0,46$                 | $5,1 \pm 0,28$        | $4,7 \pm 0,25$     | $4,3 \pm 0,25^*$     |
| Холестерол, ммоль/л           | $1,3 \pm 0,05$                 | $1,2 \pm 0,16$        | $1,0 \pm 0,21$     | $1,0 \pm 0,25$       |
| Креатинін, мкмоль/л           | $95,7 \pm 4,19$                | $101,6 \pm 3,68$      | $102,9 \pm 5,57$   | $100,9 \pm 4,98$     |
| Сечовина, ммоль/л             | $5,2 \pm 0,17$                 | $5,1 \pm 0,13$        | $5,0 \pm 0,15$     | $4,9 \pm 0,18$       |
| Білірубін загальний, мкмоль/л | $8,8 \pm 0,55$                 | $8,5 \pm 0,35$        | $8,6 \pm 0,42$     | $11,8 \pm 0,46$      |
| АсАТ, Од/л                    | $47,2 \pm 2,04$                | $44,3 \pm 1,78$       | $43,3 \pm 1,76^*$  | $64,2 \pm 2,35$      |
| АлАТ, Од/л                    | $25,4 \pm 1,32$                | $21,6 \pm 1,65$       | $22,7 \pm 1,42$    | $27,3 \pm 1,44$      |
| ГГТ, Од/л                     | $7,8 \pm 0,56$                 | $7,6 \pm 0,78$        | $6,9 \pm 0,54$     | $12,0 \pm 0,59$      |
| $\alpha$ -амілаза, Од/л       | $187,8 \pm 8,92$               | $205,8 \pm 8,64$      | $232,8 \pm 8,65^*$ | $198,7 \pm 8,56$     |

Примітка: \* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$  порівняно з контрольною групою.

Вміст загального білка у кролів другої групи в середньому не відрізнявся від величин клінічно здорових ( $61,2 \pm 0,91$  г/л) і становив  $62,3 \pm 0,63$  г/л за норми 60–82 г/л [4], (табл. 2). Для третьої та четвертої груп тварин характерним було вірогідне зростання його вмісту –  $66,8 \pm 1,07$  та  $66,3 \pm 0,88$  г/л відповідно, що може означати зростаючу потребу його як пластичного матеріалу для синтезу білків тканин організму.

З усіх білків сироватки крові альбуміни, маючи меншу молекулярну масу, виконують транспортну функцію, зв'язують органічні та неорганічні речовини, відіграють важливу роль у підтримуванні осмотичного тиску крові [5, 10]. Уміст їх у сироватці крові кролів дослідних груп був вірогідно вищим на 12 %, 16,7 та 19,1 %, порівняно з клінічно здоровими ( $41,8 \pm 1,49$  %), (табл. 2). Зміна їх кількості відбувається пропорційно вмісту загального білка, очевидно, зі зростаючою потребою як транспортної одиниці поживних речовин.

Вуглеводи – головні складові живлення сільськогосподарських тварин і найважливіше джерело енергії. Одним із показників обміну вуглеводів є вміст глюкози в сироватці крові [9,10]. У кролів з раціоном і з природним вмістом Хрому (контрольна група) її вміст становив у середньому  $5,3 \pm 0,46$  ммоль/л та перебував на верхній межі фізіологічної норми (4,2–5,3 ммоль/л; табл. 2). Застосування солі хрому в концентрації 0,4 мг/кг комбікорму позитивно впливало на зниження рівня глюкози до  $5,1 \pm 0,28$  ммоль/л. Наступне дозування преміксу підтверджувало подальше зниження рівня цього показника – до  $4,7 \pm 0,25$  та  $4,3 \pm 0,25$  ммоль/л відповідно. Це може вказувати на те, що хром разом з інсуліном, беручи участь у метаболізмі глюкози, запобігає розвитку діабету та сприяє росту тварин.

$\alpha$ -амілаза – гідролітичний фермент вуглеводного обміну, що каталізує розпад глікогену та крохмалу. Джерелом цього ферменту є підшлункова та слинна залози, деяку активність має епітелій тонкого кишечника, скелетні м'язи та яєчники. У кролів контрольної групи активність  $\alpha$ -амілази була в середньому  $187,8 \pm 8,92$  Од/л (табл. 2). При застосуванні добавок з хромом активність ферменту найвище вірогідно ( $p < 0,05$ ) зростала у третій групі тварин (вміст хрому – 0,8 мг/кг комбікорму) до  $232,8 \pm 8,65$  Од/л, у четвертій групі була менша  $198,7 \pm 8,56$  Од/л, при цьому усі значення показників активності ферменту перебували в межах фізіологічної норми – 160–300 Од/л [10]. Такі зміни активності ферменту по групах можна вважати реакцією епітелію тонкого кишечника на посилений обмін поживних речовин та ріст скелетних м'язів дослідних тварин.

Очевидним є той факт, що додавання до основного раціону годівлі кролів хлориду хрому впливає на засвоєння та переробку холестерину, який в організмі виконує життєво важливу функцію, є ключовою речовиною ліпідного обміну, стимулює синтез фосфоліпідів, створює з ними комплекси. Характерною особливістю холестеринового обміну у кролів є те, що його рівень знаходиться в межах 1,2–1,6 ммоль/л, в середньому  $1,4 \pm 0,07$  (табл. 2). Оскільки холестерин є

тим матеріалом, з якого складаються всі стінки клітин, то за дефіциту хрому клітини не можуть повноцінно використовувати його для свого росту. При застосуванні преміксу у дослідних тварин рівень холестерину мав тенденцію до зниження та становив по групах  $1,2 \pm 0,16$ ;  $1,0 \pm 0,21$  та  $1,0 \pm 0,25$  ммоль/л, що вказує на кращу засвоюваність його як будівельного матеріалу для клітин організму.

Характеристика стану активності ферментів, основних біологічних каталізаторів, що прискорюють хімічні реакції, вказує на те, що їх рівень забезпечував відповідність обміну речовин змінених умов при регуляції метаболічних процесів. Так, активність аспартатамінотрансферази (АсАТ) внутрішньоклітинного ферменту, що бере участь в обміні амінокислот, у великих концентраціях міститься в печінці, серці, скелетних м'язах, мозку, еритроцитах, у кролів контрольної групи перебувала в межах  $47,2 \pm 2,04$  Од/л. При застосуванні сполуки хрому активність цього ферменту знижувалася у другій та третій групі відповідно до  $44,3 \pm 1,78$  та  $43,3 \pm 1,76$  Од/л. Підвищення активності АсАТ до  $64,2 \pm 2,35$  Од/л у четвертій групі вірогідно ( $p < 0,01$ ), (табл. 2) вказує на посилене вивільнення цього ферменту при пошкодженні тканин, очевидно, печінки та жовчовивідних шляхів. Це підтверджує дослідження показників пігментного обміну печінки – загального білірубину та активності ГГТП, які не зазнавали змін у перших трьох групах (загальний білірубін у середньому  $8,8 \pm 0,55$ ;  $8,5 \pm 0,35$  та  $8,6 \pm 0,42$  мкмоль/л відповідно) та був підвищений у четвертій групі тварин до  $11,8 \pm 0,46$  мкмоль/л відносно контрольної на 34,1 %. Порушення цілісності клітин жовчних шляхів та печінкових каналців, протоків підшлункової залози або ворсинок тонкого кишечника підтверджується підвищеною елімінацією в кров кролів чутливого індикаторного ферменту ГГТП – у четвертій групі до  $12,0 \pm 0,59$  Од/л, ( $p < 0,01$ ), що на 53,8 % більше відносно контрольної групи. При цьому активність цього ферменту у перших двох дослідних групах змін не зазнає. Корелятивне співставлення показників загального білірубину та активності ГГТП ( $r=1,0$ ) вказує на наявність холестази у кролів, що вживали корми з вмістом хлориду хрому 1,2 мг/кг комбікорму.

Дослідження вмісту сечовини в сироватці крові кролів, що утворюється в печінці у результаті знешкодження високотоксичного аміаку, утвореного в результаті бактеріального бродіння в шлунково-кишковому тракті, дезамінування амінокислот, біогенних амінів та виділяється нирками, показало відсутність кількісних змін цього показника, у середньому становив  $5,1 \pm 0,13$  (табл. 2).

Фільтраційну функцію клубочків нирок у кролів оцінювали за вмістом креатиніну в сироватці крові тварин. Вірогідної різниці цього показника у кролів контрольної та дослідних груп виявлено не було. Так, у тварин контрольної групи він становив у середньому  $95,7 \pm 4,19$  мкмоль/л, у тварин дослідних груп  $101,6 \pm 3,68$ ;  $102,9 \pm 5,57$  та  $100,9 \pm 4,98$  мкмоль/л відповідно (табл. 2).

Таким чином, дослідження показників гемопоезу та біохімічних процесів в організмі кролів вказують на їх залежність від дозування преміксу із вмістом хлориду хрому до основного раціону тварин.

### **Висновки та перспективи подальших досліджень**

1. Експериментальне згодовування кролям преміксу з хлоридом хрому в дозі 0,4 та 0,8 мг/кг комбікорму позитивно впливає на стан еритроцитопоезу, кількість еритроцитів у тварин зростає пропорційно підвищенню дози сполуки хрому у кормі, не впливають на стан лейкопоезу, не викликають алергічних явищ та ураження тканин в організмі. При цьому, додавання до основного раціону дослідних кролів 1,2 мг/кг комбікорму хлориду хрому негативно впливає на синтез гемоглобіну крові кролів, що супроводжується зниженням його рівня, має патологічно токсичний вплив в цілому на стан лейкопоезу з наявністю лейкоцитозу, та викликає напруженість стану імунної системи з лімфоцитозом та моноцитозом за фагоцитозу токсичних продуктів.

2. Вірогідне зростання вмісту загального білка та відсоткової кількості альбумінів означають посилення метаболічних процесів в організмі кролів, зростаючи їх потребу як пластичного матеріалу для синтезу білків тканин організму при зростаючих дозах солі хрому, позитивно впливає на зниження рівня глюкози в крові кролів, що доводить участь хрому разом з інсуліном у метаболізмі цукру, сприяє кращому засвоюванню холестерину як будівельного матеріалу для клітин організму.

3. Премікс з дозою 1,2 мг/кг комбікорму викликає порушення цілісності клітин жовчних шляхів та печінкових клітин, протоків підшлункової залози та ворсинок тонкого кишечника із вивільненням в русло крові ферментів АсАТ, ГГТП та зростанням рівня загального білірубину, що вказує на розвиток холестазу.

Вважаємо, що подальший напрямок досліджень повинен бути спрямований на використання визначених показників системи крові для економічного обґрунтування застосування преміксів з хлоридом хрому для кролів.

### **Література**

1. Гончар О. Перспективи розвитку кролівництва в Україні / О. Гончар, Є. Шевченко // Тваринництво України. – 2011. – № 6. – С. 2–6.
2. Бащенко М. І. Кролівництво : монографія / М. І. Бащенко, О. Ф. Гончар, Є. А. Шевченко. – Черкаси : Черкаський інститут АПВ, 2011. – 302 с.
3. Захаренко М. Роль мікроелементів у життєдіяльності тварин / М. Захаренко, Л. Шевченко, В. Михальська // Вет. медицина України. – 2004. – № 2. – С. 15.
4. Мінеральне живлення тварин / [Г. Т. Кліценко, М. Ф. Кулик, М. В. Косенко та ін.]. – К. : Світ, 2001. – 576 с.

5. Іскра Р. Я. Біохімічні процеси в організмі тварин за дії різних сполук Хрому : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора біол. наук : спец. 03.00.04 «Біохімія» / Р. Я. Іскра. – Львів, 2013. – 44 с.

6. Голубев М. І. Динаміка росту молодняку кролів за різного рівня хрому в комбікормі / М. І. Голубев, К. І. Махно // Наук. вісн. Львів. нац. ун-ту вет. медицини та біотехнологій ім. С. З. Гжицького. Сер. Сільськогосподарські науки. – 2012. – Т. 14, № 3 (53), ч. 3. – С. 30–35.

7. Сологуб Л. І. Хром в організмі людини і тварин. Біохімічні, імунологічні та екологічні аспекти / Л. І. Сологуб, Г. Л. Антоняк, Н. О. Бабич. – Л. : Євросвіт, 2007. – 128 с.

8. Активність амінотрансфераз в крові телят при згодовуванні їм хелатної форми Хрому / Є. О. Дзень, І. В. Лучка, Ю. Я. Пасічна, Р. М. Дудкевич // Наук.-техн. бюл. Ін-ту біології тварин та Держ. н.-д. контрол. ін-ту ветпрепаратів та корм. добавок. – 2009. – Вип. 10, № 1/2. – С. 156–159.

9. Цепко Н. Л. Метаболічний профіль крові та стан імунної системи у поросят за різних доз  $Zn^{2+}$  і  $Cr^{3+}$  в раціоні : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. вет. наук : спец. 03.00.04 «Біохімія» / Н. Л. Цепко. – Львів, 2011. – 16 с.

10. Левченко В. І. Дослідження крові тварин та клінічна інтерпретація отриманих результатів : [метод. рекомендації для студ. ф-ту вет. медицини та слухачів Ін-ту післядипломного навчання керівників і спеціалістів вет. медицини] / В. І. Левченко, В. М. Соколюк, В. М. Безух [та ін.]. – Біла Церква, 2002. – 56 с.

УДК 637.4:637.05

Ю. А. Глебова

к. с.-г. н.

А. І. Вертійчук

к. б. н.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

### ВПЛИВ НА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ ХАРЧОВИХ ЯЄЦЬ ЗА РІЗНИХ СПОСОБІВ СПОЖИВАННЯ

*Показано різні підходи щодо споживання кількості харчових яєць та доводиться можливість їх збільшення у харчуванні в сирому вигляді порівняно з приготовленими. Це обумовлюється тим, що за термічної дії природний стан білків, амінокислот, вітамінів, холестерину, ферментів та інших речовин яєць змінюється і спричиняється інша взаємодія їх з організмом.*

*На основі протилежних думок ряду вчених відносно шкідливості яєць і проведених досліджень автори цієї роботи вказують на можливість значного збільшення споживання курячих яєць в їжу людини – до 500 шт. за рік.*

*Суть методики збільшення споживання харчових яєць полягає у прийомі їх переважно у сирому вигляді замість приготованих за допомогою широко поширених*



5. Іскра Р. Я. Біохімічні процеси в організмі тварин за дії різних сполук Хрому : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора біол. наук : спец. 03.00.04 «Біохімія» / Р. Я. Іскра. – Львів, 2013. – 44 с.

6. Голубев М. І. Динаміка росту молодняку кролів за різного рівня хрому в комбікормі / М. І. Голубев, К. І. Махно // Наук. вісн. Львів. нац. ун-ту вет. медицини та біотехнологій ім. С. З. Гжицького. Сер. Сільськогосподарські науки. – 2012. – Т. 14, № 3 (53), ч. 3. – С. 30–35.

7. Сологуб Л. І. Хром в організмі людини і тварин. Біохімічні, імунологічні та екологічні аспекти / Л. І. Сологуб, Г. Л. Антоняк, Н. О. Бабич. – Л. : Євросвіт, 2007. – 128 с.

8. Активність амінотрансфераз в крові телят при згодовуванні їм хелатної форми Хрому / Є. О. Дзень, І. В. Лучка, Ю. Я. Пасічна, Р. М. Дудкевич // Наук.-техн. бюл. Ін-ту біології тварин та Держ. н.-д. контрол. ін-ту ветпрепаратів та корм. добавок. – 2009. – Вип. 10, № 1/2. – С. 156–159.

9. Цепко Н. Л. Метаболічний профіль крові та стан імунної системи у поросят за різних доз  $Zn^{2+}$  і  $Cr^{3+}$  в раціоні : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. вет. наук : спец. 03.00.04 «Біохімія» / Н. Л. Цепко. – Львів, 2011. – 16 с.

10. Левченко В. І. Дослідження крові тварин та клінічна інтерпретація отриманих результатів : [метод. рекомендації для студ. ф-ту вет. медицини та слухачів Ін-ту післядипломного навчання керівників і спеціалістів вет. медицини] / В. І. Левченко, В. М. Соколюк, В. М. Безух [та ін.]. – Біла Церква, 2002. – 56 с.

УДК 637.4:637.05

Ю. А. Глебова

к. с.-г. н.

А. І. Вертійчук

к. б. н.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

### ВПЛИВ НА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ ХАРЧОВИХ ЯЄЦЬ ЗА РІЗНИХ СПОСОБІВ СПОЖИВАННЯ

*Показано різні підходи щодо споживання кількості харчових яєць та доводиться можливість їх збільшення у харчуванні в сирому вигляді порівняно з приготовленими. Це обумовлюється тим, що за термічної дії природний стан білків, амінокислот, вітамінів, холестерину, ферментів та інших речовин яєць змінюється і спричиняється інша взаємодія їх з організмом.*

*На основі протилежних думок ряду вчених відносно шкідливості яєць і проведених досліджень автори цієї роботи вказують на можливість значного збільшення споживання курячих яєць в їжу людини – до 500 шт. за рік.*

*Суть методики збільшення споживання харчових яєць полягає у прийомі їх переважно у сирому вигляді замість приготованих за допомогою широко поширених*

*термічних способів (жаріння, варіння), під дією яких холестерин, ймовірно, транспортується в його метаболіти, що негативно діє на організм людини.*

**Ключові слова:** курячі яйця, холестерин, споживання, приготування, термічні способи, сирі продукти, різна кількість, здоров'я, дослідження.

## Постановка проблеми

Проблеми технології переробки, якості та безпеки тваринницької продукції обумовлюються способами переробки й потребами людини щодо збільшення асортименту продуктів.

Серед різноманітності продукції тваринного й рослинного походження найдосконалішим і найціннішим у біологічному та харчовому відношенні є яйце. Курячі яйця тривалий час добре зберігаються у натуральному виді та зручні для транспортування. Їх споживають сирими, вареними, смаженими, переробляють у меланж, яєчний порошок тощо.

## Аналіз останніх досліджень і публікацій

Курячі яйця є джерелом енергії та практично ідеальним і найдешевшим білковим продуктом порівняно з м'ясом і рибою. Зокрема, білок (протеїн) яйця є найповноціннішим серед білків у природі і вважається еталоном якості білка, оскільки в ньому містяться всі незамінні амінокислоти [8, 11].

Крім того, у білку й жовтку яйця зосереджений комплекс вітамінів, які мають виняткове оздоровче значення, а також різнобічний набір мінеральних речовин, що сукупно з амінокислотами й вітамінами обумовлюють високу імунну активність. В яйці міститься лецитин, дуже корисний для судин, серця та обміну речовин в організмі людини. Досить важливим є лізоцим яйця, який має бактерицидні властивості [8, 11].

У жовтку міститься холестерин, який вважають шкідливим для організму людини, через що обумовлюються рекомендації на обмеження споживання курячих яєць: протягом року на одну особу в нашій країні – у середньому 292 яйця, рекомендаціями ВОЗ – 183, для людей старшого (похилого) віку за медичними рекомендаціями – 1–2 яйця на особу за тиждень [1, 3, 10–14].

Існують також рекомендації щодо стримання у використанні холестеринмістких сала та вершкового масла, які для людей є важливими джерелами жиру і, відповідно, обмінної енергії. Крім того, вершкове масло – джерело жиророзчинних вітамінів А, D, Е, К і каротиноїдів, а сало – дефіцитної для людини арахідонової жирної кислоти, яка міститься лише в ньому [1, 4, 13].

Однак С. Боголюбський [2] визначив сумнівність щодо негативної ролі в організмі людини холестерину в яйцях, оскільки він є матеріалом для синтезу певних гормонів і вітаміну D. Підтверджується це даними П. Царенка [11], згідно з якими у США та Японії в роки, коли споживання яєць збільшувалося, смертність від коронарних серцевих захворювань зменшувалася.

Проте у нашій країні продовжує панувати думка про необхідність обмеження споживання курячих яєць та інших холестеринмістких продуктів.

## **Мета, завдання та методика досліджень**

Мета роботи – оцінити вплив на здоров'я людини споживання різної кількості харчових курячих яєць за приготування з використанням термічних способів і за прийому їх у натуральному (сирому) виді та довести можливість збільшення вживання яєць.

Методи оцінки – ретроспективний аналіз наукових джерел щодо потреби для людини кількості харчових яєць та порівняльна оцінка стану здоров'я другого автора цієї роботи за приготування яєць до вживання і за прийому в сирому виді зі збільшеним їх споживанням [7]

## **Результати дослідження**

*Ретроспективний аналіз* медичного та зоотехнічного пізнання свідчить, що здоров'я людини й тварини обумовлюється зовнішнім середовищем у його сукупності. Впливовою формою дії середовища на організм є живлення, зокрема, з урахуванням способів приготування кормів і продуктів для вживання [1, 6, 8, 10].

Поживні речовини різних продуктів із органів травлення надходять у кров, розносяться до всіх взаємозв'язаних частин організму і є джерелом тепла (енергії) та матеріалом для формування тіла. Від кількості, співвідношення та способів приготування компонентів раціонів залежать якість крові, рівновага й здоров'я організму [5, 12, 13].

При цьому може бути гармонія чи дисгармонія між організмом і продуктами живлення. За дисгармонії відбувається адаптивна реакція, знижується природна резистентність [5, 6, 9, 12].

Унаслідок переробки продукція може істотно змінюватися. Так, трава натуральна та висушені з неї за різних способів сіно, трав'яне борошно неоднакові за поживністю, продуктивною віддачею, впливом на здоров'я. Досить змінюється продукція за різних способів термічної дії. Молоко доцільно пастеризувати, а не кип'ятити.

Під впливом температури денатурується білок, карамелізується цукор, інактивуються ферменти та гормони, випадають в осад солі, що зумовлюють твердість води. У неоднаковому середовищі виявляється організм за нетотожних норм годівлі та раціонів [1, 4, 11, 12].

Людина неадекватно реагує на різні меню та способи приготування продуктів для вживання. Однак у дієтології та геронтології мало досліджень щодо впливу на здоров'я однієї і тієї ж продукції за різних способів її приготування для вживання [1, 13]. Зокрема, у рекомендаціях про обмеження кількості споживання людиною яєць та інших холестеринмістких продуктів не

зазначається спосіб їх приготування для вживання. Не вказується, як готувалися продукти, що зумовлювали хвороби під впливом холестерину.

Власні експериментальні дослідження обумовилися станом здоров'я другого співавтора статті та на основі оцінки рекомендацій щодо споживання кількості харчових яєць і наукових даних про зміну якості продуктів під впливом переробки. Рушійною підставою для дослідження було те, що в досліджуваній особи 55-річного віку проявлялися болі у потиличній частині голови та підвищення артеріально-венозного тиску до рівня 145–150/90–95 мм рт. ст. у випадках споживання курячих яєць, смажених на салі. Це було початком дослідження (табл. 1) [7].

Таблиця 1. Схема дослідження

| Підперіод         | Вік під-дослідної особи, роки | Тривалість дослідження, роки | Методика приготування продукції | Кількість споживання продукції на особу |            |              |                           |                            |
|-------------------|-------------------------------|------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------|------------|--------------|---------------------------|----------------------------|
|                   |                               |                              |                                 | яйця, шт.                               |            |              | вершкове масло за рік, кг | сало натуральне за рік, кг |
|                   |                               |                              |                                 | за день                                 | за тиждень | за рік       |                           |                            |
| Попередній період |                               |                              |                                 |                                         |            |              |                           |                            |
| 1-й               | 55                            | 1                            | смаження                        | 1–2                                     | 6–8        | без контролю | періодично                | періодично                 |
| 2-й               | 56                            | 1                            | варіння                         | 1–2                                     | 6–8        | без контролю | періодично                | періодично                 |
| Головний період   |                               |                              |                                 |                                         |            |              |                           |                            |
| 1-й               | 57–76                         | 20                           | сирі                            | 1                                       | 7          | 365          | 15                        | періодично                 |
| 2-й               | 77–78                         | 1                            | сирі                            | 1–3                                     | 8–9        | ≈450         | 15                        | 5                          |
| 3-й               | 79–й                          | 1                            | сирі                            | 1–3                                     | 8–10       | ≈500         | 15                        | 5                          |

Аналіз стану здоров'я досліджуваної особи за таких умов протягом першого року попереднього періоду показав, що проявлення зазначеного погіршення здоров'я спричинялося саме у дні після вживання смажених на салі яєць – 1–2 шт. за прийом їжі, 6–8 шт. за тиждень в окремі періоди року.

У другому підперіоді початкового періоду дослідження протягом року використовували варені яйця або смажені на олії з маленькою часточкою сала (для кращого смаку). Відтак, головний біль і підвищений артеріально-венозний тиск проявлялися у меншій мірі: 140–145/80–90 мм. рт. ст.

Перший підперіод головного періоду дослідження – із 57- до 76-річного віку зазначеної особи – характеризувався споживанням курячих яєць без термічного приготування, тобто сирими. Перехід на споживання сирих яєць обґрунтовувався знаннями про те, що органічні сполуки в натуральних продуктах за термічної дії на них трансформуються у видозмінені форми (метаболіти), набуваючи інших ознак, які можуть негативно діяти на організм людини.

Від самого початку споживання сирих яєць ознаки зазначеного захворювання не проявлялися. Тому в цей підперіод розпочато вживання яєць у значно більшій кількості – по одному щодня на початку сніданку (із сіллю та чорним хлібом), а далі – використовуючи інші продукти. Така методика споживання сирих яєць тривала звично 20 років. Відхилень у стані здоров'я при цьому не спостерігалось.

Крім того, було встановлено, що після вживання сирих яєць уранці збадьорювався організм і була належна працездатність. Іноді за поспішності, коли вранці практично споживалося лише одне яйце з невеликою кількістю чаю, відчуття голоду протягом півдня організм не відчував. За такої методики споживання сирих яєць за рік складало 365 штук на особу.

У другий підперіод головного періоду, крім щоденного вживання одного яйця на сніданок, додатково вживалися під час вечері й іноді обіду ще 1–2 яйця за тиждень. Відтак, разом за тиждень споживалося людиною 8–9 яєць, а за рік – близько 450 штук.

У третьому підперіоді головного періоду досліджень на 79 році життя щоденна кількість спожитих яєць складала 1–3, за тиждень – 8–10, а за рік – близько 500. Експеримент продовжується у напрямі подальшого збільшення споживання яєць. Відхилень в артеріально-венозному тиску не спостерігається.

За весь період досліджень статура у досліджуваної особи практично не змінювалася, вага складала 78–82 кг, ріст – 175 см.

## Результати досліджень

Дослідження на основі ретроспективного аналізу показують, що є дискусійними погляди щодо кількості споживання людиною курячих яєць та їх обмеження для використання на харчові цілі через наявність у них холестерину. Так, у США у ті роки, коли споживання яєць зменшилося, смертність від коронарних серцевих хвороб зросла, а в Японії, навпаки, за збільшення використання яєць смертність від тих же хвороб знизилася [11].

На підставі цих та інших фактів С. Боголюбський [2] зробив висновок про недоказовість ще досі існуючої думки щодо негативного впливу на здоров'я людини харчових яєць.

Чинні до цього часу рекомендації щодо обмеження споживання кількості яєць не взаємопов'язані з даними про спосіб їх приготування для вживання. Вочевидь, їх вживали за переважно традиційних способів смаження та варіння, за яких змінюється кінцевий продукт, спричиняючи адаптаційну реакцію організму та певний негативний вплив на здоров'я людини, що відмічено вище.

Наше експериментальне дослідження є ланкою вивчення впливу на людину кількості спожитих яєць. Його результати підтверджують наукові висновки щодо сумнівності обмеження споживання яєць. За нашим спостереженням, доцільно споживати сирі яйця, оскільки вміст таких яєць за своєю структурою для шлунку та всього організму є природним і, загалом, більш сприйнятливим та

гармонійним, ніж різні продукти після смаження й варіння. При цьому амінокислоти, вітаміни, мінеральні та інші біологічно активні речовини сирих яєць дієвіше посилюють імунітет і сприяють здоров'ю.

Холестерин сирих яєць, не підданий термічній дії, є природним, прийнятним для нормальних обмінних процесів і використовується в організмі як матеріал згідно з його роллю [2]. Тому такий натуральний холестерин у значно більшій кількості в нашому дослідженні, вочевидь, був корисним. Однак, після термічної обробки, він, вважаємо, по-іншому діє на організм, а у великій кількості (у надлишку) обумовлює в організмі негативний вплив і захворювання коронарно-серцевої системи, що спостерігалось вченими та у першому підперіоді нашого дослідження.

Аналогічна взаємодія в організмі зі вживанням сирого сала та вершкового масла. Сало було включено до раціону дослідника у другому періоді експерименту саме з міркувань вивчення впливу його натурального холестерину на організм (без термічного приготування).

Враховуючи такі підходи щодо споживання холестеринмістких продуктів сирими, стало можливим використовувати їх для харчування у нашому експерименті в значно більшій кількості. У сирому виді яйця можна вживати для харчування без шкоди для організму близько 500 штук на особу за рік, дотримуючись їх рівномірного споживання по днях і тижнях. За споживання сирих яєць ознаки попередніх хвороб зникли.

Установлений результат, визначений у дослідженні на одній особі, на наш погляд, заслуговує на увагу, оскільки дослідження було довготривалим у всіх підперіодах. Його загальна тривалість складає 24 роки, і за час вживання сирих яєць зазначене захворювання не проявлялося.

Однак доцільність існуючих способів переробки яєць при цьому не спростовується, оскільки за різнобічної переробки досягається збільшення їхніх безпечних фізичних якостей, асортименту, смаку, а за поглибленої переробки – значної тривалості зберігання. При цьому, здатність на довільне споживання кількості підготовлених для вживання яєць, вочевидь, залежить від індивідуальних особливостей людей.

Економічна ефективність споживання більшої кількості яєць полягає у підвищенні в країні рентабельності виробництва білкової продукції тваринного походження за рахунок яєць на 2–3%. Поруч із цим, у соціально-сімейному бюджеті людей затрати на споживання білкових продуктів і застосування енергоносіїв для їх термічного приготування зменшаться на 5–7%.

На викладені у цій роботі дані про можливість споживання яєць у значно більшій кількості, ніж зазначено в наукових рекомендаціях, авторам видано авторське свідоцтво [7].

## Висновки та перспективи подальших досліджень

1. У науково-інформаційних джерелах подаються різні дані щодо кількості доцільного споживання людиною харчових курячих яєць як холестеринмістких продуктів.

2. Рекомендації щодо обмеження споживання кількості яєць не супроводжуються даними про способи приготування їх до вживання, які можуть по-різному впливати на участь поживних речовин кінцевих продуктів в обмінних процесах в організмі.

3. Для організму людини споживання харчових курячих яєць у натуральному виді (сирими) є більш біологічно сприйнятливим, ніж після смаження та варіння: обумовлюється, крім живлення, гармонійний зв'язок продукту й організму та позитивний вплив на фізіологічний стан і здоров'я людини.

4. За споживання яєць сирими можливе їх включення для харчування по 1–3 шт. щодня, 8–10 – щотижня, за рік – близько 500 яєць. При цьому, допустиме вживання також холестеринмістких сирого сала та вершкового масла. Таке живлення людини можливе з урахуванням індивідуальних особливостей, тому необхідно слідкувати за станом власного здоров'я.

5. Збільшення споживання яєць обумовить у країні підвищення економічної ефективності виробництва білкових продуктів на 2-3% за рахунок заміщення яйцями значної частки більш дорогих м'ясних виробів. Поруч із цим у соціально-сімейному бюджеті людей затрати на споживання білкових продуктів і застосування енергоносіїв для їх термічного приготування зменшаться на 5-7%.

6. Виходячи з визначених можливостей споживання збільшеної кількості яєць, у галузях медицини та біології доцільно провести дослідження щодо уточнення нормативів вживання яєць, вершкового масла, сала для людей різного віку й стану здоров'я та у зв'язку з переробкою (приготуванням) продуктів.

## Література

1. Барановский А. Ю. Диетология: руководство /А. Ю. Барановский. – СПб. : Издательский дом «Питер», 2008. – 1022 с.
2. Боголюбский С. И. Селекция сельскохозяйственной птицы / С. И. Боголюбский. – М. : Агропромиздат, 1991. – 258 с.
3. ВОЗ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.diets.ru/post/476579/>
4. Свиноводство і технологія виробництва свинини / В. І. Герасимов, В. П. Рибалко, Л. М. Цищорський [та ін.]. – К. : Урожай, 1996. – 350 с.
5. Глебова Ю. А. Годівля – фактор адаптаційної реакції яєчних курей / Ю. А. Глебова // Сучасне птахівництво. – 2009. – № 3. – С. 19–28.
6. Даценко І. І. Профілактична медицина. Загальна гігієна з основами екології / І. І. Даценко, Р. Д. Габович. – К. : Здоров'я, 2004. – 696 с.

7. Свідомство про реєстрацію авторського права на твір наукового характеру "Методика збільшення споживання високопоживних продуктів зі значним вмістом холестерину" / Ю.А. Глебова, А.І. Вертійчук. – Державна служба інтелектуальної власності України, зареєстровано 07. 08. 2015.

8. Сергеева А. М. Контроль качества яиц / А. М. Сергеева. – М. : Россельхозиздат, 1984. – 72 с.

9. Соляник В. В. Использование зоогигиенических и экологических подходов в зоотехнии как сельскохозяйственной отрасли науки / В. В. Соляник, С. В. Соляник // Вісн. Житомир. нац. агроекол. ун-ту. – 2013. – № 1 (34), т. 3. – С. 15–19.

10. Споживання основних продуктів харчування в Україні на душу населення на рік. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://lib.convdocs.org/docs/index-17301.html>

11. Царенко П. П. Повышение качества продукции птицеводства: пищевые и инкубационные яйца / П. П. Царенко. – Л. : Агропромиздат, 1988. – 240 с.

12. Шульга Л. В. Продуктивность и состояние обменных процессов в организме птицы при включении в рацион ферментных препаратов / Л. В. Шульга // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – Горки, 2011. – С. 340–346.

13. Яцемирская Р. С. Социальная геронтология / Р. С. Яцемирская, И. Г. Беленькая. – М. : Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 1999. – 224 с.

14. FAO [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.fao.org/about/en/>

УДК:636.2 (477.5):619:616.995

А. І. Драгальчук  
Ю. Ю. Довгій

д. вет. н.

Житомирський національний агроекологічний університет

### ВИЖИВАЄМІСТЬ ЯЄЦЬ ФАСЦІОЛ У ДОВКІЛЛІ ЗОНИ ЖИТОМИРСЬКОГО ПОЛІССЯ

*Дослідженнями встановлено, що життєздатними були яйця фасціол, які виділяли гельмінти в лабораторних умовах, весною та влітку, відповідно, 70,0% і 75,0%. Проте, у середині яєць фасціол, які отримували від гельмінтів восени та взимку, мірацидій розвивався відповідно, у 55,0 і 48,0%. У зв'язку з підвищенням температури повітря взимку, створилися умови для перезимовування яєць фасціол на поверхні ґрунту. Отже, певна кількість яєць фасціол залишалися життєздатними упродовж 6–8 місяців та перезимували, а навесні становили загрозу для зараження проміжних хазяїв (моллюсків) й поширення фасціольозу серед тварин.*

**Ключові слова:** фасціольоз, яйця фасціол, моллюски, проміжні хазяї.

#### Постановка проблеми

Фасціольоз – досить поширене, частіше з хронічним перебігом трематодозне захворювання переважно жуйних тварин (великої рогатої худоби, овець, кіз) та



7. Свідомість про реєстрацію авторського права на твір наукового характеру "Методика збільшення споживання високопоживних продуктів зі значним вмістом холестерину" / Ю.А. Глебова, А.І. Вертійчук. – Державна служба інтелектуальної власності України, зареєстровано 07. 08. 2015.

8. Сергеева А. М. Контроль качества яиц / А. М. Сергеева. – М. : Россельхозиздат, 1984. – 72 с.

9. Соляник В. В. Использование зоогигиенических и экологических подходов в зоотехнии как сельскохозяйственной отрасли науки / В. В. Соляник, С. В. Соляник // Вісн. Житомир. нац. агроєкол. ун-ту. – 2013. – № 1 (34), т. 3. – С. 15–19.

10. Споживання основних продуктів харчування в Україні на душу населення на рік. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://lib.convdocs.org/docs/index-17301.html>

11. Царенко П. П. Повышение качества продукции птицеводства: пищевые и инкубационные яйца / П. П. Царенко. – Л. : Агропромиздат, 1988. – 240 с.

12. Шульга Л. В. Продуктивность и состояние обменных процессов в организме птицы при включении в рацион ферментных препаратов / Л. В. Шульга // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – Горки, 2011. – С. 340–346.

13. Яцемирская Р. С. Социальная геронтология / Р. С. Яцемирская, И. Г. Беленькая. – М. : Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 1999. – 224 с.

14. FAO [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.fao.org/about/en/>

УДК:636.2 (477.5):619:616.995

А. І. Драгальчук  
Ю. Ю. Довгій

д. вет. н.

Житомирський національний агроєкологічний університет

### ВИЖИВАЄМІСТЬ ЯЄЦЬ ФАСЦІОЛ У ДОВКІЛЛІ ЗОНИ ЖИТОМИРСЬКОГО ПОЛІССЯ

*Дослідженнями встановлено, що життєздатними були яйця фасціол, які виділяли гельмінти в лабораторних умовах, весною та влітку, відповідно, 70,0% і 75,0%. Проте, у середині яєць фасціол, які отримували від гельмінтів восени та взимку, мірацидій розвивався відповідно, у 55,0 і 48,0%. У зв'язку з підвищенням температури повітря взимку, створилися умови для перезимовування яєць фасціол на поверхні ґрунту. Отже, певна кількість яєць фасціол залишалися життєздатними упродовж 6–8 місяців та перезимували, а навесні становили загрозу для зараження проміжних хазяїв (моллюсків) й поширення фасціольозу серед тварин.*

**Ключові слова:** фасціольоз, яйця фасціол, моллюски, проміжні хазяї.

#### Постановка проблеми

Фасціольоз – досить поширене, частіше з хронічним перебігом трематодозне захворювання переважно жуйних тварин (великої рогатої худоби, овець, кіз) та

людей, яке реєструється на всіх континентах земної кулі і завдає значних економічних збитків тваринницьким господарствам. Літературні дані вказують на неблагополуччя території України, у першу чергу, зони Карпат та Західного Полісся [4, 5, 6].

Проте, мало даних про поширення фасціольозу в господарствах зони Центрального Полісся України, де ведення тваринництва відрізняється від західних областей України, а природно-кліматичні умови мають свої особливості. Дана проблема залишається актуальною і має важливе природно-господарське значення.

На думку більшості авторів яйця фасціол в умовах України та Московської області упродовж зими гинуть [7, 8].

Проте, спірні питання вчених обумовили нас провести наукові дослідження за даною темою.

## **Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Багато вчених стверджують, що високий репродуктивний потенціал фасціол у літній період (гельмінт виділяє за добу від 670 до 24 тис. яєць), забезпечував контамінацію значних територій пасовищ збудниками трематод та безперервність поширення фасціольозу в природі [1, 2, 3].

Визначення повного проміжного хазяїна *F. hepatica* у зонах Полісся Житомирщини та визначення строків виживаності яєць на пасовищах потребує більш детального вивчення, що значно допоможе фахівцям ветеринарної медицини проводити боротьбу з даним гельмінтозом.

Тому актуальним завданням є вивчення виживаності яєць фасціол у довкіллі зони Житомирського Полісся.

## **Мета, завдання та методика досліджень**

Використовували комплексний, епізоотологічний, лабораторний та метод послідовних змивів. У кожну пробу фекалій, вагою 50 г, від хворих фасціольозом корів вносили по 1000 екземплярів яєць фасціол, отриманих від гельмінтів у лабораторних умовах, і переносили у капронові мішечки.

У подальшому проби фекалій з яйцями гельмінтів поміщали на поверхню ґрунту щоквартально по 12 проб: взимку (січень), весною (квітень), влітку (серпень) та восени (жовтень).

В якості контролю були яйця фасціол, які у строки закладки проб фекалій переносили у чашки Петрі з водою і ставили у термостат при температурі 27°C на 3 тижні (період розвитку мірацидів в яйцях), з метою визначення їх життєздатності.

Для проведення наукових досліджень була відібрана група клінічно здорових корів, віком 4 роки, чорно-рябої породи, масою тіла 470–500 кг у кількості 20 голів. Від кожної тварини відбирали проби фекалій вагою 50 грам.

**Результати досліджень**

Наукові дослідження проводили упродовж 2012–2015 років, у м. Житомир. Упродовж кожного місяця брали по одній пробі фекалій та досліджували методом послідовних змивів. Яйця фасціол, які отримували після дослідження, переносили у чашки Петрі з водою і ставили у термостат при  $t=27^{\circ}\text{C}$ . Через день проводили аерацію яєць фасціол, а через 3 тижні досліджували мікроскопічно з метою виявлення їх життєздатності. Яйця гельмінтів, із яких після культивування виходили мірацидії, вважали життєздатними.

Упродовж проведення дослідів визначали температуру повітря за допомогою спиртового термометра кожного дня о 7, 14 та 19 год., з подальшим визначенням середньомісячного показника (табл. 1).

Таблиця 1. Динаміка температури повітря у м. Житомир

| Місяці   | Роки                  |                       |                       |                       |
|----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|          | 2012                  | 2013                  | 2014                  | 2015                  |
|          | $t, ^{\circ}\text{C}$ | $t, ^{\circ}\text{C}$ | $t, ^{\circ}\text{C}$ | $t, ^{\circ}\text{C}$ |
| січень   | -10,1                 | -11,3                 | -14,2                 | -7,53                 |
| лютий    | -4,5                  | -4,63                 | -6,37                 | -7,81                 |
| березень | -1,85                 | -1,93                 | -0,69                 | -5,24                 |
| квітень  | +8,4                  | +11,16                | +9,9                  | +8,57                 |
| травень  | +16,2                 | +18,3                 | +14,5                 | +17,3                 |
| червень  | +19,3                 | +18,22                | +21,5                 | +23,1                 |
| липень   | +22,4                 | +21,36                | +22,84                | +25,7                 |
| серпень  | +22,14                | +22,46                | +22,18                | +22,31                |
| вересень | +16,8                 | +17,9                 | +15,48                | +16,3                 |
| жовтень  | +8,45                 | +8,9                  | +8,8                  | +8,4                  |
| листопад | +2,27                 | +2,4                  | +1,92                 | +2,9                  |
| грудень  | -0,46                 | -1,45                 | -1,32                 | -2,1                  |

У пробах фекалій, які були закладені на поверхні ґрунту у серпні місяці 2012 р., кількість життєздатних яєць фасціол становила 75%, що було встановлено культивуванням їх у термостаті (табл. 2).

Таблиця 2. Життєздатність яєць фасціол у пробах фекалій, закладених на поверхню ґрунту у серпні 2015 р.

| Місяці   | Яйця фасціол             |                      |    |                          |                              |
|----------|--------------------------|----------------------|----|--------------------------|------------------------------|
|          | дослідна                 |                      |    | контрольна               |                              |
|          | досліджено, всього, екз. | виявлено живих, екз. | %  | досліджено, всього, екз. | виявлено з мірацидіями, екз. |
| серпень  |                          |                      |    |                          |                              |
| вересень | 100                      | 44                   | 44 |                          |                              |
| жовтень  | 60                       | 25                   | 45 |                          |                              |
| листопад | 44                       | 22                   | 50 |                          |                              |
| грудень  | 52                       | 22                   | 42 |                          |                              |
| січень   | 100                      | 45                   | 45 |                          |                              |
| лютий    | 100                      | 33                   | 33 |                          |                              |
| березень | 50                       | 12                   | 18 |                          |                              |
| квітень  | 45                       | 5                    | 9  |                          |                              |
| травень  | 40                       | 1                    | 1  |                          |                              |

У вересні місяці життєздатними виявлено 44% яєць фасціол, а у жовтні - 46%. У подальших дослідженнях кількість життєздатних яєць фасціол зменшувалася і в квітні не перевищувала 9%, а травні, при дослідженні 40 екземплярів життєздатних яєць гельмінтів, виявили 1%. Отже, яйця фасціол, які були у пробах фекалій на поверхні ґрунту із серпня місяця, залишилися життєздатними упродовж 8 місяців.

Вихід мірацидіїв із яєць, які отримували від фасціол у жовтні та після культивування у термостаті, виявляли у 53% (табл. 3). У листопаді місяці у закладених пробах фекалій кількість життєздатних яєць фасціол, які знаходилися у довкіллі 30 діб, становили 50%.

У подальших дослідженнях кількість яєць фасціол, яка залишилася життєздатною, зменшувалася у грудні – до 42,0%, у січні – 41,0%, у лютому – 40,0%, у березні – до 34,0%, у квітні – до 30%. У травні виявлені тільки 20,0 % яєць фасціол, у середині яких, після культивування у термостаті, розвивалися мірацидії.

**Таблиця 3. Життєздатність яєць фасціол у пробах фекалій закладених на поверхню ґрунту в жовтні 2012 р.**

| Місяці   | Яйця фасціол                |                         |    |                            |                                     |
|----------|-----------------------------|-------------------------|----|----------------------------|-------------------------------------|
|          | дослідна                    |                         |    | контрольна                 |                                     |
|          | досліджено,<br>всього, екз. | виявлено<br>живих, екз. | %  | усліджено,<br>всього, екз. | виявлено<br>із мірацидіями,<br>екз. |
| жовтень  |                             |                         |    | 100                        | 53                                  |
| листопад | 80                          | 40                      | 50 |                            |                                     |
| грудень  | 50                          | 21                      | 44 |                            |                                     |
| січень   | 50                          | 20                      | 41 |                            |                                     |
| лютий    | 50                          | 20                      | 40 |                            |                                     |
| березень | 50                          | 16                      | 34 |                            |                                     |
| квітень  | 50                          | 15                      | 30 |                            |                                     |
| травень  | 50                          | 10                      | 20 |                            |                                     |
| червень  | 50                          | -                       | -  |                            |                                     |

Отже, яйця фасціол у кліматичних умовах Житомирської області перезимували, проте, у квітні і травні 2012 року, при високій температурі повітря та зменшення вологості у пробах фекалій, яйця гельмінтів гинули.

При визначенні життєздатності яєць фасціол, які отримували від гельмінтів у лютому 2012 року, встановлено, що мірацидії розвивалися після культивування у термостаті становили 44,0%. (табл.4).

Таблиця 4. Життєздатність яєць фасціол у пробах фекалій закладених на поверхню ґрунту в лютому 2012 р.

| Місяці   | Яйця фасціол             |                      |   |                          |                               |
|----------|--------------------------|----------------------|---|--------------------------|-------------------------------|
|          | дослідна                 |                      |   | контрольна               |                               |
|          | досліджено, всього, екз. | виявлено живих, екз. | % | досліджено, всього, екз. | Виявлено із мірацидіями, екз. |
| лютий    |                          |                      |   | 100                      | 44                            |
| березень | 100                      |                      |   |                          |                               |
| квітень  | 50                       |                      |   |                          |                               |
| травень  | 56                       |                      |   |                          |                               |
| червень  | 57                       |                      |   |                          |                               |
| липень   | 56                       |                      |   |                          |                               |
| серпень  | 60                       |                      |   |                          |                               |
| вересень | 42                       |                      |   |                          |                               |

Після перебування яєць гельмінтів у довкіллі кількість життєздатних зменшувалася. У серпні у 5,0% яєць фасціол розвивалася міграція після їх культивування у термостаті. Отже, на життєздатність яєць гельмінтів негативно впливала висока температура повітря, яка у серпні становила 22,22 °С, та зменшення вологи у пробах фекалій.

У серпні яйця фасціол, які були отримані від гельмінтів у квітні 2012 року та після культивування у термостаті, мірацидії розвивалися у 63,0% (табл. 5). Після знаходження яєць фасціол у пробах фекалій упродовж 6 місяців життєздатними залишилися лише 8,0%. Отже, яйця гельмінтів виявилися не стійкими до високої температури повітря та зменшення вологи у пробах фекалій.

Таблиця 5. Життєздатність яєць фасціол у пробах фекалій закладених на поверхню ґрунту в квітні 2012 р.

| Місяці   | Яйця фасціол             |                      |      |                          |                            |
|----------|--------------------------|----------------------|------|--------------------------|----------------------------|
|          | дослідна                 |                      |      | контрольна               |                            |
|          | досліджено, всього, екз. | виявлено живих, екз. | %    | досліджено, всього, екз. | виявлено із мірацидіями, % |
| квітень  |                          |                      |      | 100                      | 63                         |
| травень  | 100                      | 61,0                 | 61,0 |                          |                            |
| червень  | 70                       | 35                   | 50,0 |                          |                            |
| липень   | 50                       | 23                   | 46,0 |                          |                            |
| серпень  | 50                       | 16                   | 34,0 |                          |                            |
| вересень | 50                       | 10                   | 20,0 |                          |                            |
| жовтень  | 50                       | 4                    | 8    |                          |                            |
| листопад | 42                       | -                    | -    |                          |                            |

Таким, чином дослідженнями встановлено, що життєздатними були яйця фасціол, які виділяли гельмінти в лабораторних умовах, весною та влітку, відповідно, 63 %. Проте, у серпні з яєць фасціол, які отримували від гельмінтів восени та взимку, мірацидій розвивався, відповідно, у 52%.

В навколишньому середовищі на виживаємість яєць гельмінтів впливали кліматичні умови. Останнім часом, у зв'язку з підвищенням температури повітря взимку, створилися умови уже перезимовування яєць фасціол на поверхні ґрунту Житомирської області.

### Висновки та перспективи подальших досліджень

1. На виживаність яєць гельмінтів позитивно впливав сніговий покрив, який захищав їх від низьких температур і давав тепловий ефект, за рахунок чого вони залишалися життєздатними.

2. Важливе значення мали опади (сніг і дощ), за рахунок яких у пробах фекалій поповнювалася волога, і яйця не піддавалися висиханню при підвищеній температурі.

3. Отже, певна кількість яєць фасціол залишилася життєздатною упродовж 6–8 місяців та перезимовували, а навесні становила загрозу для зараження проміжних хазяїв (молюсків) та поширення фасціольозу серед тварин.

Перспективи подальших досліджень будуть заключатися у вивченні репродуктивної здатності фасціол.

### Література

1. Дахно І. С. Епізоотологія, патогенез, при фасціольозі і дикроцеліозі жуйних тварин : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра вет. наук : спец. 03.08.18 / І. С. Дахно. – Харків, 2001. – 36 с.
2. Житова О. П. *Fasciola hepatica* L. (TREMATODA: FASCIODAE) у проміжних та остаточних хазяїв в умовах радіоактивного забруднення місцевості : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня. канд. біол. наук : спец. 03.00.08 – «Зоологія» / О. П. Житова. – К., 2003. – 20 с.
3. Клесов М. Д. Распространение фасциолеза в Украинской ССР / М. Д. Клесов // Ветеринария. – 1963. – № 1. – С. 10–14.
4. Демидов Н. В. Антигельминтики в ветеринарии / Н. В. Демидов // Ветеринария. – 1984. – № 3. – С. 50–51.
5. Мерешинский А. И. Кракосрочное прогнозирование и профилактика фасциолеза в Полесье УССР / А. И. Мерешинский // (Великие Луки, 21–23 июня 1977 г.). – М., 1977. – С. 60–66.
6. Сабо А. Е. Фасциолез животных и меры его профилактики в условиях мелиорации земель / А. Е. Сабо // Профилактика и борьба с нематодозами животных в зонах мелиорации земель : тез. док. Всесоюз. конф. (Баку, 1–3 июня 1989 г.). – М., 1983. – С. 138.
7. Кузьмович И. Г. Формирование очагов фасциолеза на западе Украины / И. Г. Кузьмович // Гельминтология сегодня: проблемы и перспективы : тез. докл. науч. конф. (Москва, 4–6 апреля 1989 г.). – М., 1999. – Т. I. – С. 175–176.
8. Дахно І. С. Епізоотологічні особливості фасціольозно-дикроцеліозної інвазії жуйних / І. С. Дахно // Вет. медицина України. – 1989. – № 5. – С. 32–33.

УДК: 636.39(4):637.12.05

Н. М. Зажарська

к. вет. н.

В. О. Грамма

Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет

### ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ МОЛОКА КІЗ НІМЕЦЬКОЇ БІЛОЇ, АЛЬПІЙСЬКОЇ ТА АНГЛО-НУБІЙСЬКОЇ ПОРІД

*Наведена порівняльна характеристика показників якості та сиропридатності молока кіз різних порід. Були відібрані індивідуальні проби молока від 21 кози англо-нубійської, німецької білої та альпійської порід. Кращі показники якості молока спостерігали у кіз англо-нубійської породи – самі високі показники жиру (2,62%), білка (3,01%), сухого знежиреного молочного залишку (8,2%), лактози (4,55%) та казеїну (2,46%). За вмістом жиру перевищення у кіз англо-нубійської породи було достовірним порівняно з молоком кіз альпійської породи ( $P < 0,05$ ). Також ранковий надій у середньому на 1 козу цієї породи був найвищим (340 мл). Середній вміст кальцію коливався від 94,7 до 169,8 мг/100г, перевищення його у кіз німецької білої породи було достовірним порівняно з молоком кіз альпійської породи ( $P < 0,05$ ). За вмістом соматичних клітин молоко вивчених порід відповідало вищому гатунку згідно з ДСТУ 7006:2009. У кіз німецької білої породи відмічали найменшу кількість соматичних клітин (271 тис/мл), також як і кращу сиропридатність молока.*

**Ключові слова:** козине молоко, сиропридатність, кальцій, казеїн, німецька біла, англо-нубійська, альпійська.

#### Постановка проблеми

В Україні налічується близько 300 господарств із різними формами власності, які спеціалізуються з розведення кіз [9], що недостатньо для усунення дефіциту в продуктах з козиного молока.

Однією з найпоширеніших порід кіз у молочному козівництві світу є зааненська, поряд з якою в деяких господарствах використовується альпійська і нубійська породи. Німецька біла коза отримана тривалим схрещуванням кіз місцевих порід у Німеччині з чистопородними козлами зааненської породи. Від зааненських кіз німецькі білі практично не відрізняються, хоча у останніх більш міцна конституція [2].

Так як кози різних порід істотно розрізняються за показниками продуктивності та складом молока, то виникає необхідність у проведенні всебічної оцінки цих тварин для найбільш ефективного і цілеспрямованого їх використання у виробництві сирів.

Вирішальним фактором у виробництві сирів є хімічний склад, фізичні властивості та мікробіологічні показники молока. Ці фактори визначають сиропридатність молока, тобто його здатність до згортання, утворення згустку належної щільності, а також здатність до бродіння і створення середовища,

необхідного для розвитку та діяльності корисних мікроорганізмів і насамперед молочнокислих бактерій [4, 7].

## **Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Аналіз опублікованих результатів досліджень фізико-хімічного складу молока різних порід кіз показав досить різні показники основних його компонентів (масової частки жиру, білка та казеїну).

Mauger J. et al. відзначали протеїн у козиному молоці зааненської і альпійської порід від 2,7 до 2,9% (у середньому 2,8%), жирність – 3,0-3,4% (у середньому 3,2%) [11]. За даними Yangilar F., середній вміст білка в молоці кіз зааненської породи становить 2,6%, нубійської в Англії – 3,6%, альпійської і зааненської у Франції – 3,2%, вміст жиру 3,5%, 4,9% і 3,6%, відповідно [12]. Результати досліджень Брюнчугіна В. В. показали, що найбільший вміст білка та казеїну має молоко альпійської породи кіз (3,7% та 2,9% ,відповідно) [1]. За даними Геррі G.F., вміст казеїну в козиному молоці коливається від 2,2% до 2,8% [10].

## **Мета, завдання та методика досліджень**

Завданням досліджень було порівняти фізико-хімічні показники та сиропридатність молока кіз різних порід.

Матеріалом дослідження було козине молоко, відібране у підсобному господарстві ТОВ ВКФ (товариство з обмеженою відповідальністю, виробничо-комерційна фірма) Укрсільгоспром (Дніпропетровська область, м. Підгороднє) у 2015 році.

Для проведення досліджень сформували 3 групи порід кіз: перша – 6 кіз англо-нубійської породи, друга – 8 кіз німецької білої породи та третя група – 7 кіз альпійської породи. Умови годівлі та утримання тварин були однаковими. Від кожної кози в у червні 2015 року відібрали індивідуальні проби молока у пластикові флакони, які транспортували при температурі +4°C протягом 2 годин.

Дослідження проводилися у лабораторії ветсанекспертизи факультету ветеринарної медицини ДДАЕУ (Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет). У молоці визначали фізико-хімічні показники на ультразвуковому аналізаторі молока «Ekomilk тип MILKANA KAM 98-2a»; кількість соматичних клітин – на віскозиметричному аналізаторі «СОМАТОС-М»; вміст кальцію – титриметричним методом за ГОСТ ISO 12081-2013; вміст казеїну – за методом Матіопулло; термостійкість – за алкогольною пробою (ГОСТ 25228-82); сиропридатність – за бродильною, сичужно-бродильною та сичужною пробамі за ГОСТ 9225-84. Сир виготовляли за загальноприйнятою методикою, з додаванням сичужного ферменту ТОВ «Семенко», виготовленого за ДСТУ 4457-2005. Вірогідність різниці між показниками визначали за критерієм Стюдента.



### Результати досліджень

За вмістом жиру найвищий показник відмічений у кіз англо-нубійської породи, який складав 2,62%, що на 0,38% більше, ніж у кіз німецької білої та на 0,56% більше, ніж у альпійської порід (рис. 1).

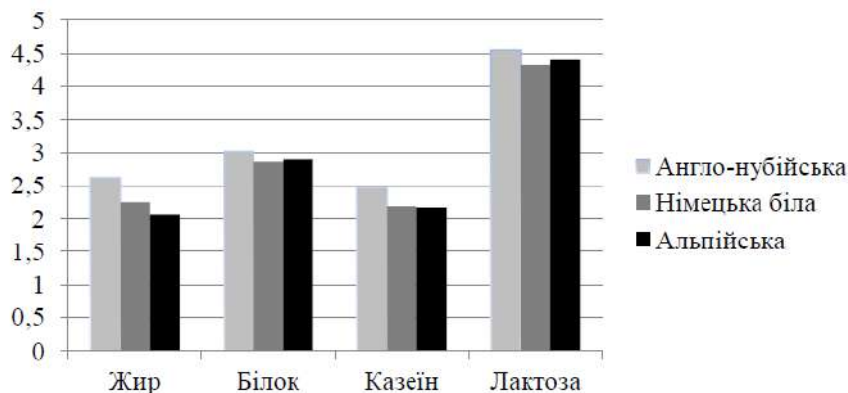


Рис. 1. Результати фізико-хімічних показників у молоці кіз різних порід, %

Перевищення за вмістом жиру в молоці англо-нубійських кіз було з вірогідною різницею ( $P < 0,05$ ) порівняно з козами альпійської породи. За результатами Рижкової Т.М., жир у молоці кіз у літній період становить 3,52% [8]. Прівняно з цими даними, молоко у досліджуваних кіз мало не дуже високу жирність, що пов'язано з низькою поживністю отримуваних козами кормів.

Зі зміною молоці вмісту жиру змінюється і вміст найбільшої складової частини сухого знежиреного молочного залишку, яка використовується в сироварінні – казеїну [5]. У наших результатах теж спостерігається така тенденція. За вмістом казеїну найвищі показники відзначені в молоці кіз англо-нубійської породи (2,46%), що на 0,28–0,30% більше, ніж у кіз німецької білої та альпійської порід. За даними Greppi G.F., вміст казеїну в козиному молоці коливається від 2,2% до 2,8% [10].

Для сироваріння також велике значення має відношення вмісту казеїну до жиру в молоці, так як від цього показника залежить жирність сиру [4]. Але цей показник дуже мінливий і залежить від сезонності, періоду лактації, умов годівлі та утримання тварин. Оптимальне співвідношення казеїну і жиру для виробництва сиру становить 0,7:1,0 [5]. За нашими даними, цей показник становить 0,94:1,0 у кіз англо-нубійської, 0,97:1,0 – німецької білої та 1,05:1,0 – альпійської порід. Збільшення співвідношення казеїну і жиру у зв'язку зі зниженням масової частки жиру в молоці призводить до більш високого вмісту

вологи у згустку і збільшення захоплення розчинних сухих речовин сироватки [5]. Сир вироблений з такого молока, буде мати низьку жирність.

Вміст білка у кіз німецької білої та альпійської порід знаходився майже на одному рівні (2,86–2,90%), що на 0,11–0,15% нижче, ніж у кіз англо-нубійської породи. За даними Yangilar F., середній вміст білка в молоці кіз складає 3,4% [12].

Коливання вмісту лактози в молоці дослідних тварин становили від 4,33% до 4,55%. Найвищий показник відзначався у кіз англо-нубійської породи.

За даними, наведеними у таблиці 1, найбільший ранковий надій був у англо-нубійських кіз, що становить 340 мл на 1 козу. Густина молока кіз різних порід знаходилася майже на одному рівні – 27–28°А. Показник титрованої кислотності молока кіз німецької білої породи був найнижчим у порівнянні з іншими. А рН молока цієї породи, навпаки, був найбільшим серед інших, тому, що цей показник знаходиться у зворотній залежності з титрованою кислотністю.

Таблиця 1. Показники якості і безпечності молока кіз різних порід

| Показник молока                                   | Англо-нубійська,<br>n=6                          | Німецька біла,<br>n=8      | Альпійська,<br>n=7 |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------|--------------------|
| Ранковий надій, мл                                | 340±139                                          | 291±210                    | 311±133            |
| Густина, °А                                       | 28,7±2,5                                         | 27,2±1,7                   | 27,9±2,5           |
| Сухий знежирений<br>молочний залишок<br>(СЗМЗ), % | 8,2±0,6                                          | 7,8±0,3                    | 7,9±0,6            |
| Кальцій, мг/100г                                  | 166,4±66,8                                       | 169,8±28,1 <sup>*2-3</sup> | 94,7±14,5          |
| Точка замерзання, °С                              | -0,539±0,041                                     | -0,511±0,025               | -0,530±0,042       |
| Кислотність, °Т                                   | 18,8±0,9                                         | 17,0±2,3                   | 17,7±2,4           |
| рН                                                | 6,57±0,06                                        | 6,66±0,12                  | 6,62±0,13          |
| Електропровідність, мС/см                         | 5,62±0,62                                        | 5,83±0,39                  | 5,75±0,93          |
| Соматичні клітини, тис/мл                         | 301±410                                          | 271±276                    | 477±701            |
| Алкогольна проба                                  | не витримує 68%-ну концентрацію етилового спирту |                            |                    |

Примітка: \* –  $P < 0,05$ ; <sup>2-3</sup> – відношення показників між групами (другої до третьої).

Мінімальне значення точки замерзання молока встановлено у кіз англо-нубійської породи –0,539°С. Виявлена зворотна залежність між показниками білка та температури замерзання: що чим вищий вміст білка в молоці кіз, тим нижче температура замерзання.

За даними Greppi G.F., вміст кальцію в козиному молоці, у середньому складає 124 мг/100г [10]. За нашими результатами досліджень, кількість кальцію в молоці кіз німецької білої породи складала 169,8 мг/100г, що майже вдвічі більше, ніж у кіз альпійської породи ( $P < 0,05$ ).

Вміст соматичних клітин у молоці вивчених порід кіз було менше 500 тис./мл, що відповідає козиному молоці вищого гатунку згідно з ДСТУ 7006:2009

[6]. При цьому, в молоці тварин німецької білої породи кількість соматичних клітин була майже вдвічі менша, ніж у молоці кіз альпійської породи.

При визначенні термостійкості молока кіз за алкогольною пробою встановлено, що коагуляція білків козиного молока відбувалася під впливом найнижчої (передбаченої для коров'ячого молока) – 68%-ної концентрації етилового спирту. Але за даними Брюнчугіна В.В., козине молоко може витримувати високотемпературний вплив в ультратермостаті при 130°C впродовж 30–37 хв. і піддаватися стерилізації при переробці [1].

Одним з основних показників придатності молока для виробництва сиру є здатність його згортатися під дією сичужного ферменту – з утворенням нормального за щільністю згустку. Тому пробу на швидкість згортання молока сичужним ферментом і утворення щільного згустку (сичужна проба) слід вважати одним з головних методів визначення сиропридатності молока. Кращим вважається молоко 2-го класів, на переробку якого і розрахований технологічний режим. Молоко 1 і 3 класу вимагає внесення змін у технологію виробництва [7]. При постановці сичужної проби найкращі результати отримали від кіз англо-нубійської породи (молоко від 40% тварин відносилось до 2-го класу), а найгірші – від кіз німецької білої та альпійської порід (25% відносилось до 2 класу).

Поряд із сичужною пробою на основі бродильної і сичужно-бродильної проб встановлюється мікробіологічна сиропридатність молока, що характеризується нормальним складом корисної молочнокислої мікрофлори. Кращим вважається молоко 1-го класу. За результатами бродильної проби, проведеної при температурі 37–40°C, судять про характер згустку [7]. При постановці бродильної проби молоко від 56,5% кіз альпійської, 50% німецької білої та 33% англо-нубійської порід не згорнулося, що свідчить про відсутність сторонньої мікрофлори. Найгірші результати спостерігали у кіз англо-нубійської породи – від 40% кіз отримали спучений губчастий згусток з великою кількістю мутної сироватки, що свідчить про наявність в молоці газоутворюючої мікрофлори (як правило, кишкової палички і маслянокислих бактерій). Таке молоко є не иропридатним.

На показник сичужно-бродильної проби впливає не тільки здатність молока до сичужного згортання, а й рівень обсіменіння газоутворюючою мікрофлорою [7]. Молочнокислі бактерії через 12 і 24 години утворюють рівний щільний згусток [4]. За даними проведення сичужно-бродильної проби, кращі показники були у кіз альпійської породи – 50% отриманого молока відносилось до 1-го класу, а найгірші спостерігали у кіз англо-нубійської породи – 83% отриманого молока відносилось до 3-го класу.

Недолік бродильної і сичужно-бродильної проб полягає в їх тривалості: результати стають відомими після того, як молоко вже відправлено на виробництво [3].

Після проведення досліджень у літній період були надані рекомендації підвищення якості та повноцінності раціону кіз. Також відмічено значне покращання показників козиного молока, зменшення кількості соматичних клітин у порівняно з результатами досліджень влітку.

### Висновки та перспективи подальших досліджень

1. Кращі показники якості молока спостерігали у кіз англо-нубійської породи – самі високі показники жиру, білка, сухих речовин, лактози, казеїну. За вмістом жиру перевищення у кіз англо-нубійської породи було достовірним порівняно з молоком кіз альпійської породи ( $P < 0,05$ ). Найбільший ранковий надій був у англо-нубійських кіз (340 мл).

2. Середній вміст кальцію коливався від 94,7 до 169,8 мг/100г, перевищення у кіз німецької білої породи було достовірним у порівнянні з молоком кіз альпійської породи ( $P < 0,05$ ). За вмістом соматичних клітин молоко вивчених порід відповідало вищому гатунку згідно з ДСТУ 7006:2009. Найнижчий показник відмічали у кіз німецької білої породи (271 тис/мл).

3. Крашу сиропридатність має молоко кіз німецької білої породи, найгіршу – молоко кіз англо-нубійської породи. Ноздрюватий (дірчастий) згусток говорить про наявність у молоці бактерій, які заважають згортанню молока.

Подальше вивчення впливу різних факторів на якісні характеристики молока кіз. Наприклад, вплив дегельмінтизації на показники безпечності, ліполіз у молоці.

### Література

1. Брюнчугин В. В. Продуктивность и технологические свойства молока коз зааненской, альпийской и нубийской пород : автореф. дис. на соискание учен. степени канд. с.-х. наук : спец. 06.02.10 «Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства» / В. В. Брюнчугин. – М., 2012. – 21 с.
2. Козы. Белая немецкая [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://farm.dp.ua>
3. Горбатова К. К. Химия и физика молока и молочных продуктов / К. К. Горбатова, П. И. Гунькова ; под общ. ред. К. К. Горбатовой. – СПб. : ГИОРД, 2012. – 336 с.
4. Гудков А. В. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты / А. В. Гудков. – М. : ДеЛи принт, 2004. – 804 с.
5. МакСуини П. Л. Г. Практические рекомендации сыроделам : пер. с англ. / П. Л. Г. МакСуини ; под ред. И. А. Шергиной. – СПб. : Профессия, 2010. – 374 с.
6. Молоко козине. Сировина. Технічні умови: ДСТУ 7006:2009. – [Чинний від 2010-01-01]. – К. : Держстандарт України, 2010. – 12 с. – (Національний стандарт України)

7. Николаев А. М. Технология сыра / А. М. Николаев, В. Ф. Малушко. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – М. : Пищевая промышленность, 1977. – 336 с.
8. Рыжкова Т. Н. Результаты исследований состава козьего молока и его микробиологических показателей, использованных при разработке ГОСТ Украины [Электронный ресурс] / Т. Н. Рыжкова. – Режим доступа: <http://www.sworld.com.ua/simpoz2/222.pdf>.
9. Тихая А. Коза белая, коза серая, всем в хозяйстве хороша / А. Тихая // Молочное дело. – 2007. – № 7. – С. 38–39.
10. Greppi G. F. Protein components of goat's milk / G. F. Greppi, P. Roncada, R. Fortin // Dairy goats feeding and nutrition. / eds. G. Pulina, A. Cannas. – 2.ed. – Bologna : CAB International, 2008. – P. 71–94.
11. Critères de qualité pour le lait de chèvre et de brebis / J. Maurer, T. Berger, R. Amrein, W. Schaeren // Agroscope Liebefeld-Posieux – ALP forum n° 97, 2013. – P. 1–16.
12. Yangilar F. As a potentially functional food: goats' milk and products / F. Yangilar // Journal of Food and Nutrition Research. – 2013. – Vol. 1 (4). – P. 68–81.

УДК 636.92:637.5

В. А. Котелевич

к. вет. н.

Житомирський національний агроекологічний університет

### М'ЯСО КРОЛІВ – ВАЖЛИВИЙ РЕЗЕРВ ОРГАНІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ

*Забезпеченню населення екологічно чистими продуктами сприяє органічне виробництво кролятини, яка є високопоживним, екологічно чистим дієтичним продуктом. Розвиток галузі спеціалізованого органічного м'ясного кролівництва для українського сьогодення має великі економічні переваги, порівнюючи з іншими напрямками м'ясного тваринництва. Порівняльним аналізом якості мяса кролів каліфорнійської скоростиглої та фландрів встановлено, що жива вага, забійний вихід м'язової тканини, обмускульність тушок залежать від породи та пори року. Продуктивність кролів у весняно – літній період вища, ніж в осінньо-зимовий. Найбільшої живої та забійної ваги досягли 4-ох місячні кролі, вирошені у весняно-літній період, відповідно: бельгійський велетен (фландр)  $3375 \pm 27,0$  г та каліфорнійці –  $2956,5 \pm 6,74$  г.*

**Ключові слова:** кролятина, органічна продукція, екологічно чиста і безпечна, жива і забійна вага.

### Постановка проблеми

Безпека та якість харчових продуктів і продовольчої сировини є одним з основних факторів, що забезпечують здоров'я населення і збереження його генофонду [4]. На вимогу закону України «Про безпечність та якість харчових продуктів» [3] та інших нормативно-правових актів, з урахуванням положень

7. Николаев А. М. Технология сыра / А. М. Николаев, В. Ф. Малушко. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – М. : Пищевая промышленность, 1977. – 336 с.
8. Рыжкова Т. Н. Результаты исследований состава козьего молока и его микробиологических показателей, использованных при разработке ГОСТ Украины [Электронный ресурс] / Т. Н. Рыжкова. – Режим доступа: <http://www.sworld.com.ua/simpoz2/222.pdf>.
9. Тихая А. Коза белая, коза серая, всем в хозяйстве хороша / А. Тихая // Молочное дело. – 2007. – № 7. – С. 38–39.
10. Greppi G. F. Protein components of goat's milk / G. F. Greppi, P. Roncada, R. Fortin // Dairy goats feeding and nutrition. / eds. G. Pulina, A. Cannas. – 2.ed. – Bologna : CAB International, 2008. – P. 71–94.
11. Critères de qualité pour le lait de chèvre et de brebis / J. Maurer, T. Berger, R. Amrein, W. Schaeren // Agroscope Liebefeld-Posieux – ALP forum n° 97, 2013. – P. 1–16.
12. Yangilar F. As a potentially functional food: goats' milk and products / F. Yangilar // Journal of Food and Nutrition Research. – 2013. – Vol. 1 (4). – P. 68–81.

УДК 636.92:637.5

В. А. Котелевич

к. вет. н.

Житомирський національний агроєкологічний університет

### М'ЯСО КРОЛІВ – ВАЖЛИВИЙ РЕЗЕРВ ОРГАНІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ

*Забезпеченню населення екологічно чистими продуктами сприяє органічне виробництво кролятини, яка є високопоживним, екологічно чистим дієтичним продуктом. Розвиток галузі спеціалізованого органічного м'ясного кролівництва для українського сьогодення має великі економічні переваги, порівнюючи з іншими напрямками м'ясного тваринництва. Порівняльним аналізом якості мяса кролів каліфорнійської скоростиглої та фландрів встановлено, що жива вага, забійний вихід м'язової тканини, обмускульність тушок залежать від породи та пори року. Продуктивність кролів у весняно – літній період вища, ніж в осінньо-зимовий. Найбільшої живої та забійної ваги досягли 4-ох місячні кролі, вирошені у весняно-літній період, відповідно: бельгійський велетень (фландр)  $3375 \pm 27,0$  г та каліфорнійці –  $2956,5 \pm 6,74$  г.*

**Ключові слова:** кролятина, органічна продукція, екологічно чиста і безпечна, жива і забійна вага.

#### Постановка проблеми

Безпека та якість харчових продуктів і продовольчої сировини є одним з основних факторів, що забезпечують здоров'я населення і збереження його генофонду [4]. На вимогу закону України «Про безпечність та якість харчових продуктів» [3] та інших нормативно-правових актів, з урахуванням положень

Міжнародного законодавства Codex alimentarius Державна ветеринарна та фітосанітарна служба України прийняла до впровадження в практику ветеринарної медицини «Настанову з належної виробничої та гігієнічної практики (GMP/GHP)» виробництва м'яса» [10], згідно з якою, «умови вирощування тварин з метою виробництва м'яса повинні сприяти виробництву безпечного і якісного м'яса». Отже, серед глобальних проблем сьогодення першочергове значення має питання забезпечення населення екологічно чистими продуктами.

Беручи до уваги вищезазначене, в умовах розвитку ринку продукції сільського господарства та її переробки важлива роль належить органічному виробництву, особливо продукції тваринництва. В Україні прийнята відповідна законодавча база, що регламентує принципи, правила та методи органічного виробництва. Зокрема, Закон України «Про виробництво та обіг органічної сільськогосподарської продукції та сировини», який розроблено з урахуванням вимог Постанови Ради Європи (ЄС) N0834/2007, «Про органічне виробництво та маркування органічних продуктів та про скасування Регламенту (ЄЕС) No 2092/91», Постанови Комісії ЄС 889/2008 від 5 вересня 2008 р. «Детальні правила щодо органічного виробництва, маркування і контролю для впровадження Постанови Ради (ЄС) No 834/2007 стосовно органічного виробництва і маркування органічних продуктів», Кодексу Аліментаріус «Керівні положення з виробництва, перероблення, маркування та реалізації органічних продуктів».

**Перевагами органічного виробництва** можна назвати: вищий більш ніж вдвічі рівень цін на органічну продукцію; відсутність конкуренції; зниження шкідливого впливу на оточуюче середовище, особливо ґрунт; покращення екологічної ситуації в сільській місцевості, державна фінансова підтримка (пільги, дотації); атестація і сертифікація. Відмінні смакові якості, відсутність шкідливих домішок, високі стандарти якості органічної продукції, мають позитивний вплив на наш організм, охороняють наше здоров'я..

Посприяти вирішенню цієї проблеми може кролятина, яка за всіма параметрами відповідає сучасним потреба.

### **Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Кролівництво, поза сумнівом, залишається однією з найперспективніших галузей українського тваринництва. Кролики - це не лише легкозасвоюване дієтичне м'ясо, але й прибутковий бізнес, оскільки кролики мають короткий цикл відтворення, стрімке збільшення живої маси та невибагливі до кормів [1,8].

Необхідно зазначити, що у кролятині дуже мало солей натрію і холестерину, що робить її незамінною складовою дієтичного харчування. Це біле м'ясо і білку в ньому значно більше, ніж у баранині, яловичині або свинині (на 22–23%). Кролятина засвоюється на 90%, а білок яловичини – лише 60%. Білок кролячого

м'яса характеризується сприятливим фізіологічно узгодженим співвідношенням незамінних та замінних амінокислот. У кролятині є усі незамінні амінокислоти. До того ж в окороку і поперековій частині більше триптофану, валіну, метіоніну, цистину, гістидину, треоніну, а у м'язах лопатки, спини і грудної частини тушки – аргініну, фенілаланіну. Важливість вмісту незамінних амінокислот у продуктах харчування людини пояснюється їх функціями в організмі. Так, валін бере участь у функціонуванні центральної нервової системи, підтримує м'язовий тонус, фенілаланін та тирозин допомагає у синтезі гормонів тироксину й адреналіну, метіонін та цистин контролюють обмін сірки, стимулюють процеси метилювання при синтезі креатину та адреналіну. М'ясо кролів перевершує також майже всі види м'яса за вітамінним і мінеральним складом [8,10,12].

Крім того, проведеними нами радіометричними дослідженнями м'яса кролів з приватних господарств північних районів Житомирської області, забруднених радіонуклідами внаслідок аварії на ЧАЕС [13,14], встановлено, що питома активність м'яса кролів 4-ох місячного віку була на рівні  $8,8 \pm 0,8$  Бк/кг за вмістом цезію-137 та  $3,5 \pm 0,7$  Бк/кг за вмістом стронцію – 90. У м'ясі кролів старшого віку ці показники становили відповідно  $12,3 \pm 1,2$  і  $8,2 \pm 1,5$  Бк/кг (при нормі 200 Бк/кг і 20 Бк/кг). Це свідчить про те, що вміст радіонуклідів у кролятині дуже низький.

За літературними джерелам, медиків все більш хвилює захворюваність людей різного віку атеросклерозом, гепатитом, холециститом, в основі яких часто лежить дисбаланс поживних речовин в організмі, порушення жирового обміну. Кролятина найкраще відповідає завданню підвищення повноцінності білкового живлення і зниженню в раціоні рівня жирів, особливо насичених. У 100 г кролятини є всього 25 мг холестерину, проте наявний ліпоїд лецитин, який стримує синтез холестерину.

Завдяки всім цим якостям м'ясо кролів – одне з найдорожчих в світі. Наприклад, ціна кілограма кролятини в ЄС наближається до 8–9 євро [2,11,12].

Чистота і збалансоване харчування – основа здорового способу життя, якого прагне будь-яка людина. Такі самі умови покладено в основу успішного утримання кролів й отримання від цього сталих прибутків. Китай, Японія, Італія, Франція давно опанували виробництво і споживання кролятини, тому й живуть значно довше, ніж пересічні українські громадяни. У їжу вживають м'ясо кролика, вихід якого становить близько 56% від загальної ваги, та печінку. Ці продукти рекомендовані дітям перших років життя, людям екстремальних професій. М'ясо також здатне знижувати дозу прийнятої радіації, виліковувати виразки, допомагати післяопераційним хворим, покращувати обмін речовин.

Розвиток галузі спеціалізованого органічного м'ясного кролівництва для українського сьогодення має великі економічні переваги, порівнюючи з іншими напрямками м'ясного тваринництва. Це піднесе цю галузь на високий рівень розвитку та дасть на ринок тисячі тон високопоживного, екологічно чистого,



дієтичного м'яса і хутрової сировини [5,6]. Однак, кролик, як продуктивна тварина, ще дуже мало досліджений. Зокрема, не вирішена проблема комплексної порівняльної оцінки якості м'яса кролів різних порід та вікових груп [1,11].

## Мета, завдання та методика досліджень

Враховуючи вищенаведене, метою наших досліджень було проведення порівняльної ветеринарно-санітарної оцінки якості кролятини двох порід залежно від пори року.

Об'єктом виробничих досліджень були кролики віком 4 місяці, вирощені у приватному господарстві с. Глибочиця, сертифіковані за породами каліфорнійська скоростигла, бельгійський велетень (фландр). Для дослідження було сформовано за принципом аналогів 4 групи кролів по 6 голів (по дві у весняно-літню та осінньо-зимову пори року).

Перед забоєм визначали індекс збитості (обхват за лопатками, поділений на довжину тулуба і помножений на 100%). Забій тварин проводився в умовах приватного господарства із дотриманням ветеринарно-санітарних вимог. Після забою тушки підлягали ветеринарно-санітарному огляду згідно з „Правилами передзабійного ветеринарного огляду тварин та ветеринарно-санітарної експертизи м'яса і м'ясних продуктів” (2002). Лабораторні дослідження проводили на кафедрі паразитології, ветеринарно-санітарної експертизи та зоогігієни ЖНАЕУ. Якість м'яса визначали шляхом анатомічного розділу та проведенням комплексної ветеринарно-санітарної експертизи за загальноприйнятими методами. Визначення органолептичних показників м'яса кролів і бульйону проводили за 5-ти бальною шкалою У всіх серіях дослідів величину рН визначали у водних витяжках попереково-куприкових м'язах тушок досліджуваних кролів, кваліфікованих по 1-й категорії вгодованості, через 12 годин після забою при зберіганні м'яса за температури від 0 до +2 °С. Всі результати досліджень оброблені статистично за допомогою комп'ютерної програми Microsoft Excel – 2003 з урахуванням таблиці Ст'юдента.

## Результати досліджень

Встановлено, що у тушках кролів досліджуваних порід, які вирощені у господарстві, благополучному щодо інфекційних та інвазійних захворювань, патологоанатомічні зміни відсутні. Всі тушки кролів за вгодованістю першої категорії. Комісійно дегустаційною оцінкою проб м'яса кролів 4-ох місячного віку порід каліфорнійська скоростигла та бельгійський велетень (фландр) визначено, що воно має високі, практично рівноцінні, органолептично-дегустаційні характеристики. За смаком, ніжністю, соковитістю, кольором та ароматом загальний середній бал у весняно-літній та осінньо-зимовий періоди відповідно становив: каліфорнійська скоростигла – 4,7–4,8, і 4,6–4,7;

бельгійський велетнь (фландр) – 4,8–5,0 і 4,7–4,8 балів. Бульйон з м'яса піддослідних кролів мав ніжний, витончений аромат та смак, добру прозорість і отримав такі бали за 5-ти бальною системою каліфорнійська скоростигла і фландрі відповідно становив у весняно-літній період – 5,0 та в осінньо-зимовий період – 4,8 балів.

Встановлено, що більш низькою була рН м'яса кролів каліфорнійської скоростиглої породи. Це свідчить про дещо більше накопичення молочної кислоти внаслідок розщеплення глікогену. Отже, вміст глікогену в м'ясі каліфорнійців дещо вищий, ніж у фландрів.

Порівняльний аналіз вологоутримуючої здатності проб м'яса показав, що дещо вищу має м'ясо бельгійського велетня (табл. 1). Отже більш ніжною та соковитою після кулінарної обробки буде м'ясопродукція від 4-ох місячних кроленят породи бельгійський велетень.

*Таблиця 1. Показники вологоутримуючої здатності м'яса 4-ох місячних кролів залежно від породи та пори року (М±м, n=8;  $\chi^2$ -P<0,001;  $\chi^{2*}$ -P<0,01)*

| Показники                                        | Каліфорнійська порода |               | Бельгійський велетень (фландр) |               |
|--------------------------------------------------|-----------------------|---------------|--------------------------------|---------------|
|                                                  | весна-літо            | осінь-зима    | весна-літо                     | осінь-зима    |
| Вміст зв'язаної води, % до маси м'яса (ЗВМ)      | 63,9 ± 0,68*          | 63,87 ± 0,65  | 67,1 ± 0,67*                   | 66,7 ± 0,64*  |
| Вміст зв'язаної води, % до загальної вологи(ЗВВ) | 82,38 ± 0,45*         | 81,56 ± 0,38* | 97,17 ± 0,87*                  | 96,23 ± 0,78* |

Кулінарні характеристики м'яса відображає вміст зв'язаної води у відсотках до маси м'яса. Вміст зв'язаної води у відсотках до загальної вологи використовується з метою визначення глибини аутолітичних змін у м'ясі та можливості його використання для промислової переробки. За результатами наших досліджень, найбільш придатним для використання в промислових умовах є кролятина 4-ох місячних фландрів (табл. 1). Забійний вихід, вихід м'язової тканини, обмускуленість тушок, вихід кісток у тушках кролів неоднакові і залежать від породних особливостей тварин та пори року. Найбільший забійний вихід визначено (табл. 2) у 4-ох місячних кролів породи бельгійський велетень (фландр) та у каліфорнійської скоростиглої у весняно-літній період.

Показники забійного виходу бельгійського велетня (весняно – літнього періоду) є максимально наближеними до еталонних даних по скоростиглих породах кролів I-ї категорії вгодованості. За якими забійний вихід спеціалізованих м'ясних порід у 4-ох місячному віці може сягати від 50 до 56%.

**Таблиця 2. Міжпородні особливості пілязабійних показників 4-х місячних кролів залежно від породи та пори року**  
( $M \pm m$ ,  $n=8$ ;  $\chi^* - P \leq 0,01$ ;  $\chi^{**} - P \leq 0,05$ ;  $\chi^{***} - P \leq 0,001$ )

| Показники                         | Каліфорнійська порода |                     | Бельгійський велетень (фландр) |                   |
|-----------------------------------|-----------------------|---------------------|--------------------------------|-------------------|
|                                   | весна-літо            | осінь-зима          | весна-літо                     | осінь-зима        |
| Жива маса перед забоем, г.        | 2956,6 $\pm$ 6,74     | 2940,0 $\pm$ 48,48  | 3375,0 $\pm$ 27,0              | 3129,5 $\pm$ 4,02 |
| Маса шкурки, г                    | 498,6 $\pm$ 12,02     | 487,7 $\pm$ 12,59   | 451,05 $\pm$ 4,9               | 522,7 $\pm$ 3,9   |
| Забійна маса тушки, г             | 1502,48 $\pm$ 5,89    | 1459,29 $\pm$ 17,94 | 1912,03 $\pm$ 19,4             | 1590,3 $\pm$ 3,1  |
| Забійний вихід, %                 | 50,75 $\pm$ 0,63      | 49,65 $\pm$ 0,55    | 56,51 $\pm$ 0,2                | 50,83 $\pm$ 0,61  |
| Маса серця, легень та печінки, г  | 150 $\pm$ 1,42        | 137,93 $\pm$ 5,58   | 168 $\pm$ 2,48                 | 169 $\pm$ 2,8     |
| Маса анатомічних частин тушки, г: |                       |                     |                                |                   |
| Плечолопаткової                   | 223,55 $\pm$ 1,66     | 237,65 $\pm$ 1,77   | 235,85 $\pm$ 7,0               | 223,08 $\pm$ 1,65 |
| Тазостегнової                     | 511,1 $\pm$ 3,24      | 478,38 $\pm$ 6,27   | 553,73 $\pm$ 10,3              | 511,9 $\pm$ 2,8   |
| Шийно грудної                     | 415,5 $\pm$ 3,06      | 356,63 $\pm$ 6,6    | 550,13 $\pm$ 2,6               | 419,8 $\pm$ 2,18  |
| Попереково-куприкової             | 352,4 $\pm$ 3,54      | 379,93 $\pm$ 6,73   | 553,7 $\pm$ 2,6                | 435,5 $\pm$ 3,67  |

Індекс збитості становив: у 4-ох місячних фландрів весняно-літнього та осінньо-зимового періоду відповідно – 77,07 $\pm$ 0,36% і 77,09 $\pm$ 0,38%, у їх аналогів каліфорнійської скоростиглої породи – 79,74 $\pm$ 1,22% і 78,73 $\pm$ 1,18% ( $P < 0,05$ ). За індексом збитості всі тварини віднесені до ейрісомного конституційного типу.

Важливим для оцінки м'ясної продуктивності кролів є показник абсолютної маси м'якоті, яка включає в собі вагу м'язів та жиру. Серед 4-ох місячних кролів найбільшу абсолютну масу м'якоті (табл.3) мають фландри весняно – літнього періоду. Найбільший забійний вихід встановлено у 4-ох місячних кролів у весняно-літній період.

**Таблиця 3. Морфологічний склад тушок 4-х місячних кроликів залежно від пори року** ( $M \pm m$ ,  $n=4$ ;  $\chi^* - P \leq 0,01$ ;  $\chi^{**} - P \leq 0,05$ ;  $\chi^{***} - P \leq 0,001$ )

| Показники                                                                        | Каліфорнійська порода |                     | Бельгійський велетень (фландр) |                  |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------|--------------------------------|------------------|
|                                                                                  | весна-літо            | осінь-зима          | весна-літо                     | осінь-зима       |
| Забійна маса тушки, г                                                            | 1502,48 $\pm$ 5,89    | 1459,29 $\pm$ 17,94 | 1912,03 $\pm$ 19,4             | 1590,3 $\pm$ 3,0 |
| Маса м'якоті без кісток, г                                                       | 1235,75 $\pm$ 5,53    | 1178,78 $\pm$ 9,83  | 1585,65 $\pm$ 19,6             | 1318,2 $\pm$ 2,8 |
| Вихід м'якоті, %                                                                 | 82,21 $\pm$ 0,41      | 80,79 $\pm$ 0,35    | 82,91 $\pm$ 0,23               | 82,9 $\pm$ 0,56  |
| <b>Маса м'якоті анатомічних частин тушки, % до загальної маси м'якоті тушки:</b> |                       |                     |                                |                  |
| плече-лопаткової                                                                 | 16,09 $\pm$ 0,16      | 17,83 $\pm$ 0,13    | 13,74 $\pm$ 0,36               | 17,63 $\pm$ 0,13 |
| тазо-стегнової                                                                   | 31,35 $\pm$ 0,52      | 35,62 $\pm$ 0,48    | 29,71 $\pm$ 0,38               | 33,75 $\pm$ 0,21 |
| шийно-грудної                                                                    | 26,61 $\pm$ 0,31      | 20,91 $\pm$ 0,22    | 27,15 $\pm$ 0,42               | 26,26 $\pm$ 0,38 |
| попереково-куприкової                                                            | 28,5 $\pm$ 0,66       | 25,65 $\pm$ 0,62    | 29,63 $\pm$ 0,32               | 28,43 $\pm$ 0,31 |
| <b>Відносна маса анатомічних частин тушки, % до маси м'ясної тушки:</b>          |                       |                     |                                |                  |
| плече-лопаткової                                                                 | 14,88 $\pm$ 0,02      | 16,39 $\pm$ 0,05    | 13,45 $\pm$ 0,24               | 14,17 $\pm$ 0,22 |
| тазо-стегнової                                                                   | 34,08 $\pm$ 0,51      | 32,97 $\pm$ 0,31    | 28,88 $\pm$ 0,31               | 33,41 $\pm$ 0,34 |
| шийно-грудної                                                                    | 27,65 $\pm$ 0,13      | 24,71 $\pm$ 0,11    | 29,06 $\pm$ 0,28               | 27,47 $\pm$ 0,21 |
| попереково-куприкової                                                            | 25,45 $\pm$ 0,37      | 26,17 $\pm$ 0,41    | 29,24 $\pm$ 0,19               | 28,81 $\pm$ 0,22 |

Жива маса серед скоростиглих порід кролів у 4-ох місячному віці у весняно – літній період року була вищою, ніж в осінньо – зимовий. Жива маса фландрів перевищувала цей показник їх аналогів каліфорнійської скоростиглої породи. Зокрема, у каліфорнійської скоростиглої –  $2956,5 \pm 6,74$  г (весняно-літній період) та  $2940,01 \pm 48,48$  г (осінньо – зимовий період), тоді як у їх аналогів бельгійський велетень (фландр) – відповідно  $3375,01 \pm 27,0$  г та  $3129,51 \pm 4,02$  г.

Таким чином, жива вага, забійний вихід м'язової тканини, обмускульність тушок залежать від породи та пори року. Продуктивність кролів у весняно – літній період вища, ніж у осінньо – зимовий. Забійний вихід м'яса у фландрів дещо вищий, ніж у каліфорнійців.

### Висновки та перспективи подальших досліджень

1. М'ясо кролів 4-ох місячного віку спеціалізованих м'ясних порід має високі, практично рівноцінні органолептично-дегустаційні показники. За смаком, ароматом, соковитістю, кольором (за 5-ти бальною системою) загальний середній бал у весняно-літній та осінньо-зимовий періоди відповідно становив: каліфорнійська скоростигла – 4,7–4,8, і 4,6–4,7; бельгійський велетень (фландр) – 4,8–5,0 і 4,7–4,8 бала..

2. Продуктивність кролів у весняно – літній період вища, ніж у осінньо – зимовий. Жива маса і забійний вихід м'яса у фландрів дещо вищі, ніж у кролів каліфорнійської скоростиглої породи.

3. В умовах розвитку ринку продукції сільського господарства та її переробки важлива роль належить органічному виробництву, особливо продукції кролівництва

Подальші дослідження будуть спрямовані на детальному вивченні особливостей та переваг ведення органічного кролівництва в сучасних умовах для підвищення економічної ефективності і пропаганди бройлерного кролівництва по господарствах усіх форм власності.

### Література

1. Александрова С.Н. Кролики: Разведение, выращивание, кормление / С. Н. Александрова, Т. И. Косова. – Донецк : Сталкер, 2005. – 157 с.
2. Барабаш Б. П. Возрождение звероводства в Польше / Б. П. Барабаш // Кролиководство и звероводство. – 2004. – № 6. – С. 27–28.
3. Про якість та безпеку харчових продуктів і продовольчої сировини [Електронний ресурс] : закон України від 23.12.97 р. № 771/97-ВР (зі змінами та допов.). – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/2809-15>.
4. Ільченко А. Освіта і наука – для розвитку сільського господарства / А. Ільченко // Вет. медицина України. – 2003. – № 1. – С. 3.
5. Калашник О. В. Проблемы восстановления кролиководства в Украине / О. В. Калашник, Н. В. Омельченко // Кролиководство и звероводство. – 2004. – № 4. – С. 30.

6. Коцюбенко Г. Т. Перспектива створення високопродуктивних кролеферм / Г. Т. Коцюбенко, Т. В. Кареліна // Тваринництво України. – 2004. – № 4. – С. 5–6.
7. Куцан О. Методичні підходи при експериментальному дослідженні валідаційних характеристик методик із визначенням залишкових кількостей токсикантів в об'єктах тваринного походження / О. Куцан, О. Калінін, Ю. Новожицька // Вет. медицина України. – 2005. – № 6. – С. 36.
8. Кулько К. С. Биологические особенности кроликов / К. С. Кулько // Кролиководство и звероводство. – 2004. – № 2. – С. 24.
9. Мишанин Ю. Ф. Витамины в мясе кроликов и нутрий / Ю. Ф. Мишанин, Р. Ю. Куц // Мясная индустрия. – 2003. – № 1. – С. 33–35.
10. Настанова з належної виробничої та гігієнічної практики (GMP/GHP) виробництва м'яса / О. М. Якубчак, Т. В. Таран, Л. В. Адаменко, В. О. Загребельний. – К. : Біопром, 2012. – 56 с.
11. Плотников В. Г. О полезности крольчатины / В. Г. Плотников // Кролиководство и звероводство. – 2004. – № 4. – С. 21.
12. Плотников В. Г. О тенденциях развития кролиководства в мире / В. Г. Плотников // Кролиководство и звероводство. – 2003. – № 2. – С. 13–15
13. Котелевич В. А. Кролятина – найкращий харчовий продукт у змінених екологічних умовах Поліського регіону / В. А. Котелевич, М. О. Бондар, О. Я. Михайленко // Вет. медицина України. – 2011. – № 8. – С. 36.
14. Котелевич В. А. Якість та безпека м'яса кролів, вирощених у приватному секторі Коростенського району Житомирської області / В. А. Котелевич, М. А. Невмержицька // Вет. медицина України. – 2013. – № 5. – С. 24–25.

УДК: 619:616.995.428

Л. В. Нагорна

к. вет. н.

Сумський національний аграрний університет

### ЕКТОПАРАЗИТОЗИ ВОДОПЛАВНОЇ ПТИЦІ В УМОВАХ ДРІБНОТОВАРНОГО ВЕДЕННЯ ГАЛУЗІ

*У статті наведено дані щодо видового та кількісного складу популяції тимчасових ектопаразитів, виявлених внаслідок паразитологічного та еколого-епізоотологічного обстежень птахівничих господарств із розведення водоплавної птиці (качок та гусей) за умови дрібнотоварного ведення галузі в умовах приватного сектора. Внаслідок проведення комплексу акароентомогічних досліджень було встановлено інвазування обстеженого поголів'я членистоногими – збудниками постійних ектопаразитів. На обстеженому поголів'ї виявлено паразитування малофаг декількох видів, домінуючими серед якихув качок були види *Trinoton guergueduiae*, гусей – *Anaticola crassicornis*. При цьому, встановили тропні місця локалізації ектопаразитів. В окремих господарствах виробничі приміщення були контаміновані збудниками тимчасових ектопаразитозів, зокрема, виявляли колонії червоного курячого кліща *Dermanyssus gallinae*. Визначено видовий склад виділеної акароентомофауни.*

**Ключові слова:** ектопаразити, качки, гуси, дерманісоз птиці, інтенсивність інвазії.

6. Коцюбенко Г. Т. Перспектива створення високопродуктивних кролеферм / Г. Т. Коцюбенко, Т. В. Кареліна // Тваринництво України. – 2004. – № 4. – С. 5–6.
7. Куцан О. Методичні підходи при експериментальному дослідженні валідаційних характеристик методик із визначенням залишкових кількостей токсикантів в об'єктах тваринного походження / О. Куцан, О. Калінін, Ю. Новожицька // Вет. медицина України. – 2005. – № 6. – С. 36.
8. Кулько К. С. Биологические особенности кроликов / К. С. Кулько // Кролиководство и звероводство. – 2004. – № 2. – С. 24.
9. Мишанин Ю. Ф. Витамины в мясе кроликов и нутрий / Ю. Ф. Мишанин, Р. Ю. Куц // Мясная индустрия. – 2003. – № 1. – С. 33–35.
10. Настанова з належної виробничої та гігієнічної практики (GMP/GHP) виробництва м'яса / О. М. Якубчак, Т. В. Таран, Л. В. Адаменко, В. О. Загребельний. – К. : Біопром, 2012. – 56 с.
11. Плотников В. Г. О полезности крольчатины / В. Г. Плотников // Кролиководство и звероводство. – 2004. – № 4. – С. 21.
12. Плотников В. Г. О тенденциях развития кролиководства в мире / В. Г. Плотников // Кролиководство и звероводство. – 2003. – № 2. – С. 13–15
13. Котелевич В. А. Кролятина – найкращий харчовий продукт у змінених екологічних умовах Поліського регіону / В. А. Котелевич, М. О. Бондар, О. Я. Михайленко // Вет. медицина України. – 2011. – № 8. – С. 36.
14. Котелевич В. А. Якість та безпека м'яса кролів, вирощених у приватному секторі Коростенського району Житомирської області / В. А. Котелевич, М. А. Невмержицька // Вет. медицина України. – 2013. – № 5. – С. 24–25.

УДК: 619:616.995.428

Л. В. Нагорна

к. вет. н.

Сумський національний аграрний університет

### ЕКТОПАРАЗИТОЗИ ВОДОПЛАВНОЇ ПТИЦІ В УМОВАХ ДРІБНОТОВАРНОГО ВЕДЕННЯ ГАЛУЗІ

У статті наведено дані щодо видового та кількісного складу популяції тимчасових ектопаразитів, виявлених внаслідок паразитологічного та еколого-епізоотологічного обстежень птахівничих господарств із розведення водоплавної птиці (качок та гусей) за умови дрібнотоварного ведення галузі в умовах приватного сектора. Внаслідок проведення комплексу акароентомогічних досліджень було встановлено інвазування обстеженого поголів'я членистоногими – збудниками постійних ектопаразитів. На обстеженому поголів'ї виявлено паразитування малофаг декількох видів, домінуючими серед якихув качок були види *Trinoton guergueduiae*, гусей – *Anaticola crassicornis*. При цьому, встановили тропні місця локалізації ектопаразитів. В окремих господарствах виробничі приміщення були контаміновані збудниками тимчасових ектопаразитозів, зокрема, виявляли колонії червоного курячого кліща *Dermanyssus gallinae*. Визначено видовий склад виділеної акароентомофауни.

**Ключові слова:** ектопаразити, качки, гуси, дерманісоз птиці, інтенсивність інвазії.

### Постановка проблеми

Птахівництво – одна з найбільш розвинених і технологічних галузей тваринництва. Поруч з розвитком потужних птахівничих комплексів, відмічається тенденція до зростання поголів'я у фермерських та присадибних господарствах. Незаперечним лідером за кількісним співвідношенням в різних типах господарств є кури яєчного та м'ясного напрямку продуктивності, оскільки за показниками собівартості курятина – одним з найдешевших видів м'яса. Проте, розведення водоплавної птиці (качок та гусей) поступово відвойовує втрачені в попередні десятиліття позиції, хоча не без труднощів, оскільки низька купівельна спроможність населення не дозволяє вживати м'ясо качок та гусей у повсякденному раціоні [6, 7]. Одним з найбільших світових виробників і споживачів качатини та гусятини є країни Азії, що у відсотковому співвідношенні становить близько 80 %. Більшість вітчизняних господарств, які займаються розведенням водоплавної птиці, на внутрішньому ринку реалізують м'ясо та молодняк, у той час як експортними варіантами є шлунки, качині язички, пух і перо [7].

Порівняно з суходільною, водоплавна птиця належить до відносно невибагливої за умовами годівлі та утримання, проте лише у випадку чіткого дотримання ветеринарно-санітарних аспектів [2, 5]. За промислового розведення, догляд, годівля та утримання поголів'я відбуваються за чіткими технологічними схемами; у приватних господарствах нерідко економлять на проведенні обов'язкових ветеринарно-санітарних обробок, що є причиною спалахів не лише інфекційних захворювань, але й низки хвороб паразитарної етіології. Відповідно, контролювати епізоотичну ситуацію серед поголів'я за розведення птиці у промислових масштабах простіше, проте у спалаху інфекцій, подолати до суттєвих економічних втрат призводить ураження птиці членистоногими – постійними та тимчасовими ектопаразитами, які є біологічними агентами, що впливають негативно на здоров'я та продуктивність птиці прямо та опосередковано [1–3, 7].

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Інвазування гусей та качок малофагами є однією з причин неспокою птиці, появи в неї супутніх клінічних ознак: анемії, надлишкової втрати пір'я, розкльовування, погіршення конверсії корму та перевищення витрат кормів [2, 3]. Якщо врахувати той факт, що пухохідці можуть бути носіями та резервантами збудників інфекційних та інвазійних захворювань, то загроза від їх перебування на птиці зростає в декілька разів. Світова ентомофауна нараховує понад 4000 видів пухохідів, з них лише 12 % паразитують на ссавцях, інші – є паразитами птиці [1, 3, 8].

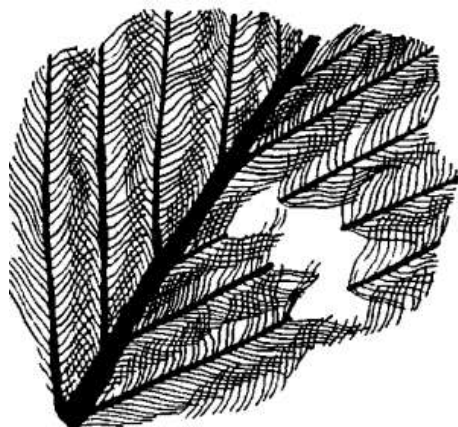


**Рис. 1. Схематичне зображення пошкодження пера водоплавної птиці за інвазування малофагами [2]**

До постійних ектопаразитозів водоплавної птиці, здебільшого, належать пухоїди та пероїди, так звані малофаги. У випадку перебування птиці у приміщеннях, контамінованих тимчасовими ектопаразитами, зокрема жуками-чорнотілками, клопами, курячим червоним (дерманісусним) кліщем, вказаних ектопаразитів також виділяють з особин водоплавної птиці [1–3, 7].

При сумісному паразитуванні різних видів ектопаразитів, їх біологічна загроза підвищується. За мікстинвазії кожен з видів збудників локалізується на тропних місцях в організмі, взаємодіючи з іншим видом ектопаразитів симбіотично. Антагоністичні відносини для різних видів ектопаразитів свійської птиці є нехарактерними [1–3, 7].

За ступенем специфічності щодо вибору господаря розрізняють ектопаразитів пов'язаних з одним господарем (живителем) – моноксенні або ультраспецифічні; господарями декількох видів одного роду – олігоксенні; господарями із декількох сімейств однієї родини – плейоксенні; господарями з різних сімейств і навіть класів – поліксенні [1–3, 7].

За кількісними показниками видів, моноксенних ектопаразитів найбільше, в той час як поліксенних за видовим різноманіттям істотно менше. Наявність значного різноманіття моноксенних ектопаразитів птиці вказує на взаємозв'язок з особливостями будови пір'яного покриву у різних видів птиці. Для пухоїдів, зазвичай, характерною особливістю є тропність перебування на окремих частинах тіла птаха. Ектопаразити, що належать до родин *Anatoecus*, *Philopterus*, *Penenirmus* здебільшого локалізуються на голові та шиї, в той час як у представників родин *Lipeurus*, *Anaticola*, *Columbicola* типовими місцями їх локалізації є підкрильцеві області та спина [1–3, 7].



Аналіз літературних джерел вітчизняних та зарубіжних науковців вказав на досить обмежену кількість інформації щодо ураження водоплавної птиці курячим кліщем, тому нами була акцентована увага інвазуванню тимчасовими ектопаразитами.

### **Мета, завдання та методика досліджень**

З метою встановлення наявності, а також видового складу збудників арахноентомозів на об'єктах птахівництва й господарствах із розведення водоплавної птиці, було проведено паразитологічні та ентомологічні обстеження окремих приватних господарств, де утримують качок і гусей, в Полтавській, Сумській, Харківській та Чернігівській областях. Обстеженню піддавали безпосередньо пташники, де утримувалися виключно водоплавні, а також приміщення зі сумісного утримання продуктивної птиці, території поблизу, місця гніздування синантропних птахів.

Паразитологічному дослідженню було піддано поголів'я водоплавної птиці (качок та гусей) за дрібнотоварного ведення галузі у підсобних господарствах. В цілому обстежили 340 особин гусей та 285 особин різностатевих качок. Незважаючи на те, що у більшості випадків у харчовому ланцюзі пухоїдів наявні пташиний пух, епідерміс, відмерлі або ж зроговілі часточки шкіри, переміщення ектопаразитів тілом птахів спричиняє у них надзвичайний неспокій, свербіж внаслідок механічного подразнення рецепторів шкіри, втрату перового покриву. Тому, впродовж доби періодично спостерігали за поведінковими реакціями поголів'я. Для легшого виявлення використовували термотропізм пухоїдів. Оскільки пухоїди, зокрема водоплавні птиці, мають більші розміри, ніж суходільні, то вони досить легко виявлялися при денному освітленні шляхом візуального огляду підкрильцевих областей, спини, ділянок навколо клоаки та інших тропних місць малофаг.

Для визначення контамінації приміщень тимчасовими ектопаразитами, ретельному візуальному огляду піддавали приміщення, де утримувалася птиця. Особлива увага приділялася на поверхні конструктивного обладнання у пташниках, місця під засохлими кірками посліду, накопичення пилу, тріщини стін. У зазначених місцях відбирали проби. Ступінь інвазування ектопаразитами визначали за наступною схемою:

+ низький ступінь – кількість ектопаразитів, зібраних із трьох проб субстрату, не більше 10 екз.;

++ середній ступінь – кількість ектопаразитів, зібраних із трьох проб субстрату, не більше 100 екз.;

+++ високий ступінь – кількість ектопаразитів, зібраних із трьох проб субстрату, не більше 500 екз.;

++++ дуже високий ступінь – кількість ектопаразитів, зібраних із трьох проб субстрату, понад 500 екз.

За високого ступеня інвазування та тривалого перебування на птиці спостерігаються: дерматити, гіперкератози шкіри, різноманітні травматичні пошкодження шкірного покриву, які часто птиця наносить собі сама внаслідок нестерпного свербіжу, катаральні та фібринозні кератокон'юнктивіти. Для виявлення зазначених змін, птахів піддавали ретельному індивідуальному візуальному огляду.

В усіх обстежених господарствах поголів'я утримувалося вільно-вигульним способом, із використанням пасовищ та водойм, у холодний період року – в неопалюваних приміщеннях, з вільним доступом назовні. Птиця мала змогу контактувати з іншими видами свійської продуктивної птиці та синантропними птахами. Відповідно, нами були досліджені наявні поблизу місця гніздування синантропної птиці.

Зібраних ектопаразитів поміщали у скляні ємності, заповнені 70 % етиловим спиртом. У подальшому – піддавали морфологічному дослідженню та видовій ідентифікації, за використання як оптичної, так й електронної мікроскопії.

## Результати досліджень

Основна частина виявлених нами малофаг локалізувалася в ділянці копчикової залози, клоаки, на задній, нижній, боковій частинах тіла, підкрильних ділянках. Зазначені місця локалізації пухоїдів були характерними як у качок, так і гусей. Після проведення видової ідентифікації відібраних з птиці ектопаразитів, домінантними виявились два – *Trinoton guerquedui* (у качок) та *Anaticola crassicornis* (у гусей).

Ектопаразити, що належать до родин *Anatoecus*, *Philopterus*, здебільшого локалізувалися на голові та шиї, в той час як у представників родин *Lipeurus*, *Anaticola* типовими місцями їх локалізації були підкрильцеві області та спина.

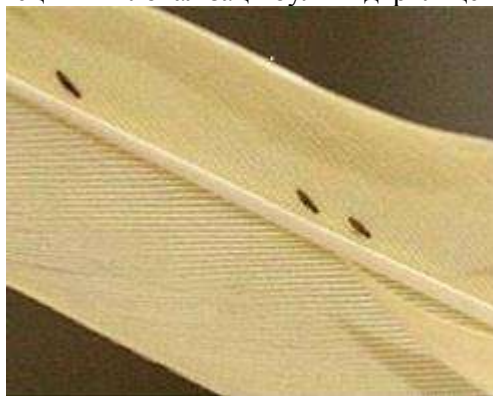


Фото 1. Малофаги на пері птаха

У господарствах, де утримувалася сумісно різновидова та різновікова продуктивна птиця, у разі виявлення малофаг на качках чи гусях, інвазування

постійними ектопаразитами відмічали й на іншій птиці (кури, індики), проте малофагами відмінних видів. З обстежених нами господарств, малофагози у водоплавних реєстрували у 72 %. У неблагополучних господарствах, щодо малофагозів водоплавної, інвазування відмічали впродовж року: І в середньому становила  $3,5 \pm 0,01$  екз./10см<sup>2</sup>.

Одночасно встановлено наявність в окремих господарствах (32 %) колоній курячого кліща *Dermanyssus gallinae*. Варто вказати, що в неблагополучних щодо дерманіозу господарствах кліща виявляли також у місцях гніздування синантропної птиці поблизу приміщень з утримання птиці. Згідно з кількісним підрахунком ектопаразитів з відібраних проб субстрату, ступінь інвазування високий та дуже високий. Популяція кліща зростала кількісно у період стійкого підвищення температур навколишнього середовища, знижуючись в осінньо-зимовий період, оскільки поголів'я птиці утримувалося в холодний період року у неопалюваних приміщеннях.

### Висновки та перспективи подальших досліджень

Внаслідок проведення вибіркового паразитологічного обстеження поголів'я у господарствах з розведення водоплавної птиці, за використання екстенсивних технологій ведення галузі, було встановлено інвазування качок малофагами виду *Trinoton guergueduiae* та гусей *Anaticola crassicornis*. Незалежно від виду водоплавної птиці виявляли ураження червоними курячими кліщами *Dermanyssus gallinae*.

Полягають у вивченні впливу на продуктивні якості водоплавної птиці ураження їх ектопаразитами за промислового та дрібнотоварного ведення галузей.

### Література

1. Al-Saffar T.M. Some hematological changes in chickens infected with ectoparasites in Mosul / T. M. Al-Saffar, E. D. Al-Mawla // Iraqi Journal of Veterinary Sciences. – 2008. – V. 22. – P. 95–100.
2. Buriro S.N. Incidence and occurrence of ectoparasites of poultry in Pakistan / S. N. Buriro, S. S. Akbar // Journal of Applied Entomology. – 2009. – V. 86. – P. 1–8.
3. Schieder T. Veterinarmedizinische Parasitologie / T. Schieder. – Stuttgart : Parey, 2006. – P. 663–648.
4. Алиев Ш. К. Новые данные о фауне эктопаразитов птиц Южного Дагестана / Ш. К. Алиев, В. Ш. Пашаев // Биологическое разнообразие Кавказа : материалы V междунар. науч. конф. – Магас, 2003. – С. 157–158.
5. Джавадов Э. Д. Ветеринарная профилактика в промышленном птицеводстве / Э. Д. Джавадов // Птица и птицепродукты. – 2008. – № 5. – С. 32–34.
6. Мельник В. Ринок водоплавної птиці / В. Мельник // Наше птахівництво. – 2012. – № 2. – С. 4–6.

7. Михно М. Качині історії / М. Михно // Наше птахівництво. – 2016. – № 1. – С. 12–15.

8. Пашаев В. Ш. Птичьи клещи семейств Argasidae и Dermanyssidae / В. Ш. Пашаев, Ш. К. Алиев // Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями : материалы докл. науч. конф. Всерос. о-ва гельминтологии. – М., 2004. – Вып. 5. – С. 305–307.

9. Сивков Г. С. Паразитарные болезни гусей Зауралья / Г. С. Сивков, В. Н. Домацкий, А. В. Сергушин // Ветеринария. – 1999. – № 12. – С. 25–28.

УДК 502.175:578:597.2/.5(477.81)

Т. В. Полтавченко

к. вет. н.

Національний університет водного господарства та природокористування

## СТАН ЗАХВОРЮВАНOSTІ РИБ НА КРУСТАЦЕОЗИ У РІВНЕНСЬКІЙ ОБЛАСТІ

*Крустацеози – хвороби ставової риби, що викликаються екзопаразитичними ракоподібними. У ставових риб паразитують представники двох рядів ракоподібних: веслоногі і зябровхості. Паразитичні рачки викликають епізоотії і загибель риби у ставових господарствах. У статті подано короткий опис розповсюджених крустацеозів, зміни в організмі риб, а також результати дослідження епізоотичного стану рибницьких господарств Рівненської області щодо них у 2008–2014 рр. Було досліджено 17 господарств різної форми власності, що займаються розведенням та вирощуванням риби. За період 2008–2014 рр. у лабораторіях Рівненської області відібрані екземпляри риби досліджувалися на такі захворювання, що викликаються паразитичними рачками, як лернеоз, аргульоз. Згідно з отриманими даними, в господарствах щороку реєструються дані захворювання. Для покращення санітарно-гігієнічного стану господарств, а також для запобігання виникнення інвазійних захворювань серед ставової риби проводився комплекс ветеринарно-санітарних та рибницько-господарських заходів, який включав: профілактичну дезінфекцію водойм, ветеринарний контроль за рибою, карантинування завезених плідників, а також літування ставків. Перераховані заходи забезпечили зниження захворюваності риб на крустацеози, що було зареєстровано у звітах.*

**Ключові слова:** крустацеози, аргульоз, лернеоз, коропові, заражені риби, дослідження, ставові господарства.

### Постановка проблеми

Рівненська область є благополучною щодо вірусних та бактеріальних захворювань, проте при планових моніторингових дослідженнях, що проводяться Рівненською державною регіональною лабораторією ветеринарної медицини, щорічно реєструються випадки захворювання риби на лернеоз, аргульоз, пісцикольоз.

7. Михно М. Качині історії / М. Михно // Наше птахівництво. – 2016. – № 1. – С. 12–15.
8. Пашаев В. Ш. Птичьи клещи семейств Argasidae и Dermanyssidae / В. Ш. Пашаев, Ш. К. Алиев // Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями : материалы докл. науч. конф. Всерос. о-ва гельминтологии. – М., 2004. – Вып. 5. – С. 305–307.
9. Сивков Г. С. Паразитарные болезни гусей Зауралья / Г. С. Сивков, В. Н. Домацкий, А. В. Сергушин // Ветеринария. – 1999. – № 12. – С. 25–28.

УДК 502.175:578:597.2/.5(477.81)

Т. В. Полтавченко

к. вет. н.

Національний університет водного господарства та природокористування

## СТАН ЗАХВОРЮВАНOSTІ РИБ НА КРУСТАЦЕОЗИ У РІВНЕНСЬКІЙ ОБЛАСТІ

*Крустацеози – хвороби ставової риби, що викликаються екзопаразитичними ракоподібними. У ставових риб паразитують представники двох рядів ракоподібних: веслоногі і зябровхості. Паразитичні рачки викликають епізоотії і загибель риби у ставових господарствах. У статті подано короткий опис розповсюджених крустацеозів, зміни в організмі риб, а також результати дослідження епізоотичного стану рибницьких господарств Рівненської області щодо них у 2008–2014 рр. Було досліджено 17 господарств різної форми власності, що займаються розведенням та вирощуванням риби. За період 2008–2014 рр. у лабораторіях Рівненської області відібрані екземпляри риби досліджувалися на такі захворювання, що викликаються паразитичними рачками, як лернеоз, аргульоз. Згідно з отриманими даними, в господарствах щороку реєструються дані захворювання. Для покращення санітарно-гігієнічного стану господарств, а також для запобігання виникнення інвазійних захворювань серед ставової риби проводився комплекс ветеринарно-санітарних та рибницько-господарських заходів, який включав: профілактичну дезінфекцію водойм, ветеринарний контроль за рибою, карантинування завезених плідників, а також літування ставків. Перераховані заходи забезпечили зниження захворюваності риб на крустацеози, що було зареєстровано у звітах.*

**Ключові слова:** крустацеози, аргульоз, лернеоз, коропові, заражені риби, дослідження, ставові господарства.

### Постановка проблеми

Рівненська область є благополучною щодо вірусних та бактеріальних захворювань, проте при планових моніторингових дослідженнях, що проводяться Рівненською державною регіональною лабораторією ветеринарної медицини, щорічно реєструються випадки захворювання риби на лернеоз, аргульоз, пісцикольоз.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Аналіз, доступних нам літературних джерел показав, що проведені в останні роки лабораторні дослідження, зареєстровані у звітах державних установ ветеринарної медицини, щорічно реєструвалися випадки захворювання ставової риби на крустацеози (лернеоз та аргульоз).

Розроблена комплексна діагностика крустацеозів, яка включає в себе аналіз епізоотологічних даних, клініко-анатомічну картину та результати мікроскопічного дослідження [3].

### Мета, завдання та методика досліджень

Метою дослідження було проаналізувати стан захворюваності риб на крустацеози у Рівненській області. Для аналізу використовувалися звіти Рівненської державної регіональної лабораторії ветеринарної медицини у Рівненській області.

Для постановки діагнозу були проведені мікроскопічні дослідження зіскрібків із поверхні тіла і зябер, аналіз кількісних показників.

### Результати досліджень

Захворювання викликають ракоподібні, що відносяться до класу Crustacea. У ставових риб переважно паразитують представники трьох рядів: 1) веслоногі (тіло сегментоване, мають парні яйцеві мішки); 2) зябровості (тіло злегка овальне, мішки відсутні); 3) рівноногі (тіло широке, овальне, сплюснене у спинно-черевному напрямку). Більшість ракоподібних розвиваються шляхом відкладення яєць, з яких виходять молоді рачки, що нагадують дорослих особин. Повне перетворення настає після науплійної і копеподної стадій. З хвороб найбільш часто зустрічаються ергазильоз, сінергазильоз, лернеоз, аргульоз, пісцикольоз [3].

**Лернеоз** – небезпечне інвазійне захворювання прісноводних коропових риб: сріблястого і золотого карасів, щуки, сазана, чорного амура, товстолобиків і буфало, що характеризується ураженням шкіри та утворенням абсцесів, виразок у місцях локалізації паразитів (рачків) [1, 4].

Збудниками захворювання лернеозу є паразитичні рачки з роду *Lernaea*, у коропових риб і буфало – частіше всього *L. cyprinacea*, *L. elegans*., якщо завезені ще в СРСР з рослиноїдними рибами, в яких паразитує *L. Stenopharyngodonis* [4].

Найбільше піддаються захворюванню мальки і цьоголітки, риби старшого віку піддаються інвазії менше. При ураженні дволітніх ставових риб відбувається втрата товарної якості та зниження росту на 30%.[5]

Клінічні ознаки лернеозу – у місці прикріплення паразита руйнування луски, крововиливи і утворення яскраво червоних виразок, у результаті чого риба втрачає товарний вигляд. Поселення лерней у ротовій порожнині призводить до виснаження і загибелі риби.

Захворювання може ускладнюватися розвитком на уражених ділянках сапролегній, паразитичних найпростіших і патогенної мікрофлори. У цього рибачка паразит може проникати через покриви до внутрішніх органів, ушкоджуючи печінку, кишківник, серце і навіть мозок, викликати скривлення хребта. Секрет отруйної залози рачків впливає на загальний фізіологічний стан риби, і проходять зміни у складі крові. Знижується кількість гемоглобіну, збільшується РОЕ та кількість моноцитів [2].

Динаміка досліджень, проведених лабораторіями Рівненської області на лернеоз в 2008-2014 рр., представлена у таблиці 1.

З таблиці 1 видно суттєве зниження захворюваності на лернеоз у водоймах Рівненської області внаслідок проведення санітарно-профілактичних заходів.

Аргульоз інвазійна хвороба риб, що викликається паразитичними рачками із ряду зябровхвостих (Branchiura).

Таблиця 1. Дослідження риби на лернеоз за 2008–2014 рр.

| Рік  | Загальна кількість екземплярів риби | Патолого-анатомічні дослідження | Мікроскопічні дослідження | Число позитивних результатів |
|------|-------------------------------------|---------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| 1    | 2                                   | 3                               | 4                         | 5                            |
| 2008 | 1346                                | -                               | 1346                      | 67                           |
| 2009 | 1412                                | -                               | 1412                      | 50                           |
| 2010 | 1485                                | -                               | 1485                      | 36                           |
| 2011 | 1421                                | -                               | 1421                      | 18                           |
| 2012 | 1403                                | -                               | 1403                      | 58                           |
| 2013 | 1432                                | -                               | 1432                      | 18                           |
| 2014 | 1052                                | -                               | 1052                      | 13                           |

Найчастіше зустрічаються три види аргулюсів. *Argulus foliaceus* (риб'яча воша) поширена в європейській частині, Сибіру, Середньої Азії, паразитує у різних прісноводних риб, переважно корокових; *A. coregoni* паразитує у лососевих і сигових риб, частіше зустрічається на Далекому Сході, *A. japonicus* виявлений у коропа та інших видів риб у водоймах Західної Європи, України, басейну Амура. Всі ці три види відносяться до родини Argilidae. Рачки паразитують на шкірі і висмоктують кров, доводячи рибу до виснаження, а нерідко і загибелі [5].

Тіло рачка овальне, округлої форми, складається зі злитих головогрудей і маленького черевця; спинна частина покрита щитком. Є очі, стилет, смоктальний хоботок, чотири пари плавальних ніжок. Розрізняються ці види рачків за величиною і формою хвостового плавця.

Самки відкладають ікру, яка містить яйця, на підводні камені, корчі, гідроспори, що щільно прикріплюється до субстрату. У кладці налічують до

250–300 яєць. Залежно від температури води, через 3–5 тижнів в яйцях розвиваються личинки. Вилуплюються з яєць личинки з довгими задніми антенами, несформованими присосками, вільно плавають у воді 2–3 дні і якщо за цей час не потраплять на рибу, то гинуть. На рибі личинки швидко ростуть, зазнають складний метаморфоз і через 2–3 тижні перетворюються на статевозрілих рачків. За літо вони можуть дати до трьох нових поколінь аргулюсів [5].

Аргулюси – теплолюбні рачки. Паразитують у риб різного віку, але найбільш чутливі до них цьогорітки коропів, форелі, білих і чорних амурів, буфало, сазанів, судаків, лящів та ін. Риби старших вікових груп частіше є носіями інвазії. Резервантами аргулюсів у природі можуть бути дикі смітні риби: окуні, триголкова колючка, карасі, йоржі, що мешкають у джерелах водопостачання і нагульних ставках. Максимальна зараженість риб спостерігається влітку в липні-серпні, до осені і взимку зараженість знижується. Рачки перезимовують на рибах, а навесні стають джерелом поширення інвазії. Личинкові стадії рачків із течією можуть переноситися у благополучні водойми і заражати риб.

Поселяючись на тілі риб, аргулюси хоботком проколюють шкіру і смочуть кров. У місцях прикріплення паразитів з'являється набряклість, крововиливи, почервонілі уражені ділянки. Утворюються дрібні ранки. Риба поводить себе неспокійно, неохоче бере корм, відстає у рості, ховається в заростях, третєся об них. Сильно уражені риби гинуть. В уражених риб зябра анемічні, тіло вкрите виразками, набрякле, розвивається некроз. Рачок вражає епідерміс, власне шкіру і навіть м'язи. Все це і обумовлює виникнення запального процесу. Секрет отруйної залози рачка, потрапляючи в ранку через хоботок, викликає токсикоз. Аргулюси можуть бути переносниками хвороб риб, таких, як скрябілланозу білих амурів і різних кровопаразитів.

Динаміка досліджень проведених лабораторіями Рівненської області на аргулюоз у 2008–2014 рр., представлена у таблиці 2.

Таблиця 2. Дослідження риби на аргулюоз за 2008–2014 рр.

| Рік  | Загальна кількість екземплярів риби | Патолого-анатомічні дослідження | Мікроскопічні дослідження | Число позитивних результатів |
|------|-------------------------------------|---------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| 1    | 2                                   | 3                               | 4                         | 5                            |
| 2008 | 1350                                | -                               | 1350                      | 39                           |
| 2009 | 1369                                | -                               | 1369                      | 50                           |
| 2010 | 1411                                | -                               | 1411                      | 36                           |
| 2011 | 1320                                | -                               | 1320                      | 13                           |
| 2012 | 1403                                | -                               | 1403                      | 29                           |
| 2013 | 1457                                | -                               | 1457                      | 9                            |
| 2014 | 1076                                | -                               | 1076                      | 12                           |

З таблиці 2 видно суттєве зниження зареєстрованих випадків захворювання на аргулюоз у водоймах Рівненської області порівняно з 2008–2011 рр.



## Висновки та перспективи подальших досліджень

Як видно з даних, санітарно-профілактичні заходи є ефективним методом зниження чисельності паразитів у водоймах Рівненської області.

Профілактика хвороб має бути загальнообов'язковою і здійснюватися на всіх етапах вирощування риби. Це дасть змогу підтримувати благополуччя Рівненської області щодо захворювання риб на крустацеози та уникнути значних економічних збитків.

## Література

1. Ветеринарно-санітарна експертиза з основами технології і стандартизації продуктів тваринництва / О. М. Якубчак, В. І. Хоменко, С. Д. Мельничук [та ін.]. – К., 2005. – 800 с.
2. Головина Н. А. Гематология прудовых рыб / Н. А. Головина, Н. Д. Тромбицкий. – Кишинев : Штилица, 1979. – 156 с.
3. Микитюк П. В. Справочник по болезням прудовых рыб / П. В. Микитюк, Е. Ф. Осадчая, Т. П. Погорельцева [та ін.] ; под ред. П. В. Микитюка. – К. : Урожай, 1984. – 248 с.
4. Справочник по болезням рыб; под ред. В. С. Осетрова. – М. : Колос, 1978. – 351 с.
5. Наконечна М. Г. Хвороби риб з основами рибництва / М. Г. Наконечна, О. Ф. Петренко, В. П. Ностой ; за ред. М. Г. Наконечної. – К. : Наук. світ, 2003. – 222 с.

УДК 636.7:591.444:619

**В. П. Фасоля**

д. вет. н.

Ветеринарна клініка «Шанс»

**І. П. Лігоміна**

к. вет. н.

Житомирський національний агроекологічний університет

## КЛІНІЧНІ СИМПТОМИ, ГЕМАТОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ТА ДИФЕРЕНЦІЙНА ДІАГНОСТИКА ЗА ГІПОТИРЕОЗУ СОБАК У ВІКОВОМУ АСПЕКТІ

*Проведені дослідження клінічних симптомів, гематологічних показників та з'ясовано диференційну діагностику у собак за гіпотиреозу. Встановлено, що гіпотиреоз взаємопов'язаний з віком у собак. У більшості хворих гіпофункція залози проявляється у віці від 3 до 8 років. Гіпотиреоз поєднуються з перебігом, характерним для А-вітамінної недостатності та анемії. Неспецифічними лабораторними тестами гіпотиреозу є еритроцитопенія та гіперферментемія.*

*Диференційна діагностика гіпотиреозу полягає у встановленні деяких внутрішніх хвороб у собак, при яких розвивається «еутиреїдний синдром» або так званий феномен*

## Висновки та перспективи подальших досліджень

Як видно з даних, санітарно-профілактичні заходи є ефективним методом зниження чисельності паразитів у водоймах Рівненської області.

Профілактика хвороб має бути загальнообов'язковою і здійснюватися на всіх етапах вирощування риби. Це дасть змогу підтримувати благополуччя Рівненської області щодо захворювання риб на крустацеози та уникнути значних економічних збитків.

## Література

1. Ветеринарно-санітарна експертиза з основами технології і стандартизації продуктів тваринництва/ О. М. Якубчак, В. І. Хоменко, С. Д. Мельничук [та ін.]. – К., 2005. – 800 с.
2. Головина Н. А. Гематология прудовых рыб / Н. А. Головина, Н. Д. Тромбицкий. – Кишинев : Штилица, 1979. – 156 с.
3. Микитюк П. В. Справочник по болезням прудовых рыб / П. В. Микитюк, Е. Ф. Осадчая, Т. П. Погорельцева [та ін.] ; под ред. П. В. Микитюка. – К. : Урожай, 1984. – 248 с.
4. Справочник по болезням рыб; под ред. В. С. Осетрова. – М. : Колос, 1978. – 351 с.
5. Наконечна М. Г. Хвороби риб з основами рибництва / М. Г. Наконечна, О. Ф. Петренко, В. П. Ностой ; за ред. М. Г. Наконечної. – К. : Наук. світ, 2003. – 222 с.

УДК 636.7:591.444:619

**В. П. Фасоля**

д. вет. н.

Ветеринарна клініка «Шанс»

**І. П. Лігоміна**

к. вет. н.

Житомирський національний агроекологічний університет

## КЛІНІЧНІ СИМПТОМИ, ГЕМАТОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ТА ДИФЕРЕНЦІЙНА ДІАГНОСТИКА ЗА ГІПОТИРЕОЗУ СОБАК У ВІКОВОМУ АСПЕКТІ

*Проведені дослідження клінічних симптомів, гематологічних показників та з'ясовано диференційну діагностику у собак за гіпотиреозу. Встановлено, що гіпотиреоз взаємопов'язаний з віком у собак. У більшості хворих гіпофункція залози проявляється у віці від 3 до 8 років. Гіпотиреоз поєднуються з перебігом, характерним для А-вітамінної недостатності та анемії. Неспецифічними лабораторними тестами гіпотиреозу є еритроцитопенія та гіперферментемія.*

*Диференційна діагностика гіпотиреозу полягає у встановленні деяких внутрішніх хвороб у собак, при яких розвивається «еутиреоїдний синдром» або так званий феномен*

*«нормальної хворої щитоподібної залози». Пухлини щитовидної залози реєструються у собак старших 9 років.*

**Ключові слова:** собаки, щитоподібна залоза, йод, обмін речовин, гормони, клінічні симптоми, гіпотиреоз, диференційна діагностика.

### Постановка проблеми

В останні роки часто діагностують ураження щитоподібної залози у тварин багатьох видів, у т. ч. і у собак [1]. Відомо декілька видів дисфункції щитоподібної залози у собак: гіпо- і гіпертиреоз, аденома і рак. Проте найчастіше переважає знижене утворення тиреоїдних гормонів, яке проявляється здебільшого гіпофункцією щитоподібної залози з розвитком гіпотиреозу і рідше – підвищеною секрецією тиреоїдних гормонів і пов'язане з цим виникнення дифузного токсичного зобу і синдрому тиреотоксикозу (гіпертиреозом) [2]. У собак середнього віку патологія щитоподібної залози зустрічається в 2 рази частіше, ніж серед інших вікових груп і діагностується за клінічними, патолого-морфологічними й біохімічними показниками [3].

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Особливо актуальною проблема гіпотиреозу є у центральних районах Полісся України (Житомирська і Київська область), яка відноситься до північно-східної біогеохімічної провінції. Основною причиною розвитку первинного гіпотиреозу в організмі собак є йодна недостатність, зумовлена дефіцитом стабільного йоду в довкіллі. Сприяє розвитку гіпотиреозу нестача синергістів йоду – кобальту, цинку, марганцю, міді, а також спадкові дефекти у біосинтезі тиреоїдних гормонів, гіпоплазія залози через ембріональні вади її розвитку та дистрофічні зміни при інфекційних й аутоімунних процесах [4]. Окрім нестачі йоду та його синергістів, гіпотиреоз розвивається при надмірному споживанні елементів, що утруднюють засвоєння йоду – марганцю, фтору, кальцію, свинцю, стронцію, броду, заліза, броду [5].

Повноцінність йодного харчування у собак залежить від надходження його з кормом і водою та від умов, наявних для засвоєння цього елемента. Потреба в йоді залежить від породи собак, фізіологічного стану, пори року та інших факторів і становить 0,3 мг/кг на добу [3]. При порушенні цих вимог гіпотиреоз спостерігається у собак середніх та великих порід, у більшості випадків реєструється серед собак середнього і старшого віку, переважно у віці від 3 до 8 років, середній вік собак з низьким рівнем функціонування щитовидної залози складає  $6,7 \pm 0,74$  року [6], а у молодших 2 років – зустрічається рідко.

Вторинний гіпотиреоз у собак частіше всього зумовлюється ураженням гіпофіза та гіпоталамуса пухлинами. Сприйнятливі до його розвитку – англійські бульдоги, ірландські сетери, спаніелі [2].

В останній час патологія щитоподібної залози посилюється і ускладнюється радіоактивним та хімічним забрудненням навколишнього середовища. При цьому, у тварин відзначається поєднання гіпотиреозу з імунним дефіцитом та анемією [7, 8, 9].

Однак, однозначних думок з питань етіології, патогенезу, симптомів, патологоанатомічних змін та профілактики гіпотиреозу у тварин немає. Зокрема, це, мабуть, пов'язано з тим, що у різних біогеохімічних зонах, в кожному конкретному регіоні етіологічні фактори і, відповідно, клінічний прояв даного захворювання варіюють, що, очевидно, і є основними проблемами діагностики цього захворювання [4–11]. Певно, ускладнює і унеможливорює своєчасну постановку точного діагнозу у хворих тварин відсутність у регіональних виробничих лабораторіях ветеринарної медицини досліджень, які адекватно і вчасно могли б дати прижиттєву оцінку функції органа та його структури [12].

Таким чином, дана проблема має багатостороннє значення. Цілеспрямовані дослідження в цій галузі дозволять збагатити ветеринарних і медичних фахівців теоретичними й практичними знаннями з питань етіології, перебігу диференційної діагностики та профілактики гіпотиреозу [4, 7–13].

## **Мета, завдання та методика досліджень**

Метою нашої роботи було встановити виникнення гіпотиреозу у собак у віковому аспекті, дослідити клінічні симптоми та, на основі отриманих результатів, провести диференційну діагностику.

Матеріалом для роботи були собаки різного віку, які обстежувались і лікувались у приватній клініці «Шанс» м. Житомир протягом 2014 – 2015 рр. На основі цього був проведений аналіз захворюваності собак щодо хвороб щитоподібної залози різної етіології, що виникали в умовах приватного сектора міста Житомир. Робота базувалася на вивченні річних звітів приватної клініки «Шанс» та аналізі ветеринарної документації, зокрема журналу реєстрації хворих тварин, які ведуться у клініці.

При виконанні роботи використовували клінічні, лабораторні методи досліджень. Морфологічне дослідження крові проводили загаль-ноприйнятими методиками. У сироватці крові визначали активність загальної ЛДГ – за реакцією з 2,4-денітрофенілгідрозином (метод Севела-Товарека; лужної фосфатази за гідролізом β-гліцерофосфату (метод Боданського) [14].

## **Результати власних досліджень**

Нами встановлено, що іноді патологія починається під час статевого дозрівання і поступово прогресує до середини життя, й у старості проявляє клінічні ознаки. До захворювання схильні як самиці, так і самці, однак, стерилізовані тварини піддаються більшому ризику. У сук спостерігаються великі інтервали між тічкою – до 8–10 місяців, у самців – зниження статевої активності.

При цьому необхідно особливо відзначити, що внаслідок зниження тироксину в крові за механізмом зворотного зв'язку, він підсилює секрецію ТТГ (тиреотропного гормону гіпофіза) і нерідко й пролактину. Тому гіпотиреоз дуже часто вказує симптоми «помилкової» вагітності, внаслідок чого настає виділення молока із молочних залоз поза вагітністю (синдром *гіперпролактатемії*) [2].

При клінічному обстеженні встановлено симптоми недостатності щитоподібної залози, які проявляються поступово мізерною і неспецифічною симптоматикою. Спочатку – вони розпливчаті і загальні: сонливість, швидка стомлюваність, зниження темпераменту, передчасне старіння. З числа додаткових симптомів відзначали у 81% собак надмірну масу тіла. Часом власники звертали увагу на хрипкий голос у собаки, що, зазвичай, пов'язують із застудою (7%). Водночас, спостерігалась мерзлякуватість у 85,7 % собак. При цьому необхідно враховувати сезонні зміни функцій щитоподібної залози, оскільки холодну пору року вона виявляє підвищену функціональну активність внаслідок активної участі тиреоїдних гормонів – трийодтироніну і тироксину в процесах терморегуляції організму – утворенні тепла.

У 42,3 % собак, хворих на гіпотиреоз, виявляли сухість і гіперкератоз шкіри та ламкість волоссяного покриву. При ускладненні патології з'являлися алопеції (гіпотрихоз) у ділянці шиї, спинці носа та дорсальній поверхні хвоста («*щурячий хвіст*»). Такі зміни встановлені нами у 35 % собак, вони характерні для йодної та А-вітамінної недостатності. Можливо, це пов'язане зі змінами різних видів обміну речовин, що вуподальшому порушує живлення шкіри і волосся. Увагу звертали на колір кон'юнктиви. Вона була блідо-рожевою і навіть анемічною у 90 % собак.

При зовнішньому огляді виявляли специфічні симптоми гіпотиреозу – мікседему, розвиток якої супроводжується накопиченням у всіх шарах шкіри гліказамінгліканів (шкіра на дотик, потовщена і набрякла, ямка під час натискання не утворюється). Мікседематозні зміни шкіри особливо виражені на лобі, навколо очей і рота, які надають тварині «*трагічного вигляду*». Явища мікседеми встановлені лише у 3,0 % собак.

Клінічний прояв гіпотиреозу зумовлений порушенням різних ланок обміну речовин та гормональної регуляції різноманітних функцій. Закономірним, тобто типовим, є енофтальм (*западання очей*). Його виявляли у 12–14 % собак, внаслідок зниженого тонуусу симпатичної нервової системи та м'язів.

З інших симптомів гіпотиреозу у собак є гіпер- або гіпоплазія щитоподібної залози. У хворих тварин збільшення залози виявляли пальпацією, двобічне, а інколи при огляді, особливо після стрижки. Консистенція залози щільна. Діагноз при вираженому зобі не виявляє утруднень. Але, слід зазначити, що у тварин більш поширені приховані форми, які клінічно збільшенням щитоподібної залози не проявляються, тобто, найчастіше без її гіперплазії, у 2,8 % собак [15, 16].

При дослідженні серцево-судинної системи звертали увагу на частоту пульсу і характер тонів серця. Брадикардія і тенденція до її розвитку встановлена нами відносно рідко – у 15% випадків. Зміни частоти пульсу пояснюються впливом тиреоїдних гормонів на симпатичну нервову систему, посилюється гальмівний вплив вагуса, чутливість міокарда до катехоламінів знижується і, як наслідок, виникає брадикардія.

Отже, більшість досліджених і описаних нами симптомів патології у собак є типовими для первинного гіпотиреозу.

Як неспецифічних тестів на гіпотиреоз ми розглядали характер зміни морфологічних і біохімічних показників крові при гіпотиреозі. Так, у собак з гіпотиреозом достовірно знижується кількість еритроцитів на 8,8 %, зростає активність лужної фосфатази – у 7,9 раза, що узгоджується з даними інших дослідників [17, 18]. Розвиток анемії при гіпотиреозі обумовлено пригніченням еритроцитопоезу внаслідок зниження основного обміну, порушенням всмоктування заліза і вітаміну В<sub>12</sub> у шлунково-кишковому тракті, що визначає необхідність застосування ціанкобаламіна і залізовмісних препаратів у терапії гіпотиреозу. Підвищення вмісту в сироватці крові активності лужної фосфатази обумовлено уповільненням утилізації і виведення жиркових метаболітів, все це супроводжується синдромом холестазу і ожиріння. Визначення окремих ізоферментів ЛДГ є показовим для діагностики. Різке підвищення активності лактатдегідрогенази (ЛДГ) вважається вельми характерною ознакою гіпотиреозу і є наслідком переважання катаболічних процесів у скелетних м'язах [19].

Диференційну діагностику проводили з урахуванням функціональних можливостей щитоподібної залози, яка порушується при деяких внутрішніх хворобах – цукровому діабеті, захворюваннях печінки, нирковій або серцевій недостатності і є часто причиною для зниження гормонів щитоподібної залози. Це явище називається *«еутиреоїдний синдром»* або так званий феномен *«нормальної хворої щитоподібної залози»* [20]. Ці зміни, ймовірно, відображають фізіологічну адаптацію організму, що призводить до зменшення потреб тканин у енергії. Тому застосування синтетичних гормонів цим пацієнтам не рекомендується.

Пухлини щитовидної залози, які розвиваються у собак старших 9 років, бувають доброякісними (токсична аденома) і злоякісними (рак). Токсична аденома характеризується утворенням вузла (аденоми), в якому автономно виробляються у великій кількості тиреоїдні гормони незалежно від дії ТТГ, гіпоплазією і зниженням функції неушкодженої тканини щитовидної залози. Злоякісні пухлини (рак), досягаючи значних розмірів, спричинюють деформацію трахеї й порушують дихання. Як правило, пухлина уражує одну частку щитовидної залози [21].

### Висновки та перспектива подальших досліджень

1. Симптоми гіпотиреозу мають не тільки геохімічні та екологічні, а й вікові особливості і спостерігається у собак ,переважно, у віці від 3 до 8 років.

2. У собак необхідно діагностувати гіпотиреоз, який ґрунтується на клінічних та лабораторних методах дослідження.

3. Клінічним дослідженням собак встановлені симптоми гіпотиреозу: сухість і гіперкератоз шкіри та ламкість волосяного покриву, алопеції (гіпотрихоз) у ділянці шиї, спинці носа та дорсальній поверхні хвоста («*щурячий хвіст*»), мікседему, енофтальм, тенденція до брадикардії. Гіпотиреоз поєднується зі симптомами, характерними для А-вітамінної недостатності.

4. При неможливості визначення рівня тиреоїдних гормонів можна використовувати комплексний неспецифічний тест на гіпотиреоз: активність лужної фосфатази (ЛФ), лактатдегідрогенази (ЛДГ) у поєднанні зі стійкою анемією. Підвищення цих показників у комбінації з клінічною картиною дозволить ,з більшим чи меншим ступенем вірогідності, поставити діагноз на гіпотиреоз.

Подальші наші дослідження будуть полягати у вивченні хвороб щитоподібної залози у тварин при поєднаному застосуванні клінічних і патоморфологічних методів з використанням нових сучасних інструментальних методів дослідження – ультразвуковим дослідженням ЩЗ. Найпростішим, інформативним, безпечним і неінвазивним методом дослідження щитоподібної залози є УЗ-діагностика, яка дозволяє з великою точністю визначати її розміри, об'єм і структуру, що важливо не лише для оцінки поширеності гіпотиреозу у популяції, а й спостереження за динамікою лікування або профілактики.

### Література

1. Диспансеризація службових собак: метод. рекомендації / В. І. Левченко, В. П. Фасоля, В. І. Головаха, О. А. Дикий. – Біла Церква, 2008. – 63 с.
2. Ветеринарна клінічна біохімія / В. І. Левченко, В. В. Влізло, І. П. Кондрахін [та ін.] ; за ред. В. І. Левченка, В. Л. Галяса. – Біла Церква, 2002. – 400 с.
3. Внутрішні хвороби тварин / В. І. Левченко, І. П. Кондрахін, В. В. Влізло [та ін.] ; за ред. В. І. Левченка. – Біла Церква, 2001. – Ч. 2. – 544 с.
4. Судаков М. Діагностика і профілактика йодної недостатності в сільськогосподарських тварин у біогеохімічних зонах України / М. Судаков, В. Береза, М. Пацюк // Вет. медицина України. – 2000. – № 1. – С. 30–31.
5. Мікроелементози сільськогосподарських тварин / М. О. Судаков, В. І. Береза, І. П. Погурский [та ін.] ; за ред. М.О. Судакова. – 2-е вид. – К. : Урожай, 1991. – 144 с.
6. Кондрахин И. П. Алиментарные и эндокринные болезни животных / И. П. Кондрахин. – М. : Агропромиздат, 1989. – 256 с.

7. Фасоля В. П. Гіпотиреоз у корів в господарствах центрального Полісся України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. вет. наук / В. П. Фасоля. – Сімферополь, 1997. – 23 с.

8. Романюк В. Л. Способ биологического определения йодной недостаточности биогеоэнозов // Ветеринария. – 2004. – № 7. – С. 45–48.

9. Романчук Л. Д. Радіоекологічна оцінка раціонів з різним рівнем мікроелементів як засобу зниження надходження цезію-137 в організм жуйних : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук / Л. Д. Романчук. – Житомир, 1996. – 18 с.

10. Романюк В. Л. Геохімічні та екологічні аспекти уродженого зоба у телят на Рівенщині / В. Л. Романюк // Вісник Запорізького держ. ун-ту. – 2000. – № 2. – С. 215–221.

11. Лігоміна І. П. Стан мінерального обміну і природної резистентності корів та їх корекція у господарствах Житомирського Полісся : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. вет. наук / І. П. Лігоміна. – Біла Церква, 2003. – 21 с.

12. Телепнев В. А. Классификация, номенклатура и семиотика болезней щитовидной щелезы / В. А. Телепнев // Вісник Білоцерківського держ. аграр. ун-ту. – 1998. – Вип. 5, ч. 1. – С. 128–130.

13. Левченко В. Функція щитовидної залози у телят з уродженим зобом / В. Левченко, В. Романюк, Л. Симиренко // Вет. медицина України. – 1999. – № 11. – С. 8–10.

14. Щитовидная железа домашних животных в очагах эндемического зоба Закарпатской области УССР // Сб. науч. тр. Львовского зоовет. ин-та. 1955. – Вып. 3. – Т. 17. – С. 247–252.

15. Романюк В. Л. Морфологические изменения щитовидной щелезы у телят с врожденным зобом / В. Л. Романюк, Л. П. Каминкая, Л. П. Горальский // Ветеринария. – М. : Колос, 2003. – С. 42–46.

16. Павленко О. И. Диагностика и профилактика йодной недостаточности у крупного рогатого скота в хозяйствах биогеохимической провинции Украинского Полесья, обедненной йодом, кобальтом, цинком, медью : автореф. дис. на соискание учен. степени канд. вет. наук / О. И. Павленко. – К., 1974. – 33 с.

17. Старченков С. В. Болезни собак и кошек : учеб. пособие / С. В. Старченков. – СПб. : Лань, 2001. – 560 с.

18. Холодова Е. Д. Болезни щитовидной щелезы: ранние признаки, дифференционный диагноз / Е. Д. Холодова, Л. И. Данилевич. – Минск : Высшая шк., 1991. – С. 1–12; С. 28–32.

19. Ангельські С. Клінічна біохімія : пер. з польського / С. Ангельські, З. Якубовські, М. Г. Домінічак. – Сопот, 1998. – 451 с.

20. Хвороби щитоподібної залози / В. І. Левченко, В. М. Безух, В. Л. Романюк, В. П. Фасоля // Вет. медицина України. – 2001. – № 6. – С. 35–37.



УДК 636.8:591.46:619

**В. П. Фасоля**

д. вет. н.

Ветеринарна клініка «Шанс»

**І. П. Лігоміна**

к. вет. н.

Житомирський національний агроекологічний університет

## **ФІЗИЧНІ, ХІМІЧНІ І МІКРОСКОПІЧНІ ПОКАЗНИКИ СЕЧІ У ЗДОРОВИХ ДОМАШНІХ КОТІВ**

*Проведені дослідження фізичних, хімічних властивостей сечі та мікроскопічне дослідження осаду сечі у здорових домашніх котів. При мікроскопії осаду сечі у полі зору мікроскопу знаходили поодинокі еритроцити, лейкоцити, клітини епітелію нирок, сечового міхура та сечових шляхів. Встановлено, що інформативними діагностичними маркерами сечової системи у здорових домашніх котів є визначення рН, білка, кетонових тіл, вміст сечовини та креатиніну, які характеризують фільтраційну, концентраційну та реарбсорційну здатність нирок.*

**Ключові слова:** домашні коти, нирки, лабораторні дослідження, тест-смужки, сечовина, креатинін.

### **Постановка проблеми**

Одним із найбільш важливих органів гомеостазу, унікальним за різноманітністю транспортних функцій, є нирка. Головна функція нирок – це утворення сечі. У її складі з організму виділяються кінцеві продукти обміну речовин, серед яких переважають азотні сполуки і сечовина, креатинін, надлишок води, отрути та продукти їх знешкодження [1].

### **Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Лабораторна діагностика при захворюваннях сечовидільної системи є одним із найважливіших видів діагностики і базується на використанні різних методичних заходів, спрямованих для встановлення складових сечі та оцінки загального біохімічного статусу організму. З цією метою проводять фізичне, хімічне та мікроскопічне, а при необхідності – і бактеріологічне дослідження сечі [2–3].

Наразі найбільш доступних і простих у виконанні, є сучасний метод дослідження сечі як для гуманної, так і ветеринарної медицини, заснований на технології з використанням діагностичних тест-смужок для експрес-аналізу. При цьому, різні реагенти певним чином змінюють своє забарвлення при взаємодії з компонентами сечі, що дозволяє, порівнюючи їх зі спеціальною кольоровою шкалою, візуально за 1–2 хв якісно проаналізувати від 1 до 11-ти показників і точно інтерпретувати їх результати [4–5].

### Мета, завдання та методика досліджень

Метою нашої роботи було провести загальноклінічне дослідження сечі, яке включало визначення фізичних властивостей, хімічного складу та мікроскопію осаду у клінічно здорових домашніх котів.

Роботу виконували впродовж 2015 року на базі приватної клініки «Шанс» м. Житомир та кафедри паразитології, ветеринарно-санітарної експертизи і зоогієни ЖНАЕУ. Об'єктом слугували клінічно здорові домашні коти. У процесі виконання роботи було обстежено 10 котів. При цьому здійснювали аналіз фізичних і хімічних властивостей сечі, проводили дослідження сечового осаду. Забір сечі проводили медичним підключним катетером № 6 (протипоказанням для катетеризації є гнійне запалення сечового каналу), під час природного акту сечовипускання або шляхом масажу сечового міхура через черевну стінку.

Сечу для дослідження відбирали вранці, перед годівлею (натще). Одержання цих проб натще важливо тому, що за ніч накопичуються продукти метаболізму, які менше пов'язані з годівлею та іншими зовнішніми факторами. Дослідження проводили не пізніше 1,5 год. з моменту взяття; за неможливості аналізу в цей проміжок зразки сечі зберігали у холодильнику при температурі за 4° С, оскільки зберігання сечі протягом тривалого часу при кімнатній температурі призводить до розвитку в пробах мікрофлори й грибів, що зменшує рН, руйнує лейкоцити та циліндри.

При оцінці результатів аналізу сечі враховували порцію доставленої для аналізу сечі – ранкової, вечірньої або з добової кількості свіжої сечі, чи взятої після кількох годин.

Визначали фізичні (об'єм, запах, колір, прозорість, консистенцію, відносну густину сечі), хімічні властивості сечі універсальними індикаторними смужками (білок). Вміст сечовини (за колірною реакцією з діацетилмонооксимом), креатиніну (за колірною реакцією Яффе). Для осадження речовин, які містяться у сечі, її центрифугували. Після центрифугування надосадову рідину зливали, а осад досліджували методом світлової мікроскопії за збільшення у 400 разів.

### Результати досліджень

Добова кількість сечі у клінічно здорових домашніх котів коливалася в межах 80–160 мл, що становило 20–40 мл/кг маси тіла на добу. Сеча рідкої консистенції, швидко і легко лилася через край посудини. Колір сечі коливався від світло-жовтого до бурштино-жовтого, запах різкий і специфічний. У клінічно здорових домашніх котів сеча прозора, чиста і не містила осаду, мутніла лише після тривалого зберігання, оскільки протягом кількох годин при кімнатній температурі утворюється мукоїд – слиз сечовивідних шляхів і лужних фосфатів, також настає його аміачне зброджування з утворенням нерозчинного кальцію карбонату, який покриває тоненькою плівкою поверхню сечі.

Відносна густина сечі залежить від концентрації розчинених у ній речовин і є показником концентраційної здатності нирок (табл. 1).

Таблиця 1. Показники сечі клінічно здорових домашніх котів  
( $M \pm m$ ,  $n=10$ ,  $p < 0,05$ )

| № з/п | Показник               | Lim         | $M \pm m$        |
|-------|------------------------|-------------|------------------|
| 1     | Відносна густина       | 1,035–1,047 | $1,05 \pm 0,001$ |
| 2     | Показник pH            | 5,7–6,4     | $6,26 \pm 0,040$ |
| 3     | Білок, г/л             | відсутній   | -                |
| 4     | Кетонові тіла, ммоль/л | відсутні    | -                |

Коливання цих показників залежить від складу раціону і кількості випитої води. У клінічно здорових домашніх котів відносна густина сечі становила 1,035 – 1,047.

Водневий показник (pH) сечі визначали відразу після одержання проб, оскільки при зберіганні величина (pH) збільшується.

Реакція сечі котів залежить від характеру корму, який вони споживають. Корми рослинного походження містять більше лужних елементів, а тваринного – кислих. Тому сеча м'ясоїдних – слабокисла. При зміні традиційного фізіологічного типу годівлі реакція сечі змінюється. Так, згодовування впродовж протягом деякого часу м'ясоїдним тваринам кормів рослинного походження (овочів, фруктів, крупів, картоплі) призводить до зміщення (pH) сечі в лужний бік, а із високим умістом протеїну сеча стає кислою. Отже, навіть незначні порушення в годівлі, можуть призвести до виникнення різноманітних захворювань, у тому числі сечовидільної [5–6]. Тривале порушення нормальної реакції сечі є обережним для прогнозу, адже при кислій реакції можуть утворюватися камені із уратів, сечової кислоти, а при лужній – фосфатні.

У клінічно здорових тварин реакція сечі кисла –  $6,26 \pm 0,040$ , внаслідок переважання м'ясними продуктами в раціоні.

Хімічне дослідження сечі проводять з метою визначення вмісту білка, глюкози, кетонів, крові, міоглобіну, індикану, білірубину, уробіліну, жовчних кислот, нітратів, сечовини і креатиніну. Для проведення якісного, напівкількісного та кількісного аналізу сечі існує ряд методів. Використання універсальних індикаторних смужок дозволяє досліджувати хімічні показники безпосередньо у клініках ветеринарної медицини.

Сеча здорових тварин містить дуже малу кількість білка. Наявність його неможливо виявити навіть досить чутливими пробами, за допомогою яких виявляють білок у кількості відповідно 0,015 і 0,033 г/л [7].

Білок, кетонів тіла, глюкоза, білірубін, уробіліноген, еритроцити та гемоглобін у сечі клінічно здорових тварин не виявляли.

Основною складовою частиною органічних речовин сечі є сечовина.

Концентрація сечовини при дослідженні клінічно здорових домашніх котів становила  $153,0 \pm 0,54$  ммоль/л (табл. 2).

Креатинін є одним із кінцевих продуктів азотного обміну і його виділення із сечею залежить від ступеня клубочкової фільтрації. Вміст креатиніну в сечі клінічно здорових тварин складав  $16,3 \pm 0,81$  ммоль/л.

**Таблиця 2. Рівень сечовини і креатиніну в сечі клінічно здорових домашніх котів ( $M \pm m$ ,  $n = 10$ ,  $p < 0,05$ )**

| № з/п | Показник           | Lim         | $M \pm m$        |
|-------|--------------------|-------------|------------------|
| 1     | Сечовина, ммоль/л  | 149,0–157,0 | $157,0 \pm 0,56$ |
| 2     | Креатинін, ммоль/л | 15,7–16,9   | $16,4 \pm 0,82$  |

В осаді були клітини і їхні похідні, які належать до «організованого осаду», та кристали і аморфні утворення, віднесені до «неорганізованого осаду». «Організованими» компонентами осаду сечі є еритроцити, лейкоцити, епітеліальні клітини, циліндри, гриби та бактерії. Еритроцити в сечі здорових тварин відсутні або зустрічаються досить рідко – до двох у полі зору мікроскопа. У свіжоодержаній сечі еритроцити насичені гемоглобіном і незмінні, мають дископодібну форму. При тривалому зберіганні сечі вони втрачають значну частину гемоглобіну і мають вигляд набряклих світлих двоконтурних дисків, у кислій сечі вони зморщені й нагадують ягоди шовковиці. При мікроскопії осаду сечі знаходили поодинокі еритроцити (0–2).

Лейкоцити сечі здорових тварин можуть бути відсутні або їх там міститься мало – до двох у полі зору мікроскопа. Вони в 1,5 – 2 рази більші за розміром, ніж еритроцити, і мають вигляд сірих овальних або зернистих клітин. Так, у клінічно здорових котів їх встановлено від 0 до 2 клітин.

Епітеліальні клітини у сечі здорових тварин зустрічаються досить рідко. Поодинокі клітини потрапляють у сечу з ниркових каналців і лоханки, сечовивідних шляхів і статевих органів. Їх вміст становив 0 – 1 клітини епітелію нирок, сечового міхура та сечових шляхів у полі зору мікроскопа (табл. 3).

**Таблиця 3. Показники осаду сечі клінічно здорових домашніх котів ( $M \pm m$ ,  $n = 10$ ,  $p < 0,05$ )**

| № з/п | Показник,<br>в одному полі зору мікроскопа        | Lim | $M \pm m$        |
|-------|---------------------------------------------------|-----|------------------|
| 1     | Еритроцити                                        | 0–3 | $0,67 \pm 0,185$ |
| 2     | Лейкоцити                                         | 0–2 | $0,51 \pm 0,179$ |
| 3     | Епітелій нирок, сечових шляхів та сечового міхура | 0–1 | $0,33 \pm 0,107$ |

### Висновки та перспективи подальших досліджень

1. При дослідженні фізичних властивостей сечі у клінічно здорових домашніх котів встановлено: відносну густину сечі – 1,035–1,047, реакція сечі кисла –  $6,26 \pm 0,040$ . При мікроскопії осаду сечі у полі зору мікроскопа знаходили поодинокі еритроцити (0–2), від 0 до 2 лейкоцитів, 0–1 клітини епітелію нирок, сечового міхура та сечових шляхів.

2. Функціональний стан нирок клінічно здорових домашніх котів характеризується такими хімічними показниками сечі: вміст сечовини складає  $153,0 \pm 0,54$  ммоль/л, креатиніну, відповідно,  $16,3 \pm 0,81$  ммоль/л. Білок, кетонів тіла, нітриту, глюкоза, білірубін, уробіліноген, гемоглобін у сечі клінічно здорових тварин не виявляли.

Подані методи – об'єктивні і надійні для визначення функціонального стану сечової системи у домашніх котів.

Перспективою подальших досліджень є вивчення методів комплексної діагностики з використанням УЗД та розрахунків геморенальних індексів.

### Література

1. Ветеринарна клінічна біохімія / В. І. Левченко, В. В. Влізло, І. П. Кондрахін [та ін.] ; за ред. В. І. Левченко, В. Г. Галяса. – Біла Церква, 2002. – 400 с.
2. Клінічна діагностика внутрішніх хвороб тварин / В. І. Левченко, В. В. Влізло, І. П. Кондрахін [та ін.] ; за ред. В. І. Левченка. – Біла Церква, 2004. – 608 с.
3. Морозенко Д. В. Інформативність клініко-лабораторних та інструментальних досліджень у діагностиці патології нирок у домашніх котів / Д. В. Морозенко, М. І. Карташов, А. М. Закревський // Вісник Білоцерків. держ. аграр. ун-ту. – 2006. – Вип. 40. – С. 138–146.
4. Тимошенко О. П. Морфологическая характеристика почек домашних кошек при хронической почечной недостаточности / О. П. Тимошенко, Д. В. Морозенко // Вісник Полтав. держ. аграр. акад. – 2007. – № 4. – С. 103–106.
5. Карташов М. І. Рівень середніх молекул крові домашніх котів як показник ендогенної інтоксикації за хронічної ниркової недостатності / М. І. Карташов, Д. В. Морозенко // Вісник Білоцерків. держ. аграр. ун-ту. – 2008. – Вип. 51. – С. 41–43.
6. Локес П. І. Динаміка показників сечі при лікуванні нефритів у кішок / П. І. Локес, Н. І. Дмитренко // Вісник Полтав. держ. аграр. акад. – 2008. – № 3. – С. 96–98.
7. Дослідження сечі за допомогою тест-смужок Нона-ФАН у діагностиці хвороб нирок та сечових шляхів домашніх котів / Д. В. Морозенко, О. В. Горовчук, М. І. Карташов, О. П. Тимошенко // Проблеми зооінженерії та вет. медицини : зб. наук. пр. Харків. держ. зоовет. акад. Вет. науки. – 2007. – Вип. 14 (39), ч. 2, т. 1. – С. 171–174.

# Механізація

УДК 620.952:662767.2

С. М. Кухарець

Д. Т. Н.

Житомирський національний агроекологічний університет

## ДИНАМІКА РУХУ СКЛАДОВИХ СУБСТРАТУ В ОБЕРТОВИХ РЕАКТОРАХ

*У результаті проведених наукових досліджень запропоновано ряд технічних рішень, які дозволяють усунути розширення біомаси за рахунок забезпечення перемішування шарів біомаси із використанням занурених обертових біореакторів. Теоретично встановлено параметри руху мінеральних та органічних частинок біомаси в об'ємі біореактора у процесі його обертання. На основі класичних рівнянь руху створено математичну модель, що описує рух складових субстрату всередині реактора. Також створено комп'ютерну модель, яка дозволяє графічно відобразити траєкторії руху частинок біомаси всередині реактора, знайти швидкості переміщення та встановити інтенсивність перемішування компонентів біомаси. На основі розробленої математичної моделі встановлено раціональні значення кутової швидкості обертового реактора та його конструктивні параметри із врахуванням необхідної інтенсивності перемішування частинок біомаси в об'ємі реактора. Пропоновані рівняння можуть бути використані для розрахунку широкого спектра ротаційних змішувачів, що оснащені лопатками.*

**Ключові слова:** біореактор, модель, біомаса, субстрат, перемішування, обертання, параметри, швидкість, переміщення.

### Постановка проблеми

Експлуатація біореакторів показала, що сприяння контакту бактерій із біомасою субстрату забезпечується за рахунок перемішування субстрату, однак при цьому, інтенсивного перемішування слід уникати, оскільки це може призвести до порушення симбіозу бактерій [1]. У той же час, досвід експлуатації біореакторів показав, що практично неможливо усунути розширення біомаси в реакторі на мінеральний осад та органічну плаваючу біомасу, що вказує на недоліки у роботі систем перемішування біомаси [2, 3].

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Результати проведених наукових досліджень дозволяють значно усунути розширення біомаси із використанням занурених обертових біореакторів. [4, 5]. Встановлено, що потужність, яка витрачається на перемішування біомаси, залежить від характеристик біомаси (густини, вмісту сухої речовини, розміру частинок сухої речовини) та конструкційно-кінематичних характеристик реактора (кутової швидкості, внутрішнього радіуса, довжини, геометричних

розмірів та розміщення лопаток, мішалок й перегородок всередині біореактора) [6, 7]. Однак, для недопущення розшарування біомаси та забезпечення її перемішування шляхом підняття мінеральної складової біомаси, яка накопичується у нижній частині реактора, та занурення органічної складової біомаси, що накопичується у верхній частині реактора, необхідно знайти необхідні параметри та траєкторії руху частинок біомаси в об'ємі обертового реактора.

## Мета, завдання та методика досліджень

Метою публікації є необхідність теоретично встановити параметри руху мінеральних та органічних частинок біомаси в об'ємі біореактора у процесі його обертання. Завданням дослідження є створення математичної моделі, що описує рух складових субстрату всередині реактора. Для вирішення поставленого завдання необхідно скористатися методикою побудови математичних моделей на основі диференціювання класичних рівнянь руху.

## Результати досліджень

У запропонованій нами модульній біоустановці [5, 8, 9, 10, 11] необхідно мати значення переміщення та відносної швидкості частинок біомаси на перемішуючих лопатках обертового реактора (рис. 1).

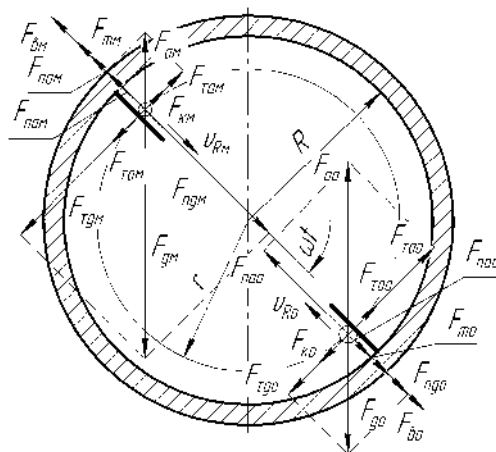


**Рис. 1. Схема дії сил на мінеральну (м) та органічну (о) частинки субстрату, що взаємодіють із перемішуючими лопатками:**

$F_g$  – сила тяжіння, Н;  $F_a$  – сила Архімеда, Н;  $F_m$  – сила тертя, Н;  $F_k$  – Коріолісова сила інерції, Н;  $F_e$  – відцентрова сила інерції, Н;  $F_{no}$  – сила опору субстрату, яка протидіє руху частинки у радіальному напрямку, Н;  $F_{to}$  – сила, що притискує частинку до лопатки завдяки опору субстрату, Н;  $r$  – поточний радіус положення частинки субстрату, м;  $v_R$  – відносна швидкість частинки під час руху по лопатці, м/с;  $R$  – внутрішній радіус реактора, м;  $\omega t$  – кут повороту реактора, рад.

Враховуючи, що мінеральні частинки мають більшу густину, а органічні – меншу ніж середня густина субстрату в реакторі, для визначення відносної швидкості й встановлення траєкторії руху частинок біомаси, виходячи із рис. 1, складено диференційне рівняння руху мінеральної та органічної частинки субстрату у вигляді матеріальної точки по лопатці обертового реактора. Із врахуванням діючих на мінеральну та органічну частинку сил рівняння їх руху по лопатці буде мати вигляд

$$m \frac{dv_R}{dt} = F_{na} \pm F_g \pm F_m \pm F_{no} \pm F_{ng}, \quad (1)$$

де  $F_g$  – відцентрова сила інерції частинки, Н;

$F_m$  – сила тертя частинки, Н;

$F_{na}$  – складова сили Архімеда, що діє вздовж лопатки на частинку, Н;

$F_{no}$  – сила опору субстрату, яка протидіє руху частинки в радіальному напрямі, Н;

$F_{ng}$  – складова сили тяжіння частинки, що діє вздовж лопатки, Н;

$v_R$  – відносна швидкість частинки під час руху по лопатці, м/с.

Сила тертя визначається силами, що притискують частинки до лопатки:

$$F_m = f (F_{\tau o} + F_{\tau g} - F_{\tau a} - F_{\kappa}), \quad (2)$$

де  $F_{\tau o}$  – сила, що притискує частинку до лопатки завдяки опору субстрату, Н;

$F_{\tau g}$  – складова сили тяжіння частинки, що діє перпендикулярно до лопатки, Н;

$F_{\tau a}$  – складова сила Архімеда для частинки, що діє перпендикулярно до лопатки, Н;

$F_{\kappa}$  – Коріолісова сила інерції частинки, Н;

$f$  – коефіцієнт тертя частини субстрату по матеріалу лопатки реактора, відн. од.

Враховуючи, що:

$$F_g = m_c r \omega^2; F_g = m_c g; F_a = \rho_c g V_c; F_{\kappa} = 2m_c \omega \frac{dr}{dt}; \quad (3)$$

$$F_{no} = m_c k_1 \frac{dr}{dt}; F_{\tau o} = m_c k_1 r \omega,$$

де  $m_c$  – маса частинки, кг;

$\omega$  – кутова швидкість обертання реактора,  $c^{-1}$ ;

$r$  – поточний радіус положення частинки субстрату, м;

$g$  – прискорення земного тяжіння,  $m/c^2$ ;

$V_c$  – об'єм частинки,  $m^3$ ;

$k_1$  – коефіцієнт пропорційності при ламінарному обтіканні частинок субстратом,  $c^{-1}$ ;  $k_1 = 18\eta/(\rho_c d_E^2)$ ;



$k_2$  – коефіцієнт співвідношення густини субстрату і частинки,  $k_2 = \rho_c / \rho_q$ ;  $\rho_c$  – густина субстрату, кг/м<sup>3</sup>;

$\rho_q$  – густина частинки, кг/м<sup>3</sup>;

$\eta$  – динамічна в'язкість субстрату, Па·с;

$d_E$  – еквівалентний діаметр частинки, м.

Із врахуванням формул 3 та 2 рівняння руху частинок субстрату по поверхні лопатки обортового реактора можна записати так:

$$\frac{d^2 r}{dt^2} + (2f\omega - k_1) \frac{dr}{dt} - (\omega^2 + fk_1\omega)r = g \left[ f(\pm 1 \mp k_2) \cos(\omega t) + (\pm k_2 \mp 1) \sin(\omega t) \right]. \quad (4)$$

Це рівняння є лінійним рівнянням другого порядку з постійними коефіцієнтами та правою частиною у вигляді тригонометричного поліному [12]. Відповідне до нього однорідне диференціальне рівняння буде мати вигляд

$$\frac{d^2 r}{dt^2} + (2f\omega - k_1) \frac{dr}{dt} - (\omega^2 + fk_1\omega)r = 0. \quad (5)$$

Характеристичне рівняння цього однорідного диференціального рівняння буде мати вигляд

$$\lambda^2 + (2f\omega - k_1)\lambda + (-\omega^2 - fk_1\omega) = 0. \quad (6)$$

Корені характеристичне рівняння матимуть вигляд

$$\lambda_1 = \frac{k_1}{2} - f\omega - \sqrt{\omega^2(f^2 + 1) + \frac{k_1^2}{4}}; \quad \lambda_2 = \frac{k_1}{2} - f\omega + \sqrt{\omega^2(f^2 + 1) + \frac{k_1^2}{4}}. \quad (7)$$

Загальний розв'язок диференціального рівняння буде мати вигляд

$$r = C_1 \exp(\lambda_1 t) + C_2 \exp(\lambda_2 t) + r_{CP}, \quad (8)$$

де  $C_1, C_2$  – постійні величини диференціального рівняння.

Частковий розв'язок неоднорідного диференціального рівняння запишемо у вигляді тригонометричного полінома

$$r_{CP} = M \cos(\omega t) + N \sin(\omega t), \quad (9)$$

перша похідна якого має вигляд:

$$r'_{CP} = -M\omega \sin(\omega t) + N\omega \cos(\omega t), \quad (10)$$

а друга похідна відповідно такий вигляд

$$r''_{CP} = -M\omega^2 \cos(\omega t) - N\omega^2 \sin(\omega t). \quad (11)$$

Рівняння (4) представимо у вигляді

$$\begin{aligned}
& \left[ -M\omega^2 \cos(\omega t) - N\omega^2 \sin(\omega t) \right] + (2f\omega - k_1) \times \\
& \times \left[ -M\omega \sin(\omega t) + N\omega \cos(\omega t) \right] - (\omega^2 + fk_1\omega) \times \\
& \times \left[ M \cos(\omega t) + N \sin(\omega t) \right] = gf(\pm 1 \mp k_2) \cos(\omega t) + g(\pm k_2 \mp 1) \sin(\omega t).
\end{aligned} \quad (12)$$

Для знаходження коефіцієнтів  $M$  і  $N$  на основі даного рівняння використаємо систему рівнянь

$$\begin{cases} (-2\omega^2 - fk_1\omega)M + (2f\omega^2 - k_1\omega)N = gf(\pm 1 \mp k_2) \\ (-2f\omega^2 + k_1\omega)M + (-2\omega^2 - fk_1\omega)N = g(\pm k_2 \mp 1). \end{cases} \quad (13)$$

Розв'язавши дану систему за методом Крамера [7]

$$\Delta = \begin{vmatrix} -2\omega^2 - fk_1\omega & 2f\omega^2 - k_1\omega \\ -2f\omega^2 + k_1\omega & -2\omega^2 - fk_1\omega \end{vmatrix} = \omega^2 \left[ 4(\omega^2 f^2 + 1) + k_1^2(f^2 + 1) \right]; \quad (14)$$

$$\Delta_M = \begin{vmatrix} gf(\pm 1 \mp k_2) & 2f\omega^2 - k_1\omega \\ g(\pm k_2 \mp 1) & -2\omega^2 - fk_1\omega \end{vmatrix} = \omega g k_1 (f^2 + 1)(\pm k_2 \mp 1); \quad (15)$$

$$\Delta_N = \begin{vmatrix} -2\omega^2 - fk_1\omega & gf(\pm 1 \mp k_2) \\ -2f\omega^2 + k_1\omega & g(\pm k_2 \mp 1) \end{vmatrix} = 2\omega^2 g (f^2 + 1)(\pm k_2 \mp 1), \quad (16)$$

отримаємо

$$M = \frac{\Delta_M}{\Delta} = \frac{g k_1 (f^2 + 1)(\pm k_2 \mp 1)}{\omega \left[ 4(\omega^2 f^2 + 1) + k_1^2(f^2 + 1) \right]}; \quad (17)$$

$$N = \frac{\Delta_N}{\Delta} = \frac{2g(f^2 + 1)(\pm k_2 \mp 1)}{4(\omega^2 f^2 + 1) + k_1^2(f^2 + 1)}. \quad (18)$$

Тоді частковий розв'язок неоднорідного диференційного рівняння руху частинки матиме вигляд

$$r_{cp} = \frac{g(f^2 + 1)(k_2 - 1)}{4(\omega^2 f^2 + 1) + k_1^2(f^2 + 1)} \left( \pm \frac{k_1}{\omega} \cos(\omega t) + 2 \sin(\omega t) \right). \quad (19)$$

Повний розв'язок неоднорідного диференційного рівняння руху частинки як сума загального (8) та часткового розв'язків (19) матиме вигляд

$$r = C_1 \exp(\lambda_1 t) + C_2 \exp(\lambda_2 t) + \frac{g(f^2 + 1)(k_2 - 1)}{4(\omega^2 f^2 + 1) + k_1^2(f^2 + 1)} \left( \pm \frac{k_1}{\omega} \cos(\omega t) + 2 \sin(\omega t) \right). \quad (20)$$

Відносна швидкість мінеральної частинки під час руху по лопатці складе

$$v_R = \frac{dr}{dt} = \lambda_1 C_1 \exp(\lambda_1 t) + \lambda_2 C_2 \exp(\lambda_2 t) + \frac{g(f^2 + 1)(k_2 - 1)}{4(\omega^2 f^2 + 1) + k_1^2(f^2 + 1)} (2\omega \cos(\omega t) \mp k_1 \sin(\omega t)). \quad (21)$$

Прийнявши, що  $\frac{g(f^2 + 1)(k_2 - 1)}{4(\omega^2 f^2 + 1) + k_1^2(f^2 + 1)} = k_3$  та враховуючи початкові

умови:  $t=0$ ,  $r=R$  (де  $R$  – внутрішній радіус реактора),  $v=v_{Rn}=0$ , для знаходження постійних диференціювання  $C_1$  та  $C_2$  запишемо систему рівнянь

$$\begin{cases} C_1 + C_2 = R \mp \frac{k_1 k_3}{\omega} \\ \lambda_1 C_1 + \lambda_2 C_2 = -2\omega k_3. \end{cases} \quad (22)$$

Розв'яжемо дану систему методом Крамера:

$$\Delta = \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ \lambda_1 & \lambda_2 \end{vmatrix} = \lambda_2 - \lambda_1; \quad (23)$$

$$\Delta_{C_1} = \begin{vmatrix} R \mp \frac{k_1 k_3}{\omega} & 1 \\ -2\omega k_3 & \lambda_2 \end{vmatrix} = \lambda_2 \left( R \mp \frac{k_1 k_3}{\omega} \right) + 2\omega k_3; \quad (24)$$

$$\Delta_{C_2} = \begin{vmatrix} 1 & R \mp \frac{k_1 k_3}{\omega} \\ \lambda_1 & -2\omega k_3 \end{vmatrix} = -2\omega k_3 - \lambda_1 \left( R \mp \frac{k_1 k_3}{\omega} \right); \quad (25)$$

$$C_1 = \frac{\Delta_{C_1}}{\Delta} = \frac{\lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1} \left[ \left( \pm R - \frac{k_1 k_3}{\omega} \right) \pm \frac{2\omega k_3}{\lambda_2} \right]; \quad (26)$$

$$C_2 = \frac{\Delta_{C_2}}{\Delta} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2 - \lambda_1} \left( \pm \frac{k_1 k_3}{\omega} - \frac{2\omega k_3}{\lambda_1} - R \right). \quad (27)$$

Знаючи постійні інтегрування, можна знайти відстань, що проходять частинки біомаси лопаткою, та встановити зміну швидкості їх переміщення за встановлений проміжок часу.

Розрахункова схема дії сил на мінеральну та органічну частинки субстрату, що перебувають у вільному русі в об'ємі обертового реактора, представлена на рис. 2. Для встановлення траєкторії руху частинок біомаси складено диференціальні рівняння руху частинок субстрату після сходження із лопаток в об'ємі реактора.

Очевидно, що на мінеральні та органічні частинки субстрату, які рухаються всередині реактора після сходження із лопаток, діють такі сили:

$$F_g = m_c g; F_a = m_c k_2 g; F_o = m_c k_1 v. \quad (28)$$

Відповідно до рівнянь (28) та з урахуванням того, що мінеральна частинка буде тонути, а органічна спливати, побудовано рівняння руху центру маси таких частинок:

$$\begin{cases} \frac{d^2 x}{dt^2} = \mp k_1 v \cos \alpha \\ \frac{d^2 y}{dt^2} = g(k_2 - 1) \pm k_1 v \sin \alpha, \end{cases} \quad (29)$$

де  $x$  – переміщення частинки вздовж осі абсцис, м;

$y$  – переміщення частинки вздовж осі ординат, м;

$t$  – час руху частинки після сходження із лопатки реактора, с.

Для визначення траєкторій руху мінеральної та органічної частинок після сходження з лопаток реактора використаний метод послідовного диференціювання [12], який дає наближені розв'язки систем рівнянь (29) у вигляді степеневого ряду Тейлора.

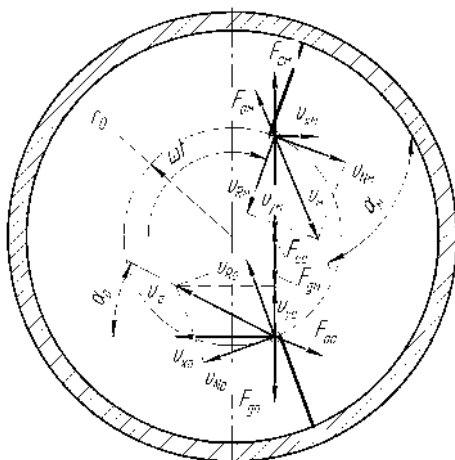


Рис. 2. Схема дії сил на мінеральну (м) та органічну (о) частинки субстрату, що перебувають у вільному русі в об'ємі обертового реактора:

$F_g$  – сила тяжіння, Н;  $F_a$  – сила Архімеда, Н;  $F_o$  – сила опору субстрату, Н;  
 $r_0$  – радіус на якому закінчуються лопатки, м;  $v$  – абсолютна швидкість частинки, м/с;  
 $v_R$  – відносна швидкість частинки під час сходження із лопатки, м/с;  $v_N$  – нормальна швидкість частинки під час сходження із лопатки, м/с;  
 $v_x$  – проекція абсолютної швидкості частинки на вісь x, м/с;  $v_y$  – проекція абсолютної швидкості частинки на вісь y, м/с;  $\alpha$  – кут між абсолютною швидкістю та її проекцією на вісь x, рад;  $\omega t$  – кут повороту реактора при сходженні частинки із лопатки, рад

Враховуючи початкові умови, що відповідають абсолютній швидкості в момент сходження частинки біомаси із лопатки  $v=v_0$ , кутові між абсолютною швидкістю та її проекцією на вісь у цей момент  $\alpha=\alpha_0$ , та прийнявши  $x_0=0$ ,  $y_0=0$ , запишемо:

$$\begin{cases} x = \frac{v_0 \cos \alpha_0}{k_1} [\pm 1 \mp \exp(-k_1 t)] \\ y = \frac{v_0 \sin \alpha_0}{k_1} [\pm \exp(-k_1 t) \mp 1] \pm \frac{g(1-k_2)}{k_1^2} [1 - k_1 t - \exp(-k_1 t)]; \end{cases} \quad (30)$$

Згідно з отриманими системами рівнянь створено комп'ютерну програму, що дозволяє графічно відобразити траєкторії руху частинок біомаси всередині реактора (рис. 3), знайти швидкості їх переміщення та встановити інтенсивність перемішування компонентів біомаси.

Так, наприклад, встановлено, що за середньої густини субстрату  $\rho_c = 1025$ – $1050$  кг/м<sup>3</sup>, густини мінеральної частини субстрату  $\rho_m = 1150$ – $1250$  кг/м<sup>3</sup> та

густини органічної частини субстрату  $\rho_o = 800\text{--}900 \text{ кг/м}^3$ , для забезпечення необхідної інтенсивності перемішування раціональні значення кутової швидкості реактора становлять  $\omega = 0,035\text{--}0,08 \text{ с}^{-1}$ .

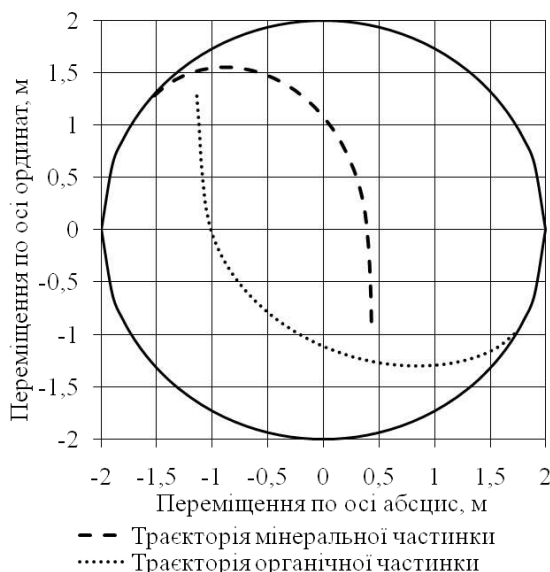


**Рис. 3. Приклад траєкторії руху частинок біомаси:**  
кутова швидкість обертання реактора  $\omega=0,08 \text{ рад/с}$ ,  
внутрішній радіус реактора  $R=2 \text{ м}$

За значень кутової швидкості та внутрішнього радіусу реактора, прийнятих при розрахунку, а також довжині лопатки реактора  $l=(0,775\text{--}0,825)R$ , мінеральні частинки підіймаються у верхню частину реактора, після чого вони відокремлюються від лопатки та рухаються вниз, а органічні частинки субстрату занурюватимуться у нижню частину біореактора, потім відокремлюються від лопатки та рухаються вгору, внаслідок цього буде забезпечуватися рівномірне перемішування та взаємопроникнення складових субстрату.

### Висновки та перспективи подальших досліджень

Розроблена математична модель дозволяє встановити раціональні значення кутової швидкості обертального реактора та його конструктивні параметри на основі визначення параметрів руху частинок біомаси лопатками та в об'ємі реактора. Встановлено також, що рівномірне перемішування та взаємопроникнення органічних й мінеральних складових субстрату забезпечується за раціональних значень кутової швидкості реактора від  $0,035$  до  $0,08 \text{ с}^{-1}$  та довжині лопаток реактора від  $77,5$  до  $82,5 \%$  його внутрішнього радіуса.

Пропоновані рівняння можуть бути використані для розрахунку широкого спектра ротаційних змішувачів, що оснащені лопатками.

## Література

1. Руководство по биогазу. От получения до использования / Специальное агентство возобновляемых ресурсов (FNR). – 5-е изд. – Гюльцов : Германия, 2012. – 213 с.
2. Голуб Г. Досвід використання біогазових установок у Польщі / Г. Голуб, С. Осауленко // Техніка і технології АПК. – 2014. – № 11. – С. 12–15.
3. Сидоров Ю. І. Сучасні біогазові технології / Ю. І. Сидоров // Біотехнологія. – 2013. – Т. 6, № 1. – С. 46–60.
4. Кухарець С. М. Обґрунтування енергетичних витрат на привід обертового реактора біогазової установки / С. М. Кухарець, Г. А. Голуб // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України : зб. наук. пр. / ДНУ УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого. – 2014. – Вип. 18 (32), кн. 2. – С. 356–365.
5. Голуб Г. А. Особливості конструкції модульної біогазової установки з обертовим реактором / Г. Голуб, С. Кухарець, Б. Рубан // Техніка і технології АПК. – 2014. – № 9. – С. 10–14.
6. Технологія переробки біологічних відходів у біогазових установках з обертовими реакторами / Г. А. Голуб, О. В. Сидорчук, С. М. Кухарець [та ін.] ; за ред. Г. А. Голуба. – К. : НУБіП України, 2014. – 106 с.
7. Кухарець С. М. Сировинна база та ефективність виробництва біогазу / С. М. Кухарець, Г. А. Голуб // Наук. вісн. Нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України. Серія. Техніка та енергетика АПК. – 2015. – Вип. 212, ч. 1. – С. 11–21.
8. Пат. 110077 Україна, МПК C02F 11/04, C02F 3/28. Метантенк / Г. А. Голуб, С. М. Кухарець ; заявник і патентовласник Нац. ун.-т. біоресурсів і природокористування України. – № a201409259; заявл. 19.08.2014; дата публікації 10.11.2015, Бюл. № 21.
9. Кухарець С. М. Обґрунтування енергетичних витрат на привід обертового реактора біогазової установки / С. М. Кухарець, Г. А. Голуб // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України : зб. наук. пр. / ДНУ УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого. – 2014. – Вип. 18 (32), кн. 2. – С. 356–365.
10. Особливості виробництва біопалива та отримання енергії в умовах агропромислового виробництва / Г. А. Голуб, С. М. Кухарець, В. О. Шубенко, Н. М. Бовсунівська // Техніка і технології АПК. – 2015. – № 2 (65). – С. 31–34.
11. Технічні та технологічні пропозиції отримання енергії із сировини сільськогосподарського походження / С. М. Кухарець, Г. А. Голуб, О. В. Скидан, О. Ю. Осипчук // Вісник ЖНАЕУ. – 2015. – № 2 (50), т. 1. – С. 369–384.
12. Бронштейн И. Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов / И. Н. Бронштейн, К. А. Семендяев. – 13-е изд., испр. – М. : Наука, 1986. – 544 с.

УДК 621.317

**О. М. Безвесільна**

Д. Т. Н.

Національний технічний університет України «КПІ»

**М. А. Войцицький**

аспірант\*

Житомирський державний технологічний університет

**А. П. Войцицький**

Житомирський національний агроекологічний університет

## **ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИМІРЮВАННЯ ДВОКАНАЛЬНОГО АВІАЦІЙНОГО ГРАВІМЕТРА**

*Знання гравітаційного поля Землі необхідні у багатьох наукових дослідженнях, пов'язаних з реалізацією завдань інженерної геології, археології, прогнозу землетрусів тощо. Це вимагає удосконалювати точнісні характеристики вимірювання аномалій прискорення сили тяжіння.*

*Розглянуто пропозицію підвищення точності вимірювання аномалій прискорення сили тяжіння двоканальним авіаційним гравіметром за рахунок удосконалення п'єзоелектричного перетворювача, у разі застосування диференціального підсилювача з буферними каскадами, з'єднаними з базовим диференціальним підсилювачем.*

**Ключові слова:** п'єзоелемент, п'єзоелектричний перетворювач, операційний підсилювач, авіаційна гравіметрична система, інерційна маса, синфазна напруга, збурення.

### **Постановка проблеми**

Більшість сучасних систем збору інформації з широким динамічним діапазоном використовує різні методи нормалізації рівня вихідного сигналу для подальшої його обробки аналого-цифровим перетворювачем (АЦП). Підвищення точності вимірювання аномалій прискорення сили тяжіння двоканального гравіметра забезпечується за рахунок створення другого каналу вимірювання з формуванням вихідного сигналу на базі диференційного підсилювача.

### **Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Попередньо запропонована схема формування вихідного сигналу на базі операційного підсилювача DA 1 (рис. 1).

П'єзоелементи першого та другого каналів вимірювання є ідентичними та прикріплені до верху та низу герметичного корпусу гравіметра відповідно.

Інерційна маса через пружину прикріплена до низу п'єзопластин п'єзоелемента першого каналу та через таку ж пружину прикріплена до верху п'єзопластин п'єзоелемента другого каналу. П'єзоелемент першого каналу



працює на основі деформації розтягу, а п'єзоелемент другого каналу – деформації стиснення. Вихідні електричні сигнали з п'єзоелементів (1) обох каналів надходять на вхід вимірювального підсилювача DA1.

До недоліку такого схемотехнічного рішення можна віднести різні вхідні опори операційного підсилювача DA1, що негативно впливає на формуванні вихідного сигналу.

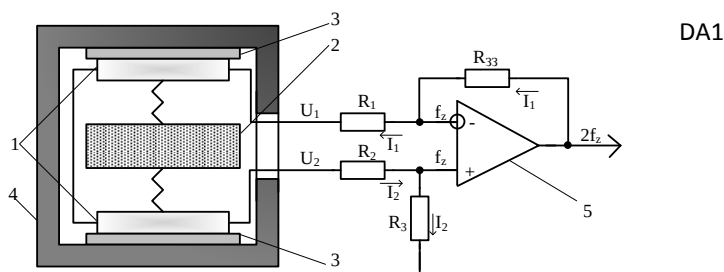


Рис 1. Конструктивне та схемотехнічне рішення ДПГ:

1 – п'єзоелементи; 2 – інерційна маса; 3 – ізолятор; 4 – корпус;  
5 – диференційний підсилювач.

### Мета, завдання і методика досліджень

Вдосконалення вимірювального підсилювача для формування вихідного сигналу на базі диференційного підсилювача з використанням буферних каскадів для більш ідеального узгодження високоімпедансних вихідних ємнісних опорів п'єзоелементів з базовим диференціальним підсилювачем. Таким чином, підвищення точності вимірювання прискорення сили тяжіння.

### Результати дослідження

Пропонуємо вдосконалити вимірювальний підсилювач DA1 (рис. 1) і зібрати його на трьох операційних підсилювачах в одному корпусі мікросхеми.

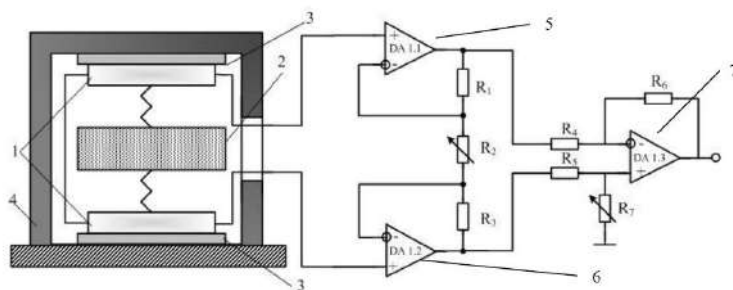


Рис 2. Конструктивне та схемотехнічне рішення вдосконаленого ДПГ:

1 – п'єзоелементи; 2 – інерційна маса; 3 – ізолятор; 4 – корпус; 5,6 – буферні каскади; 6 – базовий диференційний підсилювач.

Застосування буферних каскадів ДА1.1, ДА1.2 (рис. 2). дозволить зробити ідеальне узгодження високоімпедансних вихідних ємнісних опорів п'єзоелементів з базовим диференційним підсилювачем ДА1.3. Це, у свою чергу, покращить точнісну характеристику підсилювача.

Для спрощення та аналізу схеми відзначимо, що вимірювальний підсилювач фактично складається з диференціального підсилювача (ДА 1.3) з буферними каскадами (ДА1, ДА1.2).(рис. 2). Базовий операційний підсилювач ДА1.3 зі своїми чотирма навісними резисторами, що мають рівні опори  $R$ , утворює диференційний підсилювач з коефіцієнтом підсилення, який дорівнює 1.

У даній схемі повинні бути узгоджені тільки резистори, з'єднані з ДА 1.3. Резистор попереднього регулювання схеми  $R2$  можна виконати у вигляді змінного резистора, щоб збалансувати будь-яку синфазну напругу. Коефіцієнт підсилення  $k$  задається всього одним резистором  $R2$  у залежності за виразом:

$$\frac{U_{\text{вих}}}{U_1 - U_2} = 1 + \frac{2}{a},$$

де  $a = R1/R2$  [6].

Вихідна напруга не залежить від синфазної напруги, а залежить тільки від різниці вхідних напруг. Якщо на вході підсилювача будуть діяти синфазні сигнали негативних збурень, то їх результуюча на виході підсилювача буде дорівнювати 0. Це допоможе із складного вихідного сигналу виділити необхідний корисний сигнал для подальшої обробки. Результуючий корисний електричний сигнал буде пропорційним сигналу прискорення сили тяжіння [4].

Зворотній зв'язок обов'язково повинен бути негативним, тому що тільки у цьому випадку система може прийти до стану стійкої рівноваги. Фактично через зворотній зв'язок напруга на інвертуючому вході підтягується до напруги на неінвертуючому вході. На напругу на неінвертуючому вході зворотний зв'язок не впливає.

Отже, завдяки використанню додатково введеного другого каналу вимірювання та вдосконалення первинного перетворювача, забезпечується:

- відсутність у вихідному сигналі гравіметра сигналів похибок від залишкової неідентичності конструкцій однакових п'єзопластин та мас;
- від впливу зміни температури;
- вологості та тиску зовнішнього середовища (тобто інструментальних похибок), які можуть бути значними;
- усунення впливу вертикального прискорення літака на показники гравіметра;
- синфазні сигнали негативних збурень.

Використання диференційного операційного підсилювача та аналогово-цифрового перетворювача реалізують додавання та підсилення вихідних

аналогових сигналів обох каналів гравіметра та перетворювання їх у цифровий код відповідно. У бортової цифрової обчислювальної машини (БЦОМ) буде визначатися значення аномалій прискорення сили тяжіння, враховуючи поправку на вплив похибки від переносної (відносно гравіметра) кутової швидкості.

На п'єзоелементи обох каналів діє прискорення сили тяжіння  $g_z$ , вертикальне прискорення  $\Delta\ddot{z}$  літака та інструментальні похибки  $\Delta i$  від впливу залишкової неідентичності конструкцій однакових п'єзопластин та мас, впливу зміни температури, вологості та тиску зовнішнього середовища. Якщо спроектувати всі ці впливи на вимірювальну вісь  $Oz$  гравіметра-винаходу та врахувати те, що нижній п'єзоелемент 1 працює на стиснення, а верхній п'єзоелемент 1 – на розтяг, то отримаємо [3]:

$$\begin{aligned}u_1 &= k(mg_z + m\Delta\ddot{z} + \Delta i); \\u_2 &= k(mg_z - m\Delta\ddot{z} - \Delta i),\end{aligned}\quad (1)$$

де  $u_1$  – вихідний електричний сигнал п'єзопластин одного каналу;

$u_2$  – вихідний електричний сигнал п'єзопластин іншого каналу;

$m$  – вага інерційної маси у кожному каналі;

$k$  – п'єзоелектрична стала.

Вихідні електричні сигнали  $u_1$  та  $u_2$  п'єзопластин обох каналів додаються в операційному підсилювачі DA1.3:

$$u_\Sigma = u_1 + u_2 = 2kmg_z, \quad (2)$$

де  $u_\Sigma$  – вихідний сигнал операційного підсилювача DA1.

Для здійснення процесу додавання двох сигналів необхідно з'єднати виходи п'єзопластин таким чином, що одна з напруг буде від'ємною інша – додатною. У такому випадку механізм формування вихідного сигналу математично описується наступним виразом:

$$U_o = f_z = (U_2 - U_1) \cdot \left(1 + \frac{2}{a}\right). \quad (3)$$

Якщо напруга  $U_1$  від'ємна, то формула набуває вигляду:

$$U_o = f_z = (U_2 + U_1) \cdot \left(1 + \frac{2}{a}\right) = (2U_1) \cdot \left(1 + \frac{2}{a}\right). \quad (4)$$

Вихідний сигнал операційного підсилювача DA1.3 подається на аналого-цифровий перетворювач, де перетворюється у цифровий та надходить БЦОМ.

На вхід БЦОМ, куди подається вихідний сигнал гравіметра, також подаються вихідні сигнали від системи 1 визначення навігаційних параметрів та вимірювача 2 висоти. БЦОМ на основі отриманих даних обчислює аномалії  $\Delta g$  прискорення сили тяжіння за формулою:

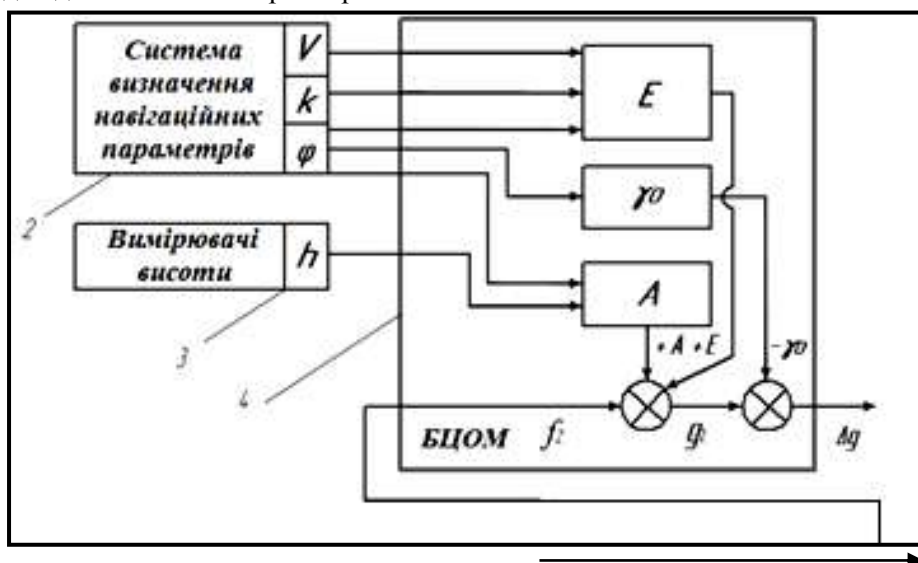
$$\Delta g = f_z + E + A - \gamma_0, \quad (5)$$

де  $f_z$  – вихідний сигнал гравіметра 3;

$E$  – поправка Етвеша;

$A$  – поправка за висоту;

$\gamma_0$  – довідкове значення прискорення сили тяжіння.



Вихідний сигнал з п'єзоелектричного перетворювача

Рис. 3. Схема структурна бортової цифрової обчислювальної машини

### Висновки та перспективи подальших досліджень

До основних ланок структури, які визначають якість функціонування каналу, є вхідний давач і первинний диференційний підсилювач. У якості давача доцільно застосувати п'єзоелектричний, а вимірювальний канал створити за двоканальною (диференційною схемою). Диференційна схема підсилювача значно зменшить позасмугові завади.

Велику увагу при проектуванні треба приділити питанню «сигнал-завада», як правило основними причинами зниження співвідношення у вимірювальному каналі є інтермодуляційні і гармонійні спотворення, що виникають в умовах дії інтенсивних позасмугових завад при наявності нелінійностей ланок каналу вимірювання.

Запропоноване схемотехнічне рішення застосування нової схеми підсилення вихідного сигналу п'єзоелектричного перетворювача допоможе вирішити проблеми з завадами.

Подальшими дослідженнями передбачається глибокий аналіз впливу синфазних завад на формування вихідного сигналу п'єзоелектричного перетворювача.

## Література

1. Патент України на винахід 107637, МПК G 01 V 7/00. Авіаційна гравіметрична система для вимірювань аномалій прискорення сили тяжіння / О. М. Безвесільна, А. Г. Ткачук. – № а 2013 15251; Заявл. 26.12.13; опубл. 26.01.15, Бюл. № 2.
2. Безвесільна О. М. Авіаційні гравіметричні системи та гравіметри : монографія / О. М. Безвесільна. – Житомир : ЖДТУ, 2007. – 604 с.
3. Безвесільна О. М. Науково-теоретичні дослідження нового п'єзоелектричного гравіметра автоматизованої авіаційної гравіметричної системи в екстремальних умовах з використанням нейронних мереж : монографія / О. М. Безвесільна, А. Г. Ткачук, Г. С. Тимчик. – Житомир : ЖДТУ, 2014. – 224 с.
4. Шарапов В. М. Пьезоэлектрические датчики / В. М. Шарапов, М. П. Мусиенко, Е. В. Шарапова. – М. : Техносфера, 2006. – 632 с.
5. Безвесільна О. М. Високоточний п'єзоелектричний гравіметр автоматизованої авіаційної гравіметричної системи для вимірювань аномалій прискорення сили тяжіння / О. М. Безвесільна, А. Г. Ткачук, М. А. Войцицький // Географічний журнал. – 2015. – № 4, т. 37. – С. 120–125.
6. Алексеенко А. Г. Применение прецизионных аналоговых микросхем / А. Г. Алексеенко, Е. А. Коломбет, Г. И. Стародуб. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Радио и связь, 1985. – 304 с.

УДК 621.31

**А. П. Войцицький**  
**Ю. А. Колос**  
К. Т. Н.

Житомирський національний агроекологічний університет

## **АНАЛІЗ ПРИЧИН ПОГІРШЕННЯ ЯКОСТІ ПОКАЗНИКІВ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ, ЯКІ ХАРАКТЕРИЗУЮТЬ ФОРМУ НАПРУГИ**

*Останнім часом проблеми якості електроенергії привернули увагу багатьох дослідників, виробників електроенергії та її споживачів.*

*Погіршення якості електроенергії відбувається як через збурення, викликані перехідними процесами (кидки і просідання напруги, імпульсні перешкоди), так і в сталих режимах (гармонійні спотворення, несиметричність, флікери). З усіх проблем найбільш докладно в цій статті описані гармонійні спотворення.*

*Розглянуто та проаналізовано причини спотворення форми кривої синусоїдного періодичного струму та вплив спотворення на якість електричної енергії.*

Подальшими дослідженнями передбачається глибокий аналіз впливу синфазних завад на формування вихідного сигналу п'єзоелектричного перетворювача.

## Література

1. Патент України на винахід 107637, МПК G 01 V 7/00. Авіаційна гравіметрична система для вимірювань аномалій прискорення сили тяжіння / О. М. Безвесільна, А. Г. Ткачук. – № а 2013 15251; Заявл. 26.12.13; опубл. 26.01.15, Бюл. № 2.
2. Безвесільна О. М. Авіаційні гравіметричні системи та гравіметри : монографія / О. М. Безвесільна. – Житомир : ЖДТУ, 2007. – 604 с.
3. Безвесільна О. М. Науково-теоретичні дослідження нового п'єзоелектричного гравіметра автоматизованої авіаційної гравіметричної системи в екстремальних умовах з використанням нейронних мереж : монографія / О. М. Безвесільна, А. Г. Ткачук, Г. С. Тимчик. – Житомир : ЖДТУ, 2014. – 224 с.
4. Шарапов В. М. Пьезоэлектрические датчики / В. М. Шарапов, М. П. Мусиенко, Е. В. Шарапова. – М. : Техносфера, 2006. – 632 с.
5. Безвесільна О. М. Високоточний п'єзоелектричний гравіметр автоматизованої авіаційної гравіметричної системи для вимірювань аномалій прискорення сили тяжіння / О. М. Безвесільна, А. Г. Ткачук, М. А. Войцицький // Географічний журнал. – 2015. – № 4, т. 37. – С. 120–125.
6. Алексеенко А. Г. Применение прецизионных аналоговых микросхем / А. Г. Алексеенко, Е. А. Коломбет, Г. И. Стародуб. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Радио и связь, 1985. – 304 с.

УДК 621.31

**А. П. Войцицький**  
**Ю. А. Колос**  
К. Т. Н.

Житомирський національний агроекологічний університет

## **АНАЛІЗ ПРИЧИН ПОГІРШЕННЯ ЯКОСТІ ПОКАЗНИКІВ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ, ЯКІ ХАРАКТЕРИЗУЮТЬ ФОРМУ НАПРУГИ**

*Останнім часом проблеми якості електроенергії привернули увагу багатьох дослідників, виробників електроенергії та її споживачів.*

*Погіршення якості електроенергії відбувається як через збурення, викликані перехідними процесами (кидки і просідання напруги, імпульсні перешкоди), так і в сталих режимах (гармонійні спотворення, несиметричність, флікери). З усіх проблем найбільш докладно в цій статті описані гармонійні спотворення.*

*Розглянуто та проаналізовано причини спотворення форми кривої синусоїдного періодичного струму та вплив спотворення на якість електричної енергії.*

*Проаналізовано заходи щодо зменшення несинусоїдальності напруги, забезпечення електромагнітної сумісності споживачів.*

**Ключові слова:** напруга, електрична енергія, якість електричної енергії, коефіцієнт форми синусоїдної напруги, нелінійні елементи, комутація.

## Постановка проблеми

Електрична енергія використовується практично у всіх процесах, пов'язаних з діяльністю людини. Володіючи специфічними властивостями, електроенергія безпосередньо бере участь при створенні інших видів енергії та продукції, впливаючи на їх якість.

Поняття якості електричної енергії (ЯЕЕ) відрізняється від поняття якості інших видів продукції. Кожен електричний пристрій, призначений для роботи при певних параметрах та умовах експлуатації, повинен відповідати:

- номінальній частоті;
- напрузі;
- коефіцієнту форми кривої напруги;
- коефіцієнту часової перенапруги тощо.

Якість електроенергії – це сукупність властивостей, які визначають дію на електрообладнання, прилади та апарати, що, у свою чергу, оцінюється показниками якості електроенергії. Ці показники характеризують рівні електромагнітних перешкод у системі електропостачання за частотою, діючому значенні напруги, формі його кривої, симетрії та імпульсам напруги [2]. Погіршення якості електроенергії, інакше кажучи, збільшення рівня електромагнітної сумісності у системі електропостачання обумовлено технологічним процесом виробництва, передачею, розподілом та споживанням електроенергії [2]. При дотриманні встановлених норм ЯЕЕ забезпечується електромагнітна сумісність електричних мереж енергопостачальних організацій та електричних мереж споживачів електричної енергії.

## Аналіз останніх досліджень і публікацій

Актуальність теми щодо аналізу спектра вищих гармонійних у системі електричних мереж, пов'язана з проблемою якості електроенергії у системах електропостачання промислових підприємств, протягом достатньо тривалого часу залишається однією з найважливіших проблем, що визначає надійність та ефективність електропостачання споживачів. Ця проблема має декілька складових, однією з яких є проблема гармонійних складових (вищі гармоніки).

Джерелами ВГ є промислові споживачі з нелінійними вольтамперними характеристиками, а також окремі прилади, що мають широке використання у багатьох сферах життєдіяльності сучасної людини, які, однак, різко погіршують якість електричної енергії. ВГ, залежно від їх характеру, інтенсивності та тривалості, негативно впливають на роботу систем автоматики й телемеханіки,

знижують економічність та надійність роботи електричних мереж, зменшують термін експлуатації електрообладнання та призводять до багатьох інших негативних наслідків [1, 2].

Вагомий внесок у вивчення режимів ВГ, розробку методик вимірювання, розрахунку й нормалізації внесли вітчизняні та зарубіжні вчені: Жежеленко І. В., Железко Ю. С., Зикін Ф. А., Карташев І. І., Кордюков Е. І., Кузнецов В. Г., Курбацький В. Г., Липський А. М. та ін.

Проте основними у сфері аналізу несинусоїдальних режимів систем електропостачання промислових підприємств (СЕП ПП) є праці Жежеленка І. В. У його працях розкрито найбільш повний спектр питань, пов'язаних із режимами ВГ для мереж промислових підприємств.

### Мета, завдання та методика досліджень

Метою досліджень є аналіз причин погіршення якості електроенергії з показниками, що характеризують форму кривої напруги та спотворення якості обліку електроенергії.

### Аналіз результатів дослідження

З точки зору якості електроносія (напруги) для нормальної роботи електричного обладнання, підключеного до мережі змінного струму, оптимальною є ідеально синусоїдальна форма напруги живлення (рис. 1).

Однак на сучасних підприємствах та побуті значного поширення набули навантаження, вольт- і веберамперні характеристики, які мають нелінійний характер (нелінійні навантаження). Підключення таких споживачів, що мають у своєму складі нелінійні елементи, часто призводить до відхилення форми напруги від синусоїди.

Осцилограма форми кривої синусоїдного струму силової мережі була знята у лабораторії 312а ЖНАЕУ.

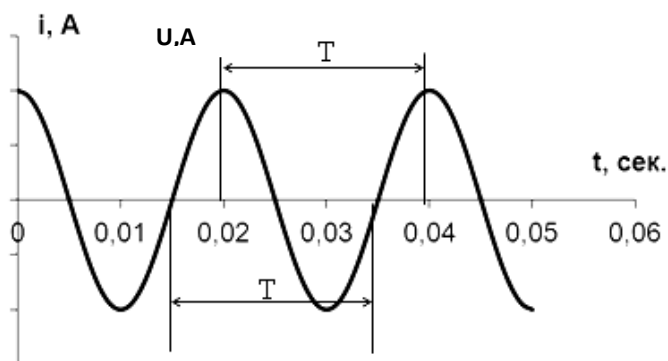


Рис. 1. Ідеальна синусоїдальна форма напруги частотою 50 Гц



При дослідженні форми кривої напруги живлення, остання має вигляд форми несинусоїдальності явно вираженої (рис. 2). Причини спотворення форми кривої, у першу чергу, залежать від споживачів.

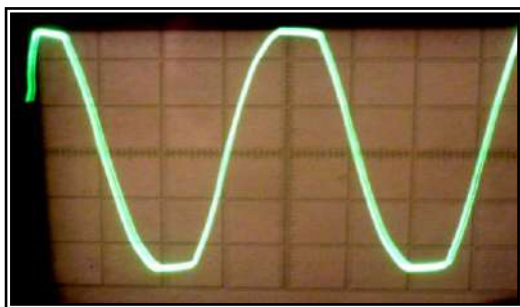


*Рис. 2. Осцилограма форми кривої синусоїдного струму силової мережі*

До числа таких споживачів відносяться різного роду вентиляльні перетворювачі (головним чином, тиристорні): установки дугового і контактного електрозварювання, сталеплавильні печі, трансформатори, двигуни тощо.

Ці навантаження споживають із мережі струм, крива якого виявляється несинусоїдальною, а в багатьох випадках – і неперіодичною, у результаті виникають нелінійні спотворення кривої напруги.

Фізична сутність спотворення синусоїдальності змінної напруги полягає у виникненні режиму короткого замикання ланцюга змінного струму в інтервали комутації струму діодних та тиристорних плечей випрямляча, внаслідок чого на цих інтервалах відбуваються провали у кривій синусоїдальної напруги. Вони спотворюють форму кривої напруги і призводять до виникнення вищих гармонійних складових у частотному спектрі напруги [1].

Так як коливання напруги повторюються кожен напівперіод напруги живлення, то ця періодичність обмежує вентиляльну міцність випрямляча і сприяє швидкому виходу їх з ладу.

Крім того, ці коливання з'являються у кривій випрямленої напруги, впливаючи на електромагнітні процеси, що протікають у ланцюзі випрямленого струму.

У трифазного трансформатора з трьома стержнями магнітопровід не тільки є нелінійним, але й несиметричним. Довжина магнітних шляхів крайніх і середньої фаз різняться в 1,9 раза. Такий факт є причиною того, що струм намагнічення у середній фазі менший за струм крайніх фаз.

Коефіцієнти гармонік 3-го порядку, і навіть 5-го та 7-го, досягають значних величин, наприклад, 30 % і більше. Гармоніка 3-го порядку виключає з'єднання обмотки у трикутник.

Перетворювачі усіх типів генерують прямі і зворотні гармоніки струмів порядку

$$h = n \cdot p \pm 1,$$

де  $n$  – натуральний ряд чисел;  $p$  – число фаз перетворювача (3, 6, 12). Ці струми створюють гармоніки напруг, що змінюються залежно від навантаження перетворювача. Якщо навантаження незначне відносно загального навантаження системи електропостачання, то гармоніки напруги будуть незначними. Апарати з електричною дугою чи апарати, що використовують електричний розряд: дугові печі, зварювальні машини, люмінесцентні лампи (створюють нестабільні у часі гармоніки).

Дещо нова проблема – стрімке зростання комп'ютерної техніки, що створює проблему спотворення форми кривої синусоїдної напруги, яку необхідно розв'язувати.

З курсу математики відомо, що періодичні несинусоїдні функції, які задовольняють умови Дирихле, можна розкласти у тригонометричний ряд Фур'є, тобто представити сумою гармонічних складових.

Згідно з умовами Дирихле, така функція має кінцеве число відносних максимумів та мінімумів, а також точок розриву першого роду на деякому кінцевому інтервалі [4].

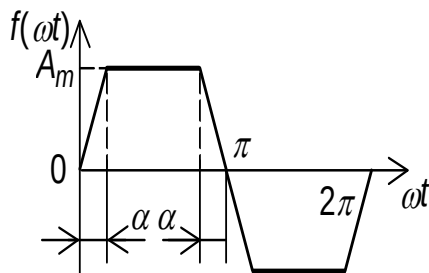


Рис. 3. Періодична функція трапецієподібної форми

Згідно із досліджуваною формою спотворень, синусоїда більш близька до періодичної функції, яка має вигляд симетричної трапеції відносно осі ординат. При розкладі такої функції в ряд Фур'є, остання має вигляд

$$e(t) = 4A_m / a\pi (\sin a \sin \omega t) + 1/9 \sin a \sin 3\omega t + 1/25 \sin 5a \sin 5\omega t + 1/49 \sin 7a \sin 7\omega t \dots$$

Аналізуючи цю функцію, бачимо, що вона складається з непарних гармонік (3, 5, 7...). Відхилення форми змінної напруги від синусоїди є одним з основних параметрів, що характеризують якість електричної енергії у силових мережах. Дані показники визначаються як значення, усереднені за 3 с. Визначення

показників, що характеризують синусоїдальність напруги, проводиться так: коефіцієнт спотворення синусоїдальності напруги визначають за формулою

$$K_U = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{40} U_n^2}}{U_1} \cdot 100\%,$$

де – значення  $n$ -й гармонійної складової напруги;  $U_1$  – значення першої (основної) гармоніки напруги.

Значення гармонік нормується ГОСТ 13109-97. Якість електроенергії за показником коефіцієнта спотворення синусоїдальності кривої напруги і коефіцієнта  $n$ -й гармонійної складової напруги у точці загального приєднання вважають відповідним вимогам стандарту, якщо найбільше з усіх вимірювань протягом 24 годин значень коефіцієнтів спотворення не перевищує гранично допустимого значення. Також значення коефіцієнта спотворення, відповідне ймовірності 95% за встановлений період часу, не повинно перевищувати нормально допустимого значення.

### Висновки та перспективи подальших досліджень

Зменшення несинусоїдальності забезпечується:

1. Зменшенням рівня вищих гармонік від перетворювачів за рахунок збільшення числа фаз і використання спеціальних схем перетворення та керування ними;

2. Раціональною побудовою схеми мережі:

- живленням нелінійних навантажень від окремих ліній та трансформаторів;
- використанням фільтрів.

Зниження якості електроенергії проявляється у зростанні втрат потужності та енергії, зменшенні терміну служби обладнання, технологічному збитку, що включає у себе зменшення продукції, зниження якості продукції, випуску неякісної продукції. Необхідною умовою успішної роботи системи загального електропостачання є забезпечення ЯЕЕ у вузлах підключення споживачів.

Подальші дослідження будуть відбуватися з більш ретельним вивченням впливу інверторів на силову мережу.

### Література

1. Жежеленко И. В. Высшие гармоники в системах электроснабжения промышленных предприятий / И. В. Жежеленко. – М. : Энергоатомиздат, 2000. – 331 с.
2. Жежеленко И. В. Вопросы качества электроэнергии в электроустановках / И. В. Жежеленко, Ю. Л. Сезенко. – Мариуполь : ПГТУ, 1996. – 173 с.
3. Аррилага Д. Гармоники в электрических системах / Д. Аррилага, Д. Брэдли, П. Боджер. – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 320 с.
4. Основы теории цепей / Г. В. Зевеке, П. А. Ионкин, А. В. Нетушил [и др.]. – М. : Энергоатомиздат, 1989. – 528 с.

УДК 62-93:681.5

С. В. Міненко

к. т. н.

В. М. Савченко

к. т. н.

В. В. Крот

аспірант

Житомирський національний агроекологічний університет

## АНАЛІЗ ЗАЛЕЖНОСТІ ІНТЕНСИВНОСТІ ПРОДУКТИВНОГО ФОТОСИНТЕЗУ ВІД РЕЖИМІВ МІКРОКЛІМАТУ В ІНДУСТРІАЛЬНИХ ТЕПЛИЦЯХ

*У статті проаналізовано вплив температури внутрішнього повітря, вологості, освітленості та спектра сонячної радіації на урожайність рослин при промисловому їх вирощуванні в умовах захищеного ґрунту. Дана характеристика сонячної інсоляції для регіонів де розміщені промислові тепличні комплекси з обладнаними системами для експериментальних досліджень. Аналіз залежності інтенсивності продуктивного фотосинтезу від мікроклімату культиваційних споруд є визначальним для визначення ефективних інженерних засобів боротьби з перегрівом від сонячної радіації в теплиці, в теплий період року, та створення оптимального агротехнічного середовища. Перспективою подальших досліджень є розробка технічних заходів щодо забезпечення оптимального мікроклімату при вирощуванні продукції захищеного ґрунту, а також визначення впливу технічного стану систем на якість та урожайність рослин.*

**Ключові слова:** захищений ґрунт, мікроклімат, температура, вологість, фотосинтез, перегрів рослин.

### Постановка проблеми

Розвиток рослин забезпечується сукупністю ґрунтових і атмосферних умов відповідно до закону "мінімум - оптимум - максимум", якщо хоча б один з факторів буде в нестачі або надлишку, то життєдіяльність рослин і врожай будуть знаходитися в прямій залежності від цього фактору.

Підтримувати конкретні параметри мікроклімату в період перегріву, що характеризується високою внутрішньою температурою, низькою вологістю і рухливістю повітря є завдання систем забезпечення мікроклімату теплиць, які являють собою сукупність всіх інженерних засобів і пристроїв, що забезпечують внутрішні кліматичні умови.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

У роботі [1] проаналізовано вплив культиваційних споруд та технологічних систем на параметри мікроклімату при вирощуванні продукції захищеного ґрунту. Вплив автоматизованого керування на значення параметрів мікроклімату, а саме освітленість, температурні режими та вологість, які безпосередньо

впливають на інтенсивність продуктивного фотосинтезу рослин в умовах захищеного ґрунту, достатньо широко розглянуті в роботі [2]. У роботах [3,4] розглянуто стратегії контролю та розроблені формальні моделі для регулювання параметрами температурних режимів та вологості в індустріальних теплицях.

### Мета, завдання та методика дослідження

Метою дослідження є аналіз залежності інтенсивності продуктивного фотосинтезу від мікроклімату культивацийних споруд для визначення ефективних інженерних засобів боротьби з перегрівом від сонячної радіації в теплиці та створення оптимального агротехнічного середовища.

### Результати досліджень

Для визначення ефективності застосування інженерних засобів боротьби з перегрівом від сонячної радіації необхідно розглянути вплив на продуктивність рослин факторів, обумовлених першопричиною перегріву сонячною радіацією, а саме: температури внутрішнього повітря, освітленості, температури та спектра проникаючої у теплицю радіації.

Вплив зовнішнього клімату на тепловий режим у культивацийній споруді визначається сукупністю метеорологічних факторів. Для теплого періоду року визначальними параметрами клімату є інтенсивність сонячної радіації, температура зовнішнього повітря, відносна вологість повітря, швидкість повітря та напрям повітряних мас. Також важливим фактором є сонячна активність. Поняття сонячна активність в сучасній науці пов'язана з терміном «сонячна інсоляція». Таблиця сонячної інсоляції за регіонами де розміщені тепличні комплекси на яких планується проводити експериментальні дослідження, подана в таблиці 1.3.

Таблиця 1. Рівень сонячної інсоляції за регіонами

| Місяці<br>Міста |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | рік         |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------|
|                 | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   |             |
| Дніпропетровськ | 1,21 | 1,99 | 2,98 | 4,05 | 5,55 | 5,57 | 5,70 | 5,08 | 3,66 | 2,27 | 1,20 | 0,96 | <b>3,36</b> |
| Житомир         | 1,01 | 1,82 | 2,87 | 3,88 | 5,16 | 5,19 | 5,04 | 4,66 | 3,06 | 1,87 | 1,04 | 0,83 | <b>3,04</b> |
| Київ            | 1,07 | 1,87 | 2,95 | 3,96 | 5,25 | 5,22 | 5,25 | 4,67 | 3,12 | 1,94 | 1,02 | 0,86 | <b>3,10</b> |
| Одеса           | 1,25 | 2,11 | 3,08 | 4,38 | 5,65 | 5,85 | 6,04 | 5,33 | 3,93 | 2,52 | 1,36 | 1,04 | <b>3,55</b> |
| Полтава         | 1,18 | 1,96 | 3,05 | 4,00 | 5,40 | 5,44 | 5,51 | 4,87 | 3,42 | 2,11 | 1,15 | 0,91 | <b>3,25</b> |
| Кишинів         | 1,08 | 1,78 | 2,68 | 3,87 | 5,40 | 5,70 | 6,39 | 5,63 | 3,96 | 2,45 | 1,06 | 0,87 | <b>3,46</b> |

У результаті основних процесів життєдіяльності (фотосинтез і дихання) у рослинах накопичуються органічні речовини. Показником інтенсивності протікання цих двох процесів служить інтенсивність нетто-фотосинтезу, яка являє собою різницю між кількістю вуглекислого газу  $\text{CO}_2$ , поглиненим і виділеним рослинами за одиницю часу на одиницю листової поверхні. Інтенсивність нетто-фотосинтезу, в свою чергу, залежить від властивостей рослини, а також від рівня забезпеченості рослин умовами зовнішнього середовища: опроміненості фотосинтетично активною радіацією (ФАР), температури, вологості ґрунту і повітря, концентрації  $\text{CO}_2$  у повітрі, режиму мінерального живлення. Як правило, інтенсивність нетто-фотосинтезу  $\Phi$ ,  $\text{мг}/(\text{м}^2 \text{ год})$ , від факторів середовища виражається поліномною функцією.

Залежність інтенсивності продуктивного фотосинтезу томатів і огірків від температури повітря, при вирощуванні в кліматичній камері, представлена на рисунку 1.

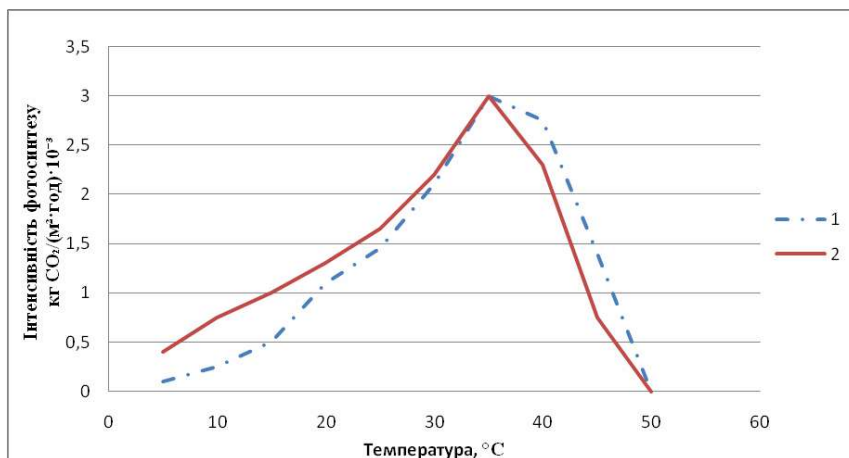


Рис. 1. Залежність інтенсивності фотосинтезу від температури повітря (за Лундегорду): 1 - томат; 2 - огірки

У реальних умовах, при вирощуванні продукції захищеного ґрунту, сукупність оптимальних умов росту дотримати практично не вдається. Тому для забезпечення високих врожаїв, фізіологи рекомендують підтримувати в теплицях температурні режими для кожної фази росту культур.

У скляній теплиці в перехідний і теплий періоди, при високій інтенсивності сонячної радіації, спостерігається значне підвищення значень температури внутрішнього повітря. Зміну інтенсивності фотосинтезу в теплиці наведено на рис. 2.

Якщо проаналізувати графіки на рисунках 1 і 2, то можна зробити висновок, що в теплицях у період перегріву інтенсивність фотосинтезу не досягає максимального значення, рівного у фітотроні  $3,10^{-3} \text{ кг } \text{CO}_2/(\text{м}^2 \text{ год})$  при  $t_b = 35^\circ\text{C}$

для томата і  $t_b=36\text{ }^{\circ}\text{C}$  для огірка. Вона не перевищує  $1,8 \times 10^{-3}$  кг  $\text{CO}_2/(\text{м}^2 \text{ год})$ , що становить лише 60% від максимальної продуктивності рослин. Другий максимум інтенсивності фотосинтезу припадає на 18–20 годину і дорівнює  $\approx 1,1$  кг  $\text{CO}_2/(\text{м}^2 \text{ год})$  або 37% від максимально можливої інтенсивності фотосинтезу [5, 6].

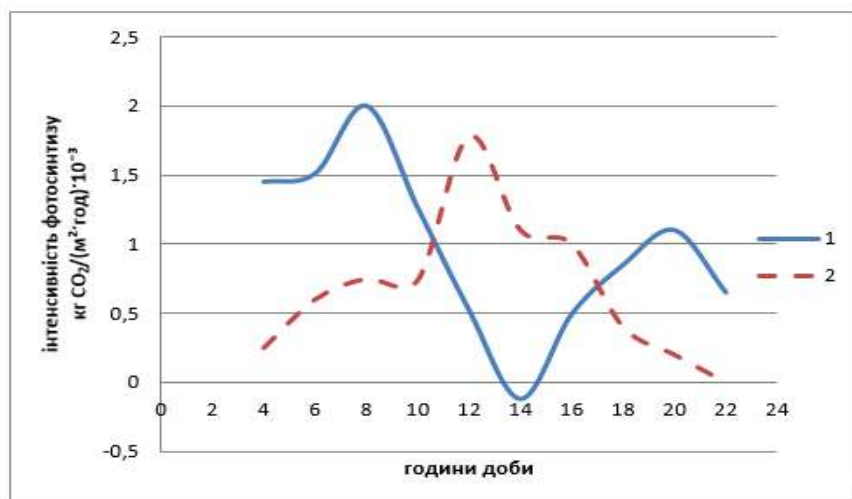


Рис. 2. Зміна інтенсивності фотосинтезу протягом дня в теплиці:  
1 – в сонячний день; 2 – у похмурий день

Основним джерелом вологи в теплиці є поливальна вода. Вона витрачається рослинами на транспірацію, випаровується з поверхні ґрунту, видаляється через дренажну систему. Для огірка характерна витрата води близько 450 мл на 1 г сухої речовини. При врожайності 33 кг/м<sup>2</sup> рослини синтезують близько 39,6 кг сирої маси, що становить у перерахунку на суху речовину 1,782 кг, для отримання якого необхідно 802 л води. Враховуючи кількість води, що міститься в сухій речовині (32 л), і величину не продуктивного випаровування вологи з поверхні ґрунту, загальна середня потреба у воді становить близько 911 л на 1м<sup>2</sup>. Одна доросла рослина огірка в теплиці випаровує, в процесі транспірації, щодня, в період плодоношення 1,2–1,5 л води. Потреба рослин томата у воді протягом всього періоду вегетації становить 800...900 л/м<sup>2</sup>. На рисунку 3 наведено потреби культур томату і огірка у воді протягом року [5,6]. При високій сонячній радіації поряд з вегетаційними поливами використовуються додаткові поливи всередині дня, норма поливу складає 0,5–1,5 л/м<sup>2</sup> [6]. Функції дощування і підтримки вологісного режиму рослин у теплиці може виконувати система водоаерозольного охолодження.

Для видалення надлишків вологи з повітря теплиці, слід застосовувати провітрювання, активну аерацію або механічну вентиляцію.

Повітряно-газовий та радіаційний режими в теплиці мають велике значення для росту і розвитку рослин. Рослини в процесі газообміну поглинають або виділяють через пори вуглекислий газ  $\text{CO}_2$ , кисень  $\text{O}_2$  і водяну пару. Якщо перенесення газів, що оточують рослину, з повітряним потоком незначні, то нестача вуглекислого газу біля поверхні листка ускладнює фотосинтез, а повільне виділення водяної пари обмежує транспірацію, що призводить до значного підвищення температури листка. Значні коливання концентрації  $\text{CO}_2$  обумовлені газообміном між рослиною і повітрям, внаслідок фотосинтезу та дихання і повітрообміном в теплиці. Провітрюванням і активною вентиляцією теплиць можливо усунути дефіцит  $\text{CO}_2$ . У більшості випадків достатня рухливість повітря від 0,5 м/с до 1,0 м/с [6].

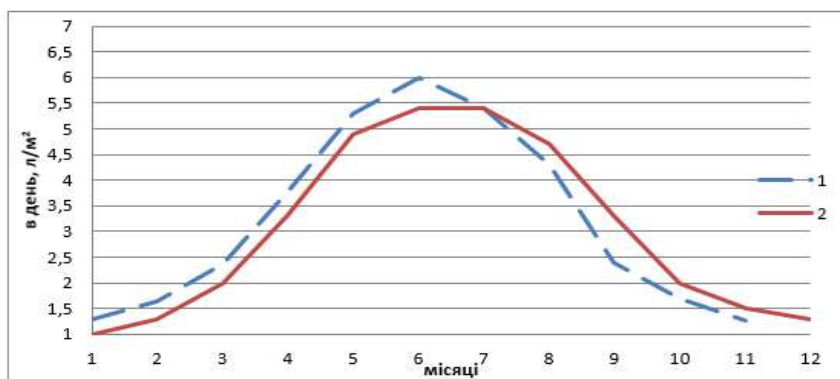


Рис. 3. Залежність потреби у воді від пори року: 1 – огірок; 2 – томату

Сонячна радіація підвищує температуру повітря в теплиці, в теплий період року,  $t_{\text{в}}$  до 50...55°C, викликає перегрів та висушування рослин [5].

Одним з ефективних способів зменшення впливу сонячної радіації є насичення об'єму приміщення трьохатомними газами, поглинаючими променисту енергію, з подальшим їх видаленням із теплиці. Як трьохатомні гази можна використовувати водяні пари, які утворюються при водоаерозольному зрошенні теплиці. З робіт відомо, що коефіцієнт поглинання променистої енергії в теплиці при збільшенні відносної вологості повітря від 40 до 100% зростає від 0,10 до 0,16. [7].

Мінімальні значення радіаційних параметрів, при яких можливий нормальний розвиток тепличних культур, наведено в таблиці 3[6].



Таблиця 3. Значення радіаційних параметрів необхідних  
для розвитку огірків і томатів

| Культура | Освітленість, кЛк | Інтенсивність ФАР,<br>МДж/(м <sup>2</sup> год) | Надходження ФАР<br>за<br>сонячний день |
|----------|-------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Огірок   | 6                 | 0,12                                           | 3,6                                    |
| Томат    | 8                 | 0,16                                           | 7,8                                    |

### Висновки та перспективи подальших досліджень

Сонячне випромінювання є основним фактором, що впливає на процеси фотосинтезу в рослинах, але при цьому значно зростає кількість теплової енергії, яку отримує рослина, що негативно впливає на її ріст. Тому, використання інженерних систем керування мікроклімату є необхідним в середовищі закритого ґрунту, при цьому значення параметрів, повинні відповідати закону "мінімум - оптимум - максимум", що забезпечить високий рівень якості та продуктивності продукції тепличних комплексів.

Доцільним є аналіз існуючих способів зняття перегріву внутрішнього повітря при вирощуванні продукції рослинництва в умовах захищеного ґрунту, а саме в скляних та плівкових теплицях індустриального призначення, а також дослідження впливу температури та вологості внутрішнього середовища на процес фотосинтезу рослин, які вирощуються в культивацийних спорудах.

### Література

1. Савченко В. М. Вплив культивацийних споруд та технологічних систем на параметри мікроклімату при вирощуванні продукції захищеного ґрунту / В. М. Савченко, В. В. Крот // Крамаровські читання : зб. тез доп. II Міжнар. наук.-техн. конф. (17–18 лютого 2015 р.) / Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України. – К., 2015. – С. 121–122.
2. Савченко В. Вплив шторних екранів на внутрішню температуру в теплицях / В. Савченко, С. Міненко // Зб. наук. пр. УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого. – 2012. – Вип. 16 (30), кн. 2. – С. 270–275.
3. Міненко С. В. Формальні моделі для регулювання мікроклімату в теплицях / В. М. Савченко, С. В. Міненко, О. А. Махов // Матеріали міжнар. наук.-практ. Інтернет-конф., 16 березня 2013 р. – Тернопіль : Крок, 2013. – Ч. 2. – С. 87–89.
4. Міненко С. В. Стратегії контролю процесами мікроклімату в індустриальних теплицях / В. М. Савченко, С. В. Міненко, О. А. Махов // Підвищення надійності машин і обладнання : зб. тез доп. VII Всеукр. наук.-практ. конф. студентів та аспірантів. – Кіровоград : КНТУ, 2013. – С. 48–50.
5. Овощеводство защищенного грунта / С. Ф. Ващенко [и др.]. – М. : Колос, 1984. – 272 с.

6. Бодров В. И. Комплексная система снятия перегрева в теплице в теплый период года / В. И. Бодров, И. В. Баулина, М. А. Абазалиева. – М., 1992. – 15 с.

7. Егизаров А. Г. Термодинамические процессы обработки воздуха при работе систем водоаэрозольного охлаждения / А. Г. Егизаров, В. И. Бодров, М. А. Абазалиева. – М., 1992. – 13 с. – Деп. в ВПИИПТПИ, № 11221.

УДК 62-93:681.5

**С. В. Міненко**

к. т. н.

**В. М. Савченко**

к. т. н.

**В. В. Крот**

аспірант

Житомирський національний агроєкологічний університет

## **КЛАСИФІКАЦІЯ СПОСОБІВ ЗНЯТТЯ ПЕРЕГРІВУ РОСЛИН В ІНДУСТРІАЛЬНИХ ТЕПЛИЦЯХ**

*У статті розглянуті існуючі способи зняття перегріву внутрішнього повітря при вирощуванні продукції рослинництва в умовах захищеного ґрунту, а саме у скляних та плівкових теплицях індустриального призначення. Доведено вплив температури та вологості внутрішнього середовища на процес фотосинтезу рослин, які вирощуються у культивацийних спорудах. Обґрунтовано доцільність використання систем випарного охолодження і дозволення (СВОД) у комплексі з іншими системами зняття перегріву (природна, механічна вентиляція), які активізують процеси асиміляції надлишків тепла та нормалізують температуру листяної поверхні біомаси. Перспективою подальших досліджень є вплив технічного стану складових автоматизованих систем керування мікрокліматом, у тому числі системи випарного охолодження і дозволення, на якісні та кількісні характеристики продукції захищеного ґрунту.*

**Ключові слова:** захищений ґрунт, мікроклімат, вентиляція, температура, вологість, водоаерозольне охолодження, перегрів рослин.

### **Постановка проблеми**

Проблеми прийняття рішень при проектуванні, експлуатації та управлінні параметрами мікроклімату теплиць, тобто вибір одного з можливих альтернативних варіантів, є складною операцією з огляду на різноманіття факторів (будівельних, теплофізичних, технологічних, економічних тощо), які впливають на цей вибір. Аналіз результатів, отриманих шляхом комплексних теоретичних, лабораторних, напівпромислових досліджень, узагальнення вітчизняних і зарубіжних літературних джерел, дозволить визначити вплив технічного стану складових автоматизованої системи мікроклімату на продукцію рослинництва захищеного ґрунту.

© С. В. Міненко, В. М. Савченко, В. В. Крот

6. Бодров В. И. Комплексная система снятия перегрева в теплице в теплый период года / В. И. Бодров, И. В. Баулина, М. А. Абазалиева. – М., 1992. – 15 с.

7. Егизаров А. Г. Термодинамические процессы обработки воздуха при работе систем водоаэрозольного охлаждения / А. Г. Егизаров, В. И. Бодров, М. А. Абазалиева. – М., 1992. – 13 с. – Деп. в ВПИИПТПИ, № 11221.

УДК 62-93:681.5

**С. В. Міненко**

к. т. н.

**В. М. Савченко**

к. т. н.

**В. В. Крот**

аспірант

Житомирський національний агроєкологічний університет

## **КЛАСИФІКАЦІЯ СПОСОБІВ ЗНЯТТЯ ПЕРЕГРІВУ РОСЛИН В ІНДУСТРІАЛЬНИХ ТЕПЛИЦЯХ**

*У статті розглянуті існуючі способи зняття перегріву внутрішнього повітря при вирощуванні продукції рослинництва в умовах захищеного ґрунту, а саме у скляних та плівкових теплицях індустриального призначення. Доведено вплив температури та вологості внутрішнього середовища на процес фотосинтезу рослин, які вирощуються у культивацийних спорудах. Обґрунтовано доцільність використання систем випарного охолодження і дозволення (СВОД) у комплексі з іншими системами зняття перегріву (природна, механічна вентиляція), які активізують процеси асиміляції надлишків тепла та нормалізують температуру листяної поверхні біомаси. Перспективою подальших досліджень є вплив технічного стану складових автоматизованих систем керування мікрокліматом, у тому числі системи випарного охолодження і дозволення, на якісні та кількісні характеристики продукції захищеного ґрунту.*

**Ключові слова:** захищений ґрунт, мікроклімат, вентиляція, температура, вологість, водоаерозольне охолодження, перегрів рослин.

### **Постановка проблеми**

Проблеми прийняття рішень при проектуванні, експлуатації та управлінні параметрами мікроклімату теплиць, тобто вибір одного з можливих альтернативних варіантів, є складною операцією з огляду на різноманіття факторів (будівельних, теплофізичних, технологічних, економічних тощо), які впливають на цей вибір. Аналіз результатів, отриманих шляхом комплексних теоретичних, лабораторних, напівпромислових досліджень, узагальнення вітчизняних і зарубіжних літературних джерел, дозволить визначити вплив технічного стану складових автоматизованої системи мікроклімату на продукцію рослинництва захищеного ґрунту.

© С. В. Міненко, В. М. Савченко, В. В. Крот

## Аналіз останніх досліджень і публікацій

Дослідженнями процесів формування теплового режиму теплиць займалися І. В. Баулін, Н. М. Гусєв, В. М. Гарбуз, А. Г. Єгіазаров, В. В. Єсін, Уолкер, М. Решер, М. Джемсон, Г. Багеман та інші. Найбільш повно процеси теплообміну в обсязі культивацийних споруд представлені моделі процесу, розробленої Л. М. Ануфрієвим, В. А. Кожиним, Г. М. Позіним [1]. На основі цієї моделі розроблена методика теплотехнічного розрахунку культивацийних споруд, застосовувана при тепловому проектуванні для холодного періоду року [2]. Проте методи розрахунку з боротьби із перегрівом у теплицях, у теплий період року дана методика не розглядає.

## Мета, завдання та методика дослідження

Метою дослідження є огляд існуючих способів зняття перегріву рослин при їх вирощуванні у скляних та плівкових індустриальних теплицях.

## Результати досліджень

Всі способи зняття перегріву діляться на три групи: способи попередження перегріву; способи усунення перегріву; комбіновані способи зняття перегріву.

Наразі найбільшого поширення отримали способи загального впливу на добове надходження тепла у теплиці (загальнозатемнюючі, загальнопоглинаючі). Частково – селективні і рідко високоточні (прецизійні) способи. На практиці технічна реалізація будь-якого способу включає комплекс елементів попередження або зняття перегріву, представлений у вигляді комбінування технічних засобів для отримання необхідних параметрів мікроклімату.

Широкого застосування набули комплексні системи зняття перегріву, принцип роботи яких полягає у ступінчастому включенні окремих її елементів у періоди збільшення інтенсивності сонячної радіації протягом року і світлового дня (рис.1). Експлуатаційна та економічна ефективність представленої системи полягає у використанні пасивних конструктивних елементів системи керування мікрокліматом і короткочасного включення активних елементів системи (механічна витяжна вентиляція та водоаерозольне охолодження) протягом тривалого періоду.

Водоаерозольне охолодження, складова комплексної системи керування мікрокліматом, може використовуватися як система поливу та зволоження повітря. Після відповідної обробки розчинів системи водоаерозольного охолодження можна застосовувати для захисту рослин від шкідників і хвороб [3].

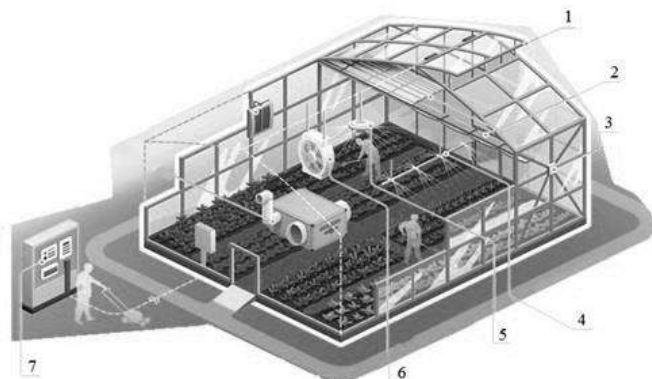


**Рис. 1. Теплиця, обладнана комплексною системою забезпечення мікроклімату:** 1 – фронтальні фрамуги; 2 – система екранування; 3 – поздовжні фрамуги; 4 – система водоаерозольного охолодження; 5 – система зрошування; 6 – система розподілу низького тиску; 7 – система керування мікрокліматом теплиці

При проектуванні і будівництві культивацийних споруд рекомендується рівноскатне скління теплиць із кутом нахилу покрівлі  $\alpha=30\text{--}35^\circ$  по осі схід–захід, що збільшує середньодобову освітленість на 10–20% [3,4]. Споруди для цілорічного вирощування овочів в якості огорожувальних конструкцій, зазвичай, мають спеціалізоване оранжерейне скло товщиною  $\delta \leq 4$  мм ( $c=0,84\text{--}0,86$  кДж/(кг $^\circ\text{C}$ ),  $\lambda=0,75\text{--}0,81$  Вт/(м $^\circ\text{C}$ ), коефіцієнт світлопропускання при куті нахилу світлових променів  $90^\circ$   $K_n=0,9$ , при розсіяній радіації  $K_n=0,85$ . Склопластики з фітосвітловими властивостями знижують пропускання інфрачервоних променів спектра сонячної радіації тільки на 3,0–7,4% більше, ніж віконне скло. Тому, в період інтенсивної сонячної радіації, проблема зняття перегріву за допомогою цих компонентів не може бути вирішена [5].

Також широкого застосування набули модульні конструкції теплиць із повітряними прошарками і теплоізоляційними рамками, рідкими заповнювачами в якості додаткового опору для проходження сонячної радіації через конструкцію теплиць. Попередити перегрів можна екрануванням. Екрани можуть бути внутрішні і зовнішні, загальнозатіняючі і селективні. Для ефективного використання системи зашторювання повинні бути обладнані високоточною системою автоматики. Можливе застосування тканини і плівки з включенням алюмінієвої фольги, яка відбиває теплові промені, а також полівінілхлоридної плівки, що затримує до 25% променів [6].

Можливе застосування дощування покрівлі теплиць. Охолоджуючий ефект досягається випаровуванням води з поверхні, при цьому знижується проникнення інфрачервоних променів через шар води.

При зволоженні поверхні дахів теплиць із скатною покрівлею вода подається на верх даху і стікає по скляній поверхні. Водний екран товщиною 1 мм адсорбує 10% теплової енергії сонячної радіації, 10 мм – до 19% теплової енергії. Можливе застосування розпилення водного аерозолі форсунками над покрівлею теплиць, але ефект зниження теплоти від сонячної радіації становить лише 4% [7]. У деяких випадках застосування тонкої плівки різних розчинів із заданими селективними якостями дозволяє якісно і кількісно регулювати спектр проникаючої радіації [8].

Найбільш простим і поширеним способом усунення перегріву в теплицях є використання принципу аерації. Природний обмін повітря відбувається за рахунок двох чинників: різниці гравітаційного тиску зовнішнього і внутрішнього повітря та повітряного тиску. Аерація здійснюється через фронти конструкції у плівкових теплицях (рис. 2) та через бокові фрамуги на покрівлі, що передбачені у зимових скляних й плівкових теплицях (рис. 3).



*Рис. 2. Вентиляція через фронти конструкції теплиці*

При роботі тільки бокових фрамуг у покрівлі кратність становить, залежно від напрямку вітру,  $K = 4\text{--}6 \text{ год}^{-1}$  [10]. При відсутності вітру повітрообмін практично припиняється.

Для збільшення природного повітрообміну застосовуються способи активізації аерації, що представляє собою сукупність спеціальних елементів або фрамуг у вертикальних конструкціях на додаток до дверних проїм і технологічних воріт (рис. 4).

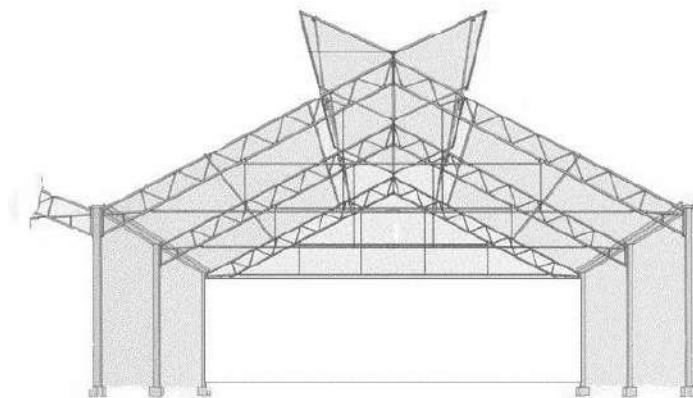


Рис. 3. Схема вентиляції теплиць через бокові фрамуги

Дослідження природного повітрообміну в теплицях у теплий період року показує, що у разі наявності вентиляційних отворів площею 2–3% від загальної площі зовнішнього скління у теплиці, не завжди створюється необхідна кратність повітрообміну [11]. У цьому випадку слід використовувати механічну вентиляцію. У блокових і ангарних теплицях можуть застосовуватися системи механічної вентиляції з гідравлічною обробкою припливного повітря.

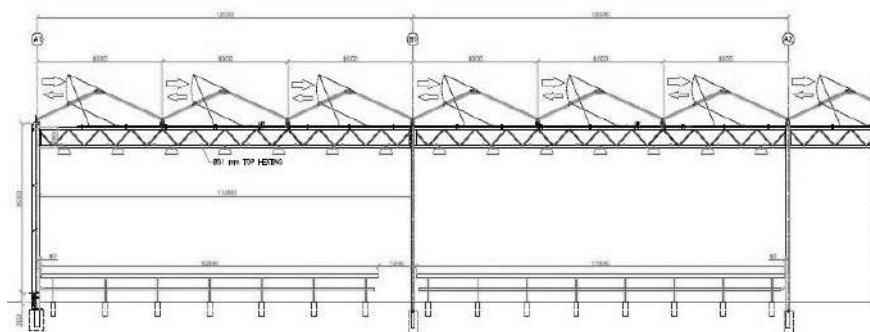


Рис. 4. Схема аерації блокових теплиць

Найбільше зниження температури листя рослин відбувається при зволоженні припливного повітря водою (температура листя знижується (у 2,0–2,5 раза). Застосування цього способу зняття перегріву обмежено підвищенням енергетичних витрат, а також можливістю створення холодних потоків повітря в об'ємі споруди.

Економічна ефективність при використанні механічної вентиляції досягається при мінімальному питомому повітрообміні  $\ell = 21 \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \text{ год})$  [12].

Системи механічної вентиляції, що мають таку економічну і технологічну продуктивність, не забезпечують задовільного зниження температури повітря у теплицях (охладжуючий ефект у теплий період року не перевищує 2–3°C). Для збільшення інтенсивності охолодження системи примусової припливновитяжної вентиляції повинні працювати у сукупності з іншими системами зняття перегріву.

Ефективність і технологічні характеристики систем випарного охолодження і дозволення (СВОД) досить повно висвітлені в роботі [13]. СВОД у комплексі з іншими системами зняття перегріву (природна, механічна вентиляція) можуть активізувати процеси асиміляції надлишків тепла, нормалізувати температуру листяної поверхні біомаси. Аерозольна хмара, створена цією системою у верхній частині споруди, пропускає спектр випромінювання у всьому необхідному для фотосинтезу рослин діапазоні, але поглинає довгохвильову теплову частину спектра сонячної радіації [14].

## Висновки та перспективи подальших досліджень

Наведений вище короткий огляд ефективності зняття перегріву повітря у теплий період року дозволяє зробити висновок про перспективність застосування систем зняття перегріву за допомогою потоків диспергованої вологи.

Перспективою подальших досліджень є вплив технічного стану складових автоматизованих систем керування мікроклімату, в тому числі системи випарного охолодження і до зволоження, на якісні та кількісні характеристики продукції захищеного ґрунту.

## Література

1. Позин Г. М. Расчет теплотерь в грунте для теплиц без почвенного обогрева / Г. М. Позин, В. С. Павлов // Науч. тр. Гипрониисельпром. – 1974. – Вып. 6.
2. Руководство по теплотехническому расчету культивационных сооружений. – Орел : Гипрониисельпром, 1982. – 173 с.
3. Нормы технологического проектирования теплиц и тепличных комбинатов для выращивания овощей и рассады : НТП-СХ 10-80. – М., 1981. – 61–88 с.
4. Овощеводство защищенного грунта / С. Ф. Ващенко [и др.]. – М. : Колос, 1984. – 272 с.
5. Способы затенения теплиц : [США] // Овощные и бахчевые культуры. – 1974. – № 4. – 22 с.
6. Hanselmann E. Weiss oder Orange-kontroverse Diskussion uber Schattierungen / E. Hanselmann // Dtutscher Gartenbau. – 1977. – № 44. – S. 1805–1806.
7. King E. Beitrage zum Gewachshausklimat / E. King // Der Erwerbagartner BRD. – 1970. – № 24. – S. 2001–2003.



8. Корольков Е. Д. Регулирование температуры и влажности воздуха в теплицах с водонаполненной кровлей / Е. Д. Корольков, В. В. Климов // Докл. ТСХА. – 1972. – Вып. 186. – 139–142 с.

9. Баулина И. В. Система количественно-качественного регулирования теплоступлений солнечной радиации в культивационные сооружения : автореф. дис. на соискание учён. степени канд. техн. наук / И. В. Баулина. – М., 1973. – 1 – 26 с.

10. Баулина И. В. Исследование воздушного режима теплиц в тёплый период года / И. В. Баулина, М. А. Абазалиева. – М., 1992. – 15 с. – Деп. в ВНИИТПИ, № 11224.

11. Lebel J. Le rasraichis - sement des serres / J. Lebel, J. Sarret // Chand froid Plomberie. – 1971. – № 303. – P. 97–100.

12. The Principles of Tau Ventilation of Glasshouses // Nurserymen Garden Centre. – 1971. – Vol. 152, № 25. – P. 726–728.

13. Гродзинский Д. М. Биофизика растений / Д. М. Гродзинский. – К. : Наук. думка, 1972.

14. Похвалитый А. П. Исследование работы систем испарительного охлаждения для оптимизации климатического режима культивационных сооружений : автореф. дисс. на соискание учён. степени канд. техн. наук / А. П. Похвалитый. – М., 1986. – 28 с.

УДК 621.825

**Р. С. Грудовий**

к. тех. н.

Житомирський національний агроекологічний університет

## **РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ВЕЛИЧИНИ ТРАВМУВАННЯ ЗЕРНА ПІД ЧАС ТРАНСПОРТУВАННЯ ГВИНТОВИМ КОНВЕЄРОМ З РІВНОЗБІЛЬШЕНИМ КРОКОМ ВИТКІВ**

*У представленій науковій роботі наведено результати експериментальних досліджень величини травмування зерна пшениці та ячменю під час транспортування гвинтовим конвеєром з рівнозбільшеним кроком витків у напрямку руху вантажу, отримані рівняння регресії для визначення величини травмування зерна  $T_{cm}$  залежно від приросту кроку шнека на одному витку  $\Delta T$ , кута нахилу конвеєра  $\gamma$  та частоти обертання шнека  $n$  у таких межах зміни вхідних факторів:  $0,003 \leq \Delta T \leq 0,007$  (м);  $15 \leq \gamma \leq 45$  (град);  $100 \leq n \leq 400$  (об/хв). За допомогою прикладної програми побудовано графічне відтворення проміжних загальних регресійних моделей у вигляді квадратичних поверхонь відгуку та їх двомірних перерізів величини травмування зерна.*

**Ключові слова:** гвинтовий конвеєр, зерновий матеріал, травмування зерна.

### **Постановка проблеми**

Використання гвинтових конвеєрів у сільському господарстві займає провідне місце серед усіх існуючих транспортно-технологічних систем, адже

© Р. С. Грудовий

8. Корольков Е. Д. Регулирование температуры и влажности воздуха в теплицах с водонаполненной кровлей / Е. Д. Корольков, В. В. Климов // Докл. ТСХА. – 1972. – Вып. 186. – 139–142 с.

9. Баулина И. В. Система количественно-качественного регулирования теплоступлений солнечной радиации в культивационные сооружения : автореф. дис. на соискание учён. степени канд. техн. наук / И. В. Баулина. – М., 1973. – 1 – 26 с.

10. Баулина И. В. Исследование воздушного режима теплиц в тёплый период года / И. В. Баулина, М. А. Абазалиева. – М., 1992. – 15 с. – Деп. в ВНИИТПИ, № 11224.

11. Lebel J. Le rasraichis - sement des serres / J. Lebel, J. Sarret // Chand froid Plomberie. – 1971. – № 303. – P. 97–100.

12. The Principles of Tau Ventilation of Glasshouses // Nurserymen Garden Centre. – 1971. – Vol. 152, № 25. – P. 726–728.

13. Гродзинский Д. М. Биофизика растений / Д. М. Гродзинский. – К. : Наук. думка, 1972.

14. Похвалитый А. П. Исследование работы систем испарительного охлаждения для оптимизации климатического режима культивационных сооружений : автореф. дисс. на соискание учён. степени канд. техн. наук / А. П. Похвалитый. – М., 1986. – 28 с.

УДК 621.825

**Р. С. Грудовий**

к. тех. н.

Житомирський національний агроекологічний університет

## **РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ВЕЛИЧИНИ ТРАВМУВАННЯ ЗЕРНА ПІД ЧАС ТРАНСПОРТУВАННЯ ГВИНТОВИМ КОНВЕЄРОМ З РІВНОЗБІЛЬШЕНИМ КРОКОМ ВИТКІВ**

*У представленій науковій роботі наведено результати експериментальних досліджень величини травмування зерна пшениці та ячменю під час транспортування гвинтовим конвеєром з рівнозбільшеним кроком витків у напрямку руху вантажу, отримані рівняння регресії для визначення величини травмування зерна  $T_{cm}$  залежно від приросту кроку шнека на одному витку  $\Delta T$ , кута нахилу конвеєра  $\gamma$  та частоти обертання шнека  $n$  у таких межах зміни вхідних факторів:  $0,003 \leq \Delta T \leq 0,007$  (м);  $15 \leq \gamma \leq 45$  (град);  $100 \leq n \leq 400$  (об/хв). За допомогою прикладної програми побудовано графічне відтворення проміжних загальних регресійних моделей у вигляді квадратичних поверхонь відгуку та їх двомірних перерізів величини травмування зерна.*

**Ключові слова:** гвинтовий конвеєр, зерновий матеріал, травмування зерна.

### **Постановка проблеми**

Використання гвинтових конвеєрів у сільському господарстві займає провідне місце серед усіх існуючих транспортно-технологічних систем, адже

вони мають ряд переваг над іншими транспортерами. Але і при виконанні технологічних операцій гвинтовими робочими органами (ГРО) не завжди досягають необхідних параметрів процесу транспортування [2–5].

Зерно при взаємодії з робочими органами машини піддається різноманітним механічним впливам, зокрема стисненню, зрушенню, тертю, ударам, які призводять до макро- та мікро пошкоджень [2–4].

Питанню вивчення механічних пошкоджень зерна у наш час приділяється велика увага, і дослідження провідних вчених спрямовані на вивчення причин, що впливають на пошкодження насіння і розробку заходів для їх вирішення. Але питання впливу величини травмування зерна під час транспортування гвинтовим конвеєром з рівнозбільшеним кроком витків у напрямку руху вантажу, залежно від конструкційних і технологічних параметрів, і досі не вирішена.

Тому необхідно провести ряд досліджень величини травмування злакових, у тому числі зерна пшениці та ячменю під час транспортування гвинтовим конвеєром з рівнозбільшеним кроком витків у напрямку руху вантажу, залежно від приросту кроку шнека на одному витку  $\Delta T$ , кута нахилу конвеєра  $\gamma$  та частоти обертання шнека  $n$ .

## Аналіз останніх досліджень і публікацій

Великий внесок у вирішення питань зниження механічного пошкодження зерна вносять наукові роботи М. В. Саблікова, А. Н. Карпенко, І. Ф. Василенка, А. І. Грека, Г. Д. Терскова, П. Н. Федосєєва, А. Н. Пугачова, С. П. Присяжного, Б. М. Гевка, С. А. Чазова, В. В. Назаренко, Г. М. Тена, О. П. Тарасенка, В. І. Оробінського, М. Е. Мерчалової, В. В. Кузнєцова, В. В. Ченцова та ін.

Аналіз досліджень дозволяє виділити машини, які наносять найбільшу кількість пошкоджень зернині, встановити причини, що суттєво впливають на її пошкодження.

Проте в даних роботах не досліджено характер, причини і величину травмування зерна при застосуванні у транспортно-технологічних лініях гвинтових конвеєрів з рівнозбільшеним кроком витків у напрямку руху вантажу, адже саме такий тип робочих органів представляє найбільший інтерес для наших досліджень. Зменшення травмування зерна під час транспортування даними гвинтовими конвеєрами при оптимальних значеннях продуктивності, енергоємності і металомісткості є одним із основних завдань проектування таких конструкцій.

## Мета, завдання та методика досліджень

На основі теоретичних та експериментальних досліджень встановити величину травмування зерна пшениці і ячменю під час транспортування гвинтовим конвеєром з рівнозбільшеним кроком витків у напрямку руху вантажу, отримати рівняння регресії для визначення величини травмування зерна  $T_{cm}$

залежно від приросту кроку шнека на одному витку  $\Delta T$ , кута нахилу конвеєра  $\gamma$  та частоти обертання шнека  $n$  у таких межах зміни входних факторів:  $0,003 \leq \Delta T \leq 0,007$  (м);  $15 \leq \gamma \leq 45$  (град);  $100 \leq n \leq 400$  (об/хв). За допомогою прикладної програми побудувати графічне відтворення проміжних загальних регресійних моделей у вигляді квадратичних поверхонь відгуку та їх двомірних перерізів величини травмування зерна.

Теоретичною і методологічною основою даного дослідження є аналіз та систематизація теоретичних основ і методів визначення величини травмування зерна пшениці і ячменю під час транспортування гвинтовим конвеєром з рівнозбільшеним кроком витків у напрямку руху вантажу від конструкційних, кінематичних, динамічних, експлуатаційних параметрів гвинтових робочих органів, які викладені в літературних джерелах, та проведених власних теоретичних і експериментальних досліджень. У процесі дослідження використовувалися фундаментальні засади теоретичної механіки, інформатики, морфологічного аналізу, інженерної творчості і вибору раціональних технічних рішень. Апробація розроблених алгоритмів, методик проводилася методом комп'ютерного моделювання. Статистичне оброблення теоретичних та експериментальних даних проводилося з використанням прикладних програм для ПЕОМ.

### Результати досліджень

Для визначення впливу конструкційних і кінематичних параметрів (незалежних факторів  $X_i$ ) гвинтового конвеєра на величину травмування зерна під час транспортування пшениці і ячменю (параметр оптимізації  $T_{cm}$ ) проведено повнофакторний експеримент, тобто визначення величини травмування зерна від зміни трьох основних факторів: від приросту кроку шнека на одному витку  $\Delta T$ , кута нахилу конвеєра  $\gamma$  та частоти обертання шнека  $n$ .

Вихідні дані: зовнішній діаметр шнека дорівнює 150 мм, довжина робочої частини шнека – 1,5 м, початковий крок витка шнека  $T_0$  відповідає коефіцієнту кроку  $k_{T1}=0,8$  і дорівнює 120 мм. Досліджувані прирости кроку витків шнека вибирали із умови, яка полягала у тому, що коефіцієнт кроку  $k_{T2}$  максимального кроку шнека  $T_{max}$  не повинен перевищувати 1,25. Тому вибрано такі параметри:

- 1)  $\Delta T_1=3$  мм,  $T_{max}=150$  мм,  $k_{T2}=1,0$ ; кількість витків – 11;
- 2)  $\Delta T_2=5$  мм,  $T_{max}=167$  мм,  $k_{T2}=1,115$ ; кількість витків – 10,5;
- 3)  $\Delta T_3=7$  мм,  $T_{max}=182$  мм,  $k_{T2}=1,21$ ; кількість витків – 10.

Частоту обертання шнека  $n$  вибирали із умови забезпечення достатньої продуктивності та зменшення травмування зерна.

Оброблення отриманих експериментальних даних проведено з

використанням загальновідомих методик регресійного аналізу [1, 8].

За результатами розрахунків, які проводили за допомогою пакета прикладних статистичних програм оброблення та аналізу результатів експериментальних досліджень для ПК „Statistica 6.0”, будували поверхні відгуку параметра оптимізації та двомірний переріз поверхонь відгуку.

Кількісні і якісні показники величини травмування зерна пшениці і ячменю визначалися згідно з методикою представленої в [6, 7].

Після проведення дослідів, опрацюванні і систематизації отриманих даних ми отримали значення коефіцієнтів рівняння регресії, які зведено у табл. 1.

Таблиця 1. Значення коефіцієнтів рівнянь регресії

| Коеф.   | $b_0$ | $b_1$  | $b_2$ | $b_3$ | $b_{12}$ | $b_{13}$ | $b_{23}$ | $b_{11}$ | $b_{22}$ | $b_{33}$ |
|---------|-------|--------|-------|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| пшениця | 0,618 | -0,035 | 0,095 | 0,292 | -0,0053  | -0,015   | 0,04     | -0,018   | 0,047    | 0,072    |
| ячмінь  | 0,575 | -0,032 | 0,088 | 0,272 | -0,0049  | -0,014   | 0,037    | -0,017   | 0,043    | 0,067    |

Загальний вигляд рівняння регресії величини травмування зерна під час транспортування гвинтовим конвеєром, залежно від зміни приросту кроку шнека на одному витку  $\Delta T$ , кута нахилу конвеєра  $\gamma$  та частоти обертання шнека  $n$ , тобто

$T_{см(x_1, x_2, x_3)} = f(\Delta T, \gamma, n)$  за результатами проведених ПФЕ 3<sup>3</sup> у кодованих величинах дорівнює:

- для транспортування пшениці

$$T_{см(x_1, x_2, x_3)} = 0,618 - 0,035x_1 + 0,095x_2 + 0,292x_3 - 0,0053x_1x_2 - \quad (1)$$

$$- 0,015x_1x_3 + 0,04x_2x_3 - 0,018x_1^2 + 0,047x_2^2 + 0,072x_3^2,$$

- для транспортування ячменю

$$T_{см(x_1, x_2, x_3)} = 0,575 - 0,032x_1 + 0,088x_2 + 0,272x_3 - 0,0049x_1x_2 - \quad (2)$$

$$- 0,014x_1x_3 + 0,037x_2x_3 - 0,017x_1^2 + 0,043x_2^2 + 0,067x_3^2,$$

де  $X_1$  – кодоване значення приросту кроку шнека на одному витку;

$X_2$  – кодоване значення кута нахилу конвеєра;

$X_3$  – кодоване значення частоти обертання шнека.

Оцінку статистичної значущості коефіцієнтів рівняння регресії та перевірку адекватності (відповідності) отриманого теоретичного розподілу випадкових величин рівнянь регресії (1), (2) реальному експериментальному процесу проводили згідно із методикою [8].

У натуральних величинах (координатах) рівняння регресії (1), (2) після перетворення та спрощення виразів прийнято в кінцевому вигляді:

- для транспортування пшениці

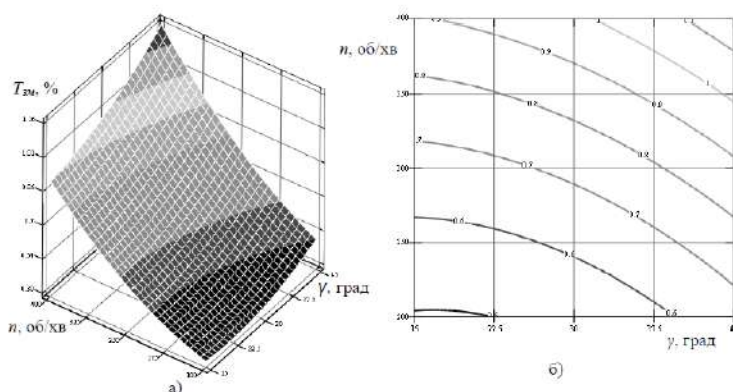
$$T_{см}(\Delta T, \gamma, n) = 0,349 + 45,25\Delta T - 9,77 \cdot 10^{-3} \gamma + 6,33 \cdot 10^{-5} n - 0,175\Delta T \gamma - 5,0 \cdot 10^{-2} \Delta T n + 1,78 \cdot 10^{-5} \gamma n + 4500\Delta T^2 + 2,09 \cdot 10^{-4} \gamma^2 + 3,2 \cdot 10^{-6} n^2; \quad (3)$$

- для транспортування ячменю

$$T_{см}(\Delta T, \gamma, n) = 0,32 + 43,05\Delta T - 8,90 \cdot 10^{-3} \gamma + 6,44 \cdot 10^{-5} n - 0,163\Delta T \gamma - 4,67 \cdot 10^{-2} \Delta T n + 1,64 \cdot 10^{-5} \gamma n + 4250\Delta T^2 + 1,91 \cdot 10^{-4} \gamma^2 + 2,98 \cdot 10^{-6} n^2. \quad (4)$$

Отримані рівняння регресії (2-5) можуть бути використані для визначення величини травмування зерна  $T_{см}$  під час транспортування гвинтовим конвеєром залежно від приросту кроку шнека на одному витку  $\Delta T$ , кута нахилу конвеєра  $\gamma$  та частоти обертання шнека  $n$  при транспортуванні пшениці і ячменю у таких межах зміни вхідних факторів:  $0,003 \leq \Delta T \leq 0,007$  (м);  $15 \leq \gamma \leq 45$  (град);  $100 \leq n \leq 400$  (об/хв).

За допомогою прикладної програми побудували графічне відтворення проміжних загальних регресійних моделей у вигляді квадратичних поверхонь відгуку та їх двовірних перерізів величини травмування зерна  $T_{см}$  як функцію від двох змінних факторів  $X_{i(1,2)}$  за постійного незмінного рівня відповідного третього фактора  $X_{i(3)} = const$  (рис. 1–6).



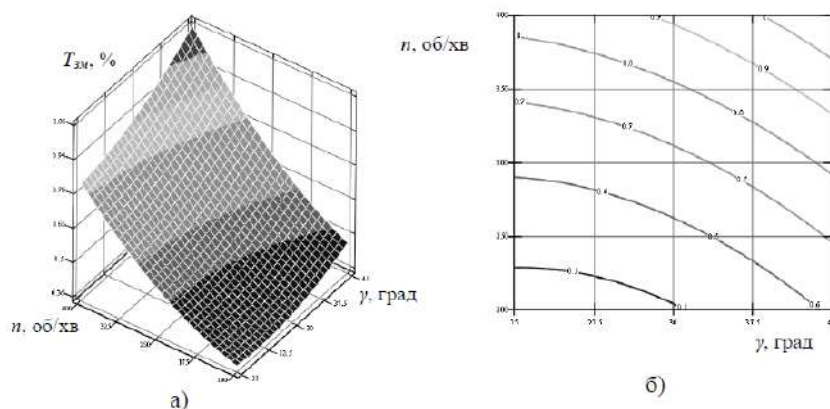


Рис. 2. Поверхня відгуку (а) та двовірний переріз поверхні відгуку (б) залежності величини травмування зерна ячменю  $T_{см(n,\gamma)}$  від частоти обертання шнека та кута нахилу конвєєра ( $\Delta T = 0,005m$ ).

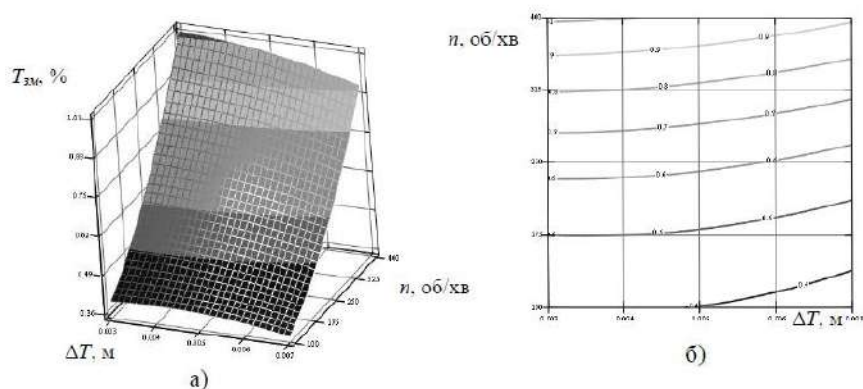


Рис. 3. Поверхня відгуку (а) та двовірний переріз поверхні відгуку (б) залежності величини травмування зерна пшениці  $T_{см(n,\Delta T)}$  від частоти обертання шнека та приросту кроку шнека на одному витку ( $\gamma = 30$ град)

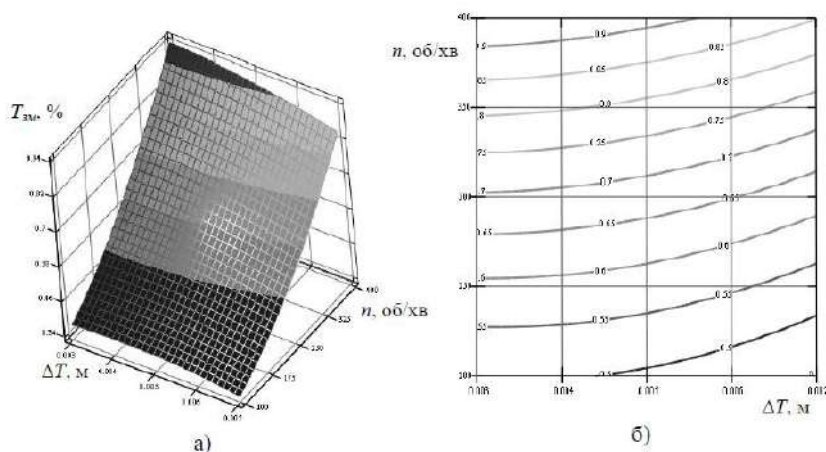


Рис. 4. Поверхня відгуку (а) та двовірний переріз поверхні відгуку (б) залежності величини травмування зерна ячменю  $T_{cm}(n, \Delta T)$  від частоти обертання шнека та приросту кроку шнека на одному витку ( $\gamma=30$ град)

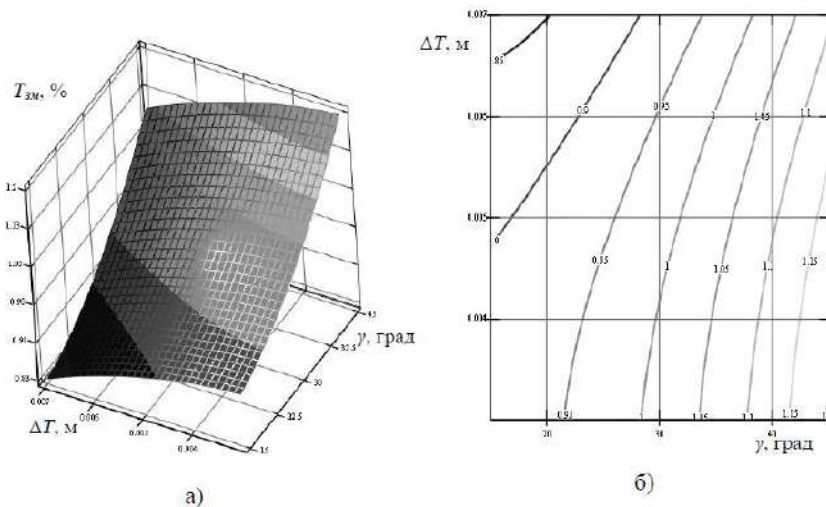


Рис. 5. Поверхня відгуку (а) та двовірний переріз поверхні відгуку (б) залежності величини травмування зерна пшениці  $T_{cm}(\gamma, \Delta T)$  від кута нахилу конвєсра та приросту кроку шнека на одному витку ( $n=400$ об/хв)



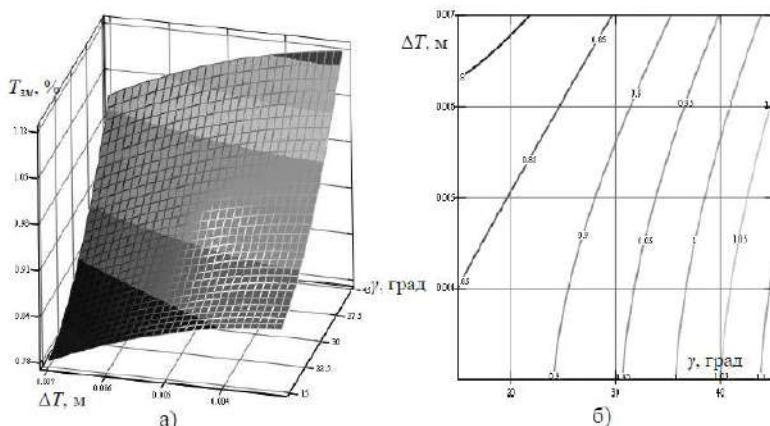


Рис. 6. Поверхня відгуку (а) та двовірний переріз поверхні відгуку (б) залежності величини травмування зерна ячменю  $T_{cm}(\gamma, \Delta T)$  від кута нахилу конвеєра та приросту кроку шнека на одному витку ( $n = 400 \text{ об/хв}$ )

Аналіз наведених регресійних рівнянь показує, що основним фактором, який впливає на збільшення величини травмування зерна, є фактор  $x_3(n)$  і в меншій мірі фактор  $x_2(\gamma)$ . Збільшення величини фактора  $x_1(\Delta T)$  призводить до зменшення величини травмування зерна.

З рисунків 1–6 видно, що із збільшенням кута нахилу гвинтового конвеєра величина травмування зерна зростає. Збільшення величини приросту кроку шнека від 0,003 м до 0,007 м призводить до зменшення величини травмування зерна від 7 до 12%. При цьому збільшення кута нахилу конвеєра від 15 до 45 град. збільшує травмування зерна від 20 до 40%.

### Висновки та перспективи подальших досліджень

1. Проведено експериментальні дослідження зміни величини травмування зерна нахилоного гвинтового конвеєра від приросту кроку шнека на одному витку  $\Delta T$ , кута нахилу конвеєра  $\gamma$  та частоти обертання шнека  $n$  під час транспортування пшениці і ячменю.

2. Статистично оброблено результати експериментальних досліджень та виведено рівняння регресії, що адекватно описують досліджувані процеси для визначення величини травмування зерна гвинтового конвеєра.

3. Представлено результати експериментальних досліджень травмування зерна пшениці і ячменю, встановлено, що збільшення величини приросту кроку шнека від 0,003 м до 0,007 м призводить до зменшення величини травмування зерна від 7 до 12%. При цьому збільшення кута нахилу конвеєра від 15 до 45 град. збільшує травмування зерна від 20 до 40%. Тому збільшення величини приросту кроку шнека є доцільним способом зменшення травмування зерна.

## Література

1. Адлер Ю. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных решений / Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Грановский. – М. : Наука, 1971. – 215 с.
2. Гевко Б. М. Оптимизация конструктивных параметров шнековых конвейеров / Б. М. Гевко, Р. М. Рогатынский // Изв. вузов машиностроения. – 1987. – № 5. – С. 109–114.
3. Гевко І. Б. Гвинтові транспортно-технологічні механізми: розрахунок і конструювання / І. Б. Гевко. – Тернопіль : ТДТУ ім. Івана Пулюя, 2008. – 307 с.
4. Гевко І. Моделювання характеру навантаження на гвинтові робочі органи / І. Гевко // Вісник ТНТУ. – 2011. – Т. 16, № 1. – С. 69–77.
5. Григорьев А. М. Винтовые конвейеры / А. М. Григорьев. – М. : Машиностроение, 1972. – 184 с.
6. ГОСТ Р 52758-2007. Погрузчики и транспортеры сельскохозяйственного назначения. Методы испытаний. – М. : ФГУП СТАНДАРТИНФОРМ, 2007. – 54 с.
7. ДСТУ 4138-2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. – К. : Ред.-вид. відділ УкрНДІССІ, 2003. – 172 с.
8. Душинський В. В. Основи наукових досліджень. Теорія та практикум з програмним забезпеченням : навч. посібник / В. В. Душинський. – К. : НТУУ “КПІ”, 1998. – 408 с.

УДК 620.952:662767.2

**О. Ю. Осипчук**

аспірант\*

Житомирський національний агроекологічний університет

**М. Ю. Павленко**

к. т. н.

**В. В. Чуба**

к. т. н.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ РЕАКТОРІВ-РОЗДІЛЮВАЧІВ ІЗ ТАРИЛЧАСТИМ ЗМІШУВАЧЕМ**

*Розроблено методiku експериментальних досліджень із визначення основних параметрів реактора-розділювача для отримання дизельного біопалива з рослинної олії. За основу було прийнято технологію виробництва метилових ефірів жирних кислот з використанням метилату калію без підігріву реактора переетирифікації і промивки готового біодизельного палива. Встановлено режими роботи гідростанції, які забезпечують мінімальні затрати енергії на перемішування емульсії. За допомогою дослідної установки циркуляційного змішувача УВДБ-100Ф, продуктивністю 100л/год, встановлено вплив числа обертів насоса, на потужність, що витрачається на перемішування та циркуляцію емульсії. Отримане внаслідок пропонуваного технологічного процесу із застосуванням циркуляційних реакторів змішувачів-розділювачів дизельне біопаливо має характеристики, що відповідають ДСТУ 3868-99 та ДСТУ 6081:2009.*

**Ключові слова:** розділювач, дизельне біопаливо, перемішування, потужність, тарілка.

© О. Ю. Осипчук, М. Ю. Павленко, В. В. Чуба

\* Науковий керівник – доктор технічних наук С. М. Кухарець

## Література

1. Адлер Ю. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных решений / Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Грановский. – М. : Наука, 1971. – 215 с.
2. Гевко Б. М. Оптимизация конструктивных параметров шнековых конвейеров / Б. М. Гевко, Р. М. Рогатынский // Изв. вузов машиностроения. – 1987. – № 5. – С. 109–114.
3. Гевко І. Б. Гвинтові транспортно-технологічні механізми: розрахунок і конструювання / І. Б. Гевко. – Тернопіль : ТДТУ ім. Івана Пулюя, 2008. – 307 с.
4. Гевко І. Моделювання характеру навантаження на гвинтові робочі органи / І. Гевко // Вісник ТНТУ. – 2011. – Т. 16, № 1. – С. 69–77.
5. Григорьев А. М. Винтовые конвейеры / А. М. Григорьев. – М. : Машиностроение, 1972. – 184 с.
6. ГОСТ Р 52758-2007. Погрузчики и транспортеры сельскохозяйственного назначения. Методы испытаний. – М. : ФГУП СТАНДАРТИНФОРМ, 2007. – 54 с.
7. ДСТУ 4138-2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. – К. : Ред.-вид. відділ УкрНДІССІ, 2003. – 172 с.
8. Душинський В. В. Основи наукових досліджень. Теорія та практикум з програмним забезпеченням : навч. посібник / В. В. Душинський. – К. : НТУУ “КПІ”, 1998. – 408 с.

УДК 620.952:662767.2

**О. Ю. Осипчук**

аспірант\*

Житомирський національний агроекологічний університет

**М. Ю. Павленко**

к. т. н.

**В. В. Чуба**

к. т. н.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ РЕАКТОРІВ-РОЗДІЛЮВАЧІВ ІЗ ТАРІЛЧАСТИМ ЗМІШУВАЧЕМ**

*Розроблено методiku експериментальних досліджень із визначення основних параметрів реактора-розділювача для отримання дизельного біопалива з рослинної олії. За основу було прийнято технологію виробництва метилових ефірів жирних кислот з використанням метилату калію без підігріву реактора переетирифікації і промивки готового біодизельного палива. Встановлено режими роботи гідростанції, які забезпечують мінімальні затрати енергії на перемішування емульсії. За допомогою дослідної установки циркуляційного змішувача УВДБ-100Ф, продуктивністю 100л/год, встановлено вплив числа обертів насоса, на потужність, що витрачається на перемішування та циркуляцію емульсії. Отримане внаслідок пропонуваного технологічного процесу із застосуванням циркуляційних реакторів змішувачів-розділювачів дизельне біопаливо має характеристики, що відповідають ДСТУ 3868-99 та ДСТУ 6081:2009.*

**Ключові слова:** розділювач, дизельне біопаливо, перемішування, потужність, тарілка.

© О. Ю. Осипчук, М. Ю. Павленко, В. В. Чуба

\* Науковий керівник – доктор технічних наук С. М. Кухарець

## Постановка проблеми

Одержують біодизель або метилові ефіри жирних кислот у процесі етерифікації: з тригліцеридів олій при хімічній реакції алкоголізу [1, 2, 3].

Відомо, що реакція алкоголізу найбільш повно (до 98%) проходить при застосуванні метанолу, а потім знижується із збільшенням молекулярної маси спирту (у етанолу та пентанолу складає всього 35,3 і 11,5 % за масою, відповідно) [4], тому реакцію отримання метилових ефірів жирних кислот можна назвати метанолізом.

Найбільш широкого застосування набув метаноліз олій із лужним каталізатором [5, 6, 7, 8], при якому процес отримання біопалива проходить при температурі 20 – 70°C. При цьому використовують лужні каталізатори NaOH та KOH кількістю від 0,3% до 1,5% за масою тригліцеридів олій.

Після естерифікації відбувається операція розділення гліцеринової та ефірної фаз. Найпростіший та найменш енергозатратний спосіб розділення – це осадження більш важкої фракції.

## Аналіз останніх досліджень і публікацій

Враховуючи, що метанол слабо розчиняється у рослинній олії [9], після додавання розчину метилового спирту в олію, рідини розташовуються шарами відповідно значенню їх густин. Отже, необхідно виконувати перемішування, що призводить до утворення двофазної системи – емульсія, у якій суцільне середовище – рослинна олія та дисперсійна фаза – розчин метанолу із лужним каталізатором. Очевидно, щоб утримувати емульсію у дисперсійному стані, її необхідно безперервно перемішувати (турбулізувати), [10, 11]. Чим більша міжфазна поверхня тим швидше проходить естерифікація, оскільки вона утворює поверхню контакту реагентів. Проте, інтенсивне перемішування призводить, до завчасного руйнування міжфазної поверхні, що в свою чергу не дозволяє відбутися реакції метанолізу в повній мірі. Тому, необхідно спочатку забезпечити рівномірне пошарове перемішування емульсії в області «перемішування», або «утворення дисперсійного стану емульсії» і в подальшому провести проходження реакції етерифікації в умовах меншого рівня турбулізації суспензії в області «проходження реакції» [12, 13].

З огляду на ресурсоощадність та енергоефективність раціональні параметри технологічного процесу естерифікації повинні відповідати встановленим параметрам: температура 40°C; співвідношення спирту до олії 6:1 моль:моль; кількість каталізатору 1%; інтенсивність перемішування 1,8 Вт/л; тривалість процесу 40 хвилин [14, 15].

## Мета, завдання та методика досліджень

Метою дослідження є встановлення енерговитрат при перемішуванні емульсії в процесі виробництва дизельного біопалива. Завданням дослідження є встановлення впливу числа обертів насоса, на потужність, що витрачається на

перемішування та циркуляцію емульсії. Дослідження проводилися за допомогою спеціально сконструйованої дослідної установки циркуляційного змішувача.

### Виклад основного матеріалу дослідження

З метою отримання метилових ефірів жирних кислот пропонується циркуляційне перемішування, що здійснюється багатократним перекачуванням рідини по замкненому контуру. До схеми циркуляційного перемішування належать: посудина – гравітаційний розділювач, циркуляційний насос, трубопроводи, запірно-регулююча апаратура. Завдяки тому, що в корпусі розділювача встановлено тарілчастий змішувач, забезпечується рівномірне пошарове перемішування емульсії в зоні його розміщення. При відкачуванні емульсії з нижньої частини гравітаційного розділювача перемішаний шар емульсії опускається нижче, забезпечуючи проходження реакції етерифікації в умовах меншого рівня турбулізації суспензії і за рахунок цього досягається підвищення якості дизельного біопалива [15, 16]. Для проведення досліджень енергетичної ефективності циркуляційних змішувачів було розроблено експериментальну установку (рис. 1). До її складу ввійшли: циркуляційний реактор для етерифікації рослинної олії УВДБ-100Ф, гідростанція, керуюча, вимірювальна та фіксує апаратура – частотний перетворювач Hitachi 3G3JX A4075 EF, цифровий вимірювач DMK 30, що аналізує параметри споживання електроенергії, тахометр UT 372, ноутбук (рис. 2).

Для проведення випробувань використовувалися ріпакова олія, яка кількістю 160 л закачувалася за допомогою гідростанції до циркуляційного-змішувача для етерифікації.



**Рис. 1. Установка УВДБ-100Ф для дослідної перевірки енергетичної ефективності виробництва дизельного біопалива в циркуляційних змішувачах: 1 – циркулярний змішувач, 2 – гідростанція**

Гідростанція складалася із шестеренчастого насоса НШ 100, спеціально розробленої запобіжної муфти, асинхронного електродвигуна потужністю 5 кВт та номінальною частотою обертання 1500 об/хв і системи трубопроводів, оснащених спеціальними лічильниками.



*Рис. 2. Блок вимірювальної та фіксуючої апаратури*

Під час процесу роботи гідростанція забезпечувала подачу олії змішувачу, що створював турбулентні струмені емульсії які і забезпечували необхідне перемішування та циркуляцію.

Під час проведення випробувань змінювалися: частота обертів гідронасоса  $n_n$  та фіксувалася потужність  $W_d$  споживана електродвигуном у процесі перемішування та циркуляції емульсії.

Частота обертів електродвигуна змінювалася за допомогою частотного перетворювача Hitachi 3G3JX A4075 EF та фіксувалась тахометром UT 372. Споживана потужність  $W_d$  фіксувалася за допомогою цифрового вимірювача DMK 30 та ноутбука, із встановленим відповідним програмним забезпеченням.

За регресійним нелінійним аналізом результатів досліджень енергетичної ефективності циркуляційного змішувача встановлено значення коефіцієнтів відповідного поліноміального регресійного рівняння:

$$N_d = 0,0004n^2 - 0,1836n + 161,68; \quad (1)$$

де  $N_d$  – потужність, що витрачається на циркуляцію та перемішування біомаси, Вт;  $n$  – число обертів гідронасоса, об/хв; адекватність пропонованого рівняння оцінено за критерієм Фішера  $\Phi = 2,44 < \Phi_T = 2,53$  ( $R^2 = 0,9812$ ).

Графічний розв'язок рівняння (1) дав змогу окреслити відповідний графік (рис. 3).

Значення споживаної потужності, отримані внаслідок експериментальних

досліджень, відповідають значенням потужності, розрахованим теоретично, відповідно до математичної моделі енергозберігаючого циркуляційного перемішування емульсії у циркуляційних змішувачах.

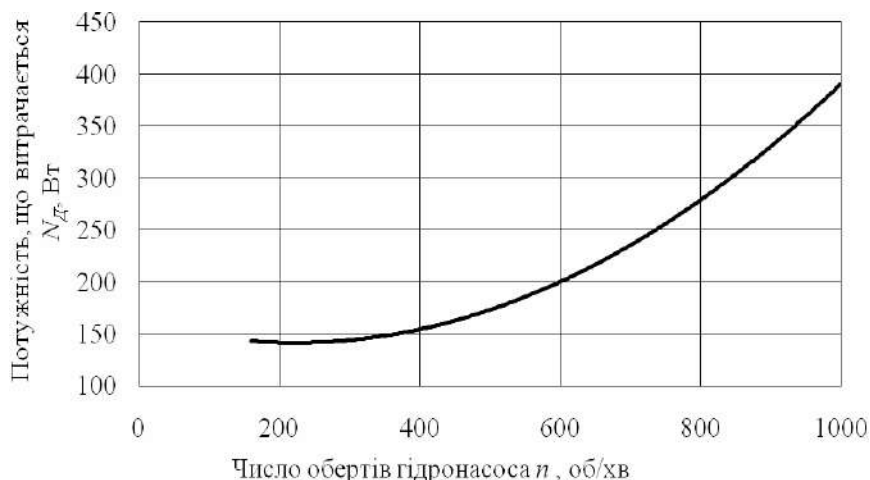


Рис. 3. Дослідна залежність потужності  $N_d$  від частоти обертання гідронасоса  $n$

Отримане внаслідок пропонованого технологічного процесу із застосуванням циркуляційних реакторів змішувачів-розділювачів дизельне біопаливо має характеристики, що відповідають ДСТУ 3868-99 та ДСТУ 6081:2009.

#### Висновки та перспективи подальших досліджень

У діапазоні обертів гідронасоса  $n$  від 160 до 1000 об/хв споживана потужність змінюється в межах від 120 до 390 Вт і досягає мінімального значення при 200 об/хв.

У подальших дослідженнях необхідно встановити необхідну кількість циркуляцій емульсії для досягнення необхідної повноти реакції метанолізу.

#### Література

1. Артамонов П. А. Перезтерификация жиров : обзор / П. А. Артамонов. – М., 1962. – 71 с.
2. Гринберг Г. Модифицированные жиры / Г. Гринберг, Г. Щепанская. – М., 1973. – 152 с.
3. Загальна хімія : підручник / О. І. Карнаухов, В. А. Копілевич, Д. О. Мельничук [та ін.]. – К. : Фенікс, 2005. – 840 с.

4. Хімія жирів : підручник / Б. Н. Тютюнников, З. І. Бухштаб, Ф. Ф. Гладкий [та ін.] ; за ред. Ф. Ф. Гладкого. – Харків : НТУ „ХПІ”, 2002. – 452 с.
5. Кухарець С. М. Забезпечення енергетичної автономності агроєкосистем на основі виробництва біопалива / С. М. Кухарець, Г. А. Голуб // Вісн. ЖНАЕУ. – 2012. – № 1, т. 1. – С. 345–352.
6. Термодинамічна ефективність та ресурси рідкого біопалива України / Г. М. Забарний, С. О. Кудря, Г. Г. Кондратюк, Г. О. Четверик. – К. : Ін-т відновлюваної енергетики, 2006. – 226 с.
7. Jon Van Gerpen. Biodiesel processing and production / J. Van Gerpen // Fuel Processing Technology. – 2005. – V. 86. – P. 1097–1107.
8. The Biodiesel Handbook / ed. G. Knothe, J. Van Gerpen, J. Krahrl. – Champaign, Illinois : AOCS Press, 2005. – 304 p.
9. Кухарець С. М. Аналіз процесу отримання біодизельного пального та обґрунтування основних параметрів реактора-розділювача / С. М. Кухарець, Г. А. Голуб, В. М. Хрус // 36. наук. пр. Подільського держ. аграр.-техн. ун-ту. – 2014. – Спец. вип. : Сучасні проблеми збалансованого природокористування : наук.-практ. конф. – С. 164–171.
10. Стренк Ф. Перемешивание и аппараты с мешалками : пер. с польского / Ф. Стренк ; под. ред. И. А. Щупляка – Л. : Химия, 1975. – 384 с.
11. Штербачек З. Перемешивание в химической промышленности : пер. с чешского / З. Штербачек, П. Тауск ; под. ред. И. С. Павлушенко. – Л. : Госхимиздат, 1963. – 416 с.
12. Кухарець С. Н. Обеспечение рационального использования сырья для получения биотоплив в агропромышленном комплексе / С. Н. Кухарець, Г. А. Голуб, С. В. Драгнев // Motrol. Commission of motorization and energetics in agriculture. – 2013. – Vol. 15, № 4. – P. 69–75.
13. Голуб Г. А. Техніко-технологічне забезпечення енергетичної автономності агроєкосистеми / Г. А. Голуб // Наук. вісн. Нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України. Серія. Техніка та енергетика АПК – 2010. – Вип. 144, ч. 4. – С. 303–312.
14. Драгнев С. В. Обґрунтування конструктивних параметрів періодичного реактора етерифікації рослинних олій / С. В. Драгнев, С. М. Кухарець // Наук. вісн. НУБіП України. Серія. Техніка та енергетика АПК. – 2010. – Вип. 144, ч. 4. – С. 190–197.
15. Виробництво та використання дизельного біопалива на основі рослинних олій / Г. А. Голуб, М. Ю. Павленко, В. В. Чуба, С. М. Кухарець ; за ред. Г. А. Голуба. – К. : НУБіП України, 2015. – 119 с.
16. Технічні та технологічні пропозиції отримання енергії із сировини сільськогосподарського походження / С. М. Кухарець, Г. А. Голуб, О. В. Скидан, О. Ю. Осипчук // Вісн. ЖНАЕУ. – 2015. – № 2 (50), т. 1. – С. 369–384.



УДК 621.176:631.3

О. В. Коновалов

М. А. Горкуша

аспірант

Житомирський національний агроекологічний університет

## ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ВИХРОВИХ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ

*Розглядається сутність ефекту Ранка і основні поняття, необхідні для його вивчення. Проведений огляд основних конструкцій вихрових трубок та технічні рішення, що забезпечують їх енергоефективність. Для підвищення енергоефективності вихрових трубок пропонується використовувати іонізований потік повітря у полі коронного розряду та енергозберігаючі джерела формування вхідного повітряного потоку. Вхідне сопло обладнати циліндричним сповільнювачем швидкості периферійних шарів повітряного потоку, що забезпечить збільшення нерівномірності швидкості шарів потоку на вході у вихрову трубку.*

**Ключові слова:** ефект Ранка, трубка Ранка–Хільша, газовий потік, енергоефективність, іонізований повітряний потік, електрогідравлічний ефект, сповільнювач.

### Постановка проблеми

Отримання тепла і холоду з низькими енергозатратами є одною із першочергових задач у промисловості та переробних галузях сільського господарства. До установок, які здатні одночасно виробляти і тепло, і холод, відносяться вихрові теплові насоси. Робота таких пристроїв базується на використанні ефекту Ранка. Вихрові теплові насоси відносяться до насосів типу «повітря – повітря», які, порівняно з геотермальними тепловими насосами, дешевші, але менш енергоефективні. Коефіцієнт трансформації енергії вихрових теплових насосів менший за одиницю, тому необхідно продовжувати наукову роботу, спрямовану на підвищення енергоефективності вихрових трубок.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Перші дослідження ефекту Ранка почали проводитися В. С. Мартиновським і В. П. Алексєєвим в Одеському технологічному інституті в 1952 р. Активний розвиток теорії, розробку методів розрахунку і конструювання вихрових труб проводив А. П. Меркулов [1]. За його ініціативою відбулося шість всесоюзних конференцій. У його роботах розглядається можливість застосування вихрових труб для осушення стислих газів. Широко відома книга А. Д. Сулова [2], в якій запропоновані вихрові апарати, застосовувані для охолодження і нагрівання газів, сепарації двофазних середовищ, розділення газових сумішей і вакуумування. А. Ф. Гуцол провів огляд [3], де узагальнив більшість існуючих на той момент теорій. Також він висунув свою теорію, згідно з якою поділ газу у

вихровий трубі відбувається за допомогою мікрооб'ємів із різною кінетичною енергією і швидкістю. Більш швидкий газ буде рухатися на периферію, тоді як більш повільний – накопичуватиметься у центрі. Широко відомі у світі праці А. І. Леонтєва [4], в яких він пропонує своє пояснення процесів, що відбуваються у вихровій трубі. У роботі [5] розглядаються можливості застосування вихрових трубок у сушильних процесах.

Велике дослідження із застосування вихрових трубок для сепарації газів було проведено в Oak Ridge National Laboratory [6]. У роботі [7] дано припущення про виникнення зворотного циклу Карно всередині вихрової трубки. Обширний огляд літератури, спроба модифікувати теорію з [7], а також ряд нових експериментальних даних були отримані у роботі [8].

### Мета, завдання і методика досліджень

Мета досліджень полягала у розробленні технічних рішень, впровадження яких дозволить підвищити енергоефективність вихрових теплових насосів.

Об'єкт дослідження – сучасні конструкції вихрових трубок Ранка. Предмет дослідження – технічні рішення, що забезпечують зменшення теплообміну між холодним і теплим вихровим повітряними потоками у трубках Ранка.

Для проведення дослідження використано комплекс методів наукового дослідження: порівняльний, теоретичний та статистичний, системні методи аналізу і синтезу.

### Результати досліджень

Для досягнення мети було розглянуто наукові праці зарубіжних та вітчизняних вчених, у тому числі працю доктора технічних наук Гуцоло А. Ф. «Ефект Ранка», яка наразі найбільш достовірно обґрунтовує сутність газотермодинамічних процесів у трубці Ранка та сучасні конструкції вихрових трубок.

Сутність ефекту Ранка полягає у наступному. При русі потоку газу або рідини по плавно заокругленій поверхні трубки, у її зовнішньої стінки утворюється область підвищеного тиску і температури, а біля внутрішньої (або у центрі порожнини, якщо газ закручений по поверхні циліндричної посудини) – область зниженої температури і тиску.

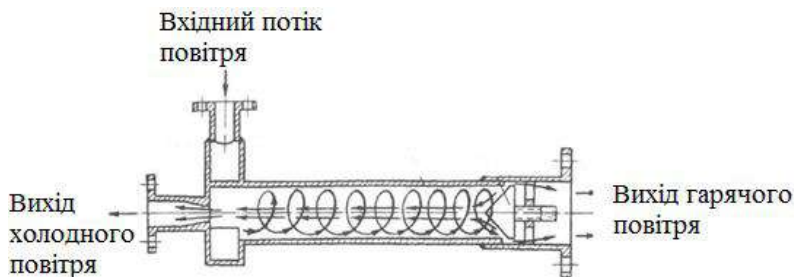


Рис. 1. Формування потоків холодного і гарячого повітря у вихровій трубці

Парадоксальність ефекту Ранка полягає у тому, що відцентрові сили в обертовому потоці спрямовані назовні. Як відомо, тепліші шари газу або рідини мають меншу щільність і повинні підніматися вгору, а в разі відцентрових сил – до центру, більш холодні мають велику щільність і, відповідно, повинні прагнути до периферії. Тим часом, при великій швидкості обертового потоку все відбувається навпаки, а саме – гарячий потік повітря формується біля стінок трубки, а холодний – у приосьовій області. Між гарячим і холодним потоками відбувається в деякій мірі теплообмін, який найбільший біля гарячого кінця трубки. Обертання гарячого і холодного потоків здійснюється у протилежних напрямках.

Вихрові трубки (рис. 2), будують за двома основними схемами: прямоточною і проти точною. Перевага надається проти точним трубкам, бо вони мають більшу ефективність.

Сучасні конструкції вихрових трубок Ранка дозволяють при кімнатній температурі вхідного повітря отримати на виході трубки температуру гарячого потоку до  $+300\text{ }^{\circ}\text{C}$  і температуру холодного потоку до  $-90\text{ }^{\circ}\text{C}$ , при вхідному тиску повітря в межах  $0,5\text{--}100\text{ атм}$ .

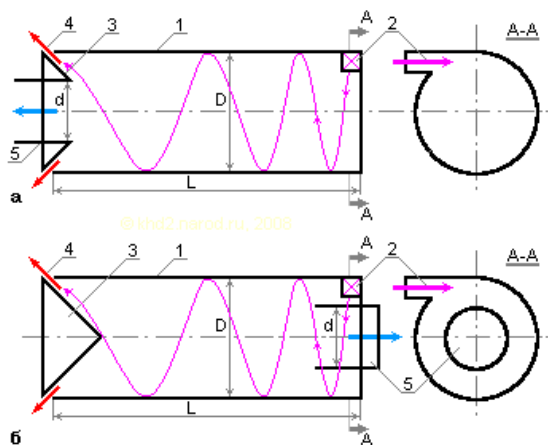


Рис. 2. Класичні схеми прямоточної (а) і проти точної (б) вихрових труб на ефекті Ранка:

1 – гладка циліндрична труба; 2 – вхід газу (завихрювач тангенціального або равликового типу); 3 – дросель; 4 – вихід гарячого газу через кільцеву щілину; 5 – діафрагма для виходу холодного газу.

На ряду зі значними перевагами, до яких відносяться висока роздільна здатність за температурою вихідних потоків повітря, невеликі габарити, проста конструкція, відсутність рухомих частин і, відповідно, висока надійність, трубка Ранка має недоліки. Оптимальна швидкість повітряного потоку на вході трубки немала –  $0,4\text{--}0,5\text{ М}$  (тобто  $40\text{--}50\%$  швидкості звуку). З цієї причини, через

практично неминучих при таких швидкостях потужних турбулентностей, пристрій виявляється гучним. Характерно, що як при сильному зменшенні швидкості вхідного потоку, так і при її наближенні до швидкості звуку, ефективність вихрової труби прагне до нуля.

Коефіцієнт енергоефективності трубки, який пропорційний відношенню холодопродуктивності пристрою у кВт до 1 кВт енергозатрат, – низький. У сучасних кондиціонерів парокомпресійного типу на 1 кВт енергозатрат приходится не менше 4-х кВт холодопродуктивності, а у вихрових трубках Ранка класичного виконання на 1 кВт енергозатрат – до 0,4–0,5 кВт холодопродуктивності. Низька енергоефективність сучасних конструкцій вихрових трубок пояснюється, у першу чергу, тим, що ефект Ранка наразі не отримав глибокого теоретичного обґрунтування, запропоновані математичні моделі теплогазодинамічних процесів у трубці не достатньо відображають процес енергетичного розділення газового потоку. Найбільш досконалим поясненням ефекту Ранка є запропонована доктором технічних наук А. Ф. Гуцалом нова гіпотеза, згідно з якою вхідний потік повітря представляє собою сукупність шарів повітря, які рухаються з різними швидкостями, а механізмом, що забезпечує їх розділення, є поле відцентрових сил. А саме, завдяки наявності тертя і турбулентності, як на виході із тангенціального сопла, так і в самій трубці, є елементи потоку, що рухаються з різними швидкостями, тобто вони мають різну кінетичну енергію. Припустимо, що на одному і тому ж радіусі у газі, що обертається (рис. 3), є два мікрооб'єкти,

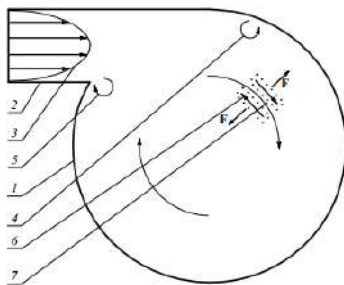


**Рис. 3. Формування на вході у вихрову трубу турбулентних елементів і їх поділ у полі відцентрових сил:**

1 – стінка труби; 2 – тангенціальне вхідне сопло; 3 – профіль швидкості газу на вході у вихрову трубу; 4 – мікровихор, що утворюється при взаємодії тангенціального потоку з циліндричною стінкою; 5 – мікровихор, що утворюється при взаємодії тангенціального потоку з вихровим потоком; 6 – елемент газу з від'ємною пульсацією швидкості; 7 – елемент газу з позитивною пульсацією швидкості; F – результуюча сила.

Один із яких має позитивну пульсацію тангенціальної швидкості, а другий – негативну. Наявність різних тангенціальних швидкостей при одному і тому доцентровому прискоренні призведе до розділення цих елементів, і більш швидкий віддаляться від центра потоку, а більш повільний – зсунеться до центра.

Таким чином периферія потоку буде збагачуватися швидким газом, а центральне ядро – повільним.

У результаті, в центральній області з пониженим статичним тиском збереться загальмований газ, який отримає, у силу низької теплопровідності, практично адіабатичне охолодження, розширюючись в умовах падіння тиску від початкового тиску на вході у трубу до атмосферного.

На периферії швидкий газ отримає часткове гальмування об стінки, що призведе до його нагрівання. Таким чином, причиною енергетичного розділення газу у вихрових трубах є відцентрова сепарація турбулентних елементів за величиною тангенціальної швидкості. Із наведеної гіпотези можна зробити важливий висновок, який пояснює причину виникнення і роль турбулентності в енергетичному розділенні газу. Центральну частину перерізу вихрової трубки займає примусовий вихор, для якого виконується критерій стійкості Релея (1), означає, що виникаючі турбулентності повинні затухати, а не наростати:

$$\frac{d\left(\frac{pv}{r}\right)}{dr} > 0, \quad (1)$$

Високий рівень турбулентності потоку у вихрових трубах, що спостерігається при проведенні експериментів, є наслідком радіального перемішування повільних газових елементів, тобто турбулентність у примусовий вихор привноситься ззовні – з неоднорідного вхідного тангенціального потоку. Зрозуміло, якщо масштаб цієї внесеної турбулентності буде малий порівняно з розмірами системи, то енергетичне розділення відбудеться незначне – повільні елементи потоку розмиються до попадання в центр вихору. Характерні розміри мікрооб’єктів із суттєво різною поступальною швидкістю, які формуються у тангенціальному соплі, визначаються поперечними розмірами цього сопла. Із цих міркувань можна зробити висновок відносно конструкції соплового входу – його розміри повинні бути максимальними. Очевидно, саме з цим пов’язаний той факт, що у більшості конструкцій вихрових труб використовується однозахідний спіральний або тангенціальний завихрювач, розміри сопла якого значні. На температурне розділення впливає не тільки турбулентність вхідного потоку, але і турбулентність, що виникає у самій камері температурного розділення, джерелами якої є зона змішування вхідного потоку з вихровим потоком (рис. 3) і циліндричний прикордонний шар. Турбулентні

збурення із центрального прикордонного шару переносять у холодний центральний потік енергію гарячого периферійного газу, тому необхідно прагнути до зменшення периферійної турбулентності (полірування стінок, обертання камери) або додаткового охолодження циліндричного прикордонного шару (вихрові труби з водяним охолодженням, камери температурного розділення). Негативну роль на температурне розділення відіграють прикордонні шари, що утворюються поблизу циліндричної стінки і, головним чином, поблизу діафрагми і дроселя. По торцевим прикордонним шарам гарячий чи нерозділений газ попадає у центральний зворотній вихор або прямо у діафрагму холодного потоку. Стікання у зворотній вихор гарячого газу вдалося зменшити різними методами. До них можливо віднести збільшення довжини камери температурного розділення до величини, що перевищує довжину зворотнього виходу, хрестовину на осі біля гарячого виходу (рис. 4), яка гальмувала обертання потоку і також призводила до скорочення довжини зворотнього виходу, конічну форму камери температурного розділення (рис. 5), що розширюється у сторону виходу гарячого газу, яка зменшувала радіальний градієнт тиску в районі дроселя.

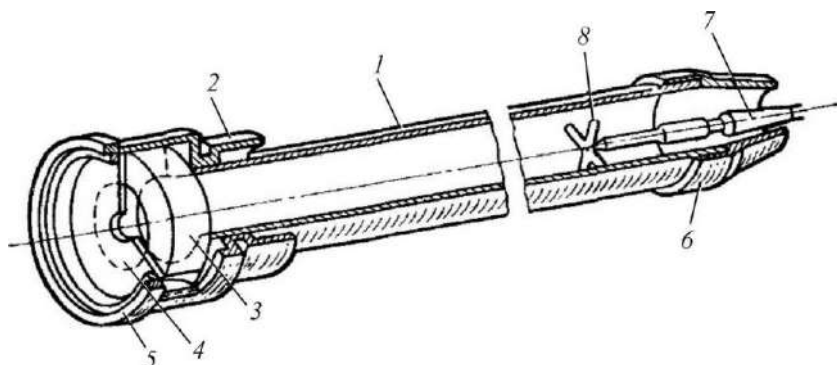


**Рис. 4. Вихрова трубка зі штучним гальмуванням вихрового потоку:**  
1 – камера розділення; 2 – корпус; 3 – ввідний пристрій равликового типу; 4 – діафрагма; 5 – гайка; 6 – сопло; 7 – регулювальна голка; 8 – хрестовина

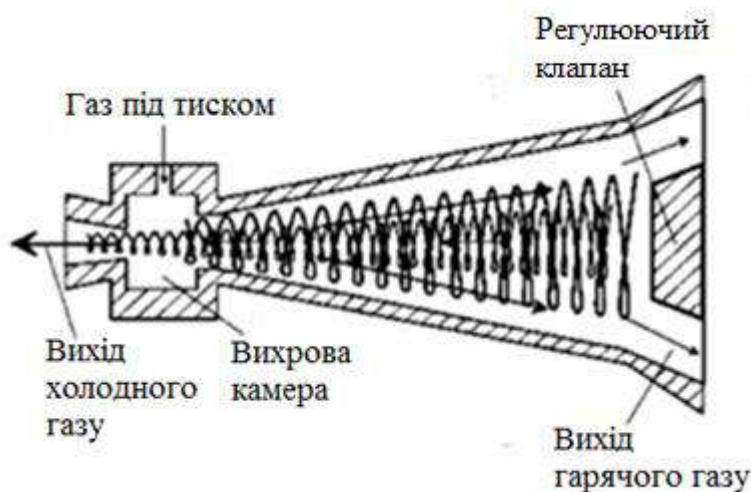


Рис. 5. Конічна вихрова трубка

Холодильний ефект (рис.6) підвищується і у випадку подачі у трубку ще одного потоку повітря з температурою вхідного потоку, але з меншим тиском.



Рис. 6. Вихрова трубка з подачею додаткового повітряного потоку

З запропонованої гіпотези доктора технічних наук Гуцола А.Ф. можна зробити висновок, що принципіальне покращення характеристик вихрових труб можливе тільки при значній нерівномірності швидкості шарів газового потоку на вході у вихрову трубу. Це можливо досягти обладнанням вхідного патрубку циліндричним сповільнювачем (рис. 7)

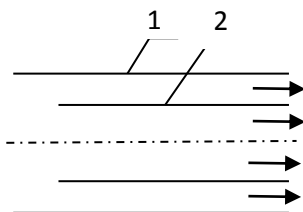


**Рис. 7. Вхідний патрубок із циліндричним сповільнювачем:**

1 – вхідний патрубок; 2 – циліндричний сповільнювач

При використанні сповільнювача зростає нерівномірність швидкостей шарів повітря у вхідному потоці газу (рис. 8).

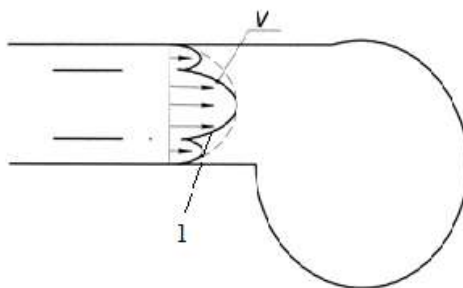


**Рис. 8. Формування швидкостей шарів повітря на вході у вихрову трубку, обладнану сповільнювачем:**

1 – профіль швидкості газу на вході у вихрову трубку

## **Висновки та перспективи подальших досліджень**

Аналіз стану та перспектив розвитку викладеного матеріалу дає змогу зробити деякі висновки:

Перспективним напрямом скорочення енергозатрат є застосування джерел живлення, що працюють на енергозберігаючих принципах. Доцільно виконати теоретичне обґрунтування та дослідження джерела повітря обладнаного двигуном, який працює на електрогідравлічному ефекті при імпульсному режимі живлення електроенергією. Поєднання такого джерела з трубкою Ранка можливо дозволить зменшити енерговитрати і підвищити енергоефективність агрегату.

Зменшення теплообміну між гарячим і холодним потоками можливо досягти конструкторськими рішеннями, що базуються на ефекті взаємодії протилежно направлених електричних струмів. Пропонується штучно іонізувати вхідний потік повітря. У цьому випадку гарячий і холодний потоки, які мають заряди однакового знаку, при обертанні у протилежних напрямках будуть взаємно



відштовхуватися, що знизить теплообмін між потоками. Іонізацію повітряного потоку доцільно здійснювати у полі коронного розряду, розмістивши іонізатор перед вхідним соплом.

Вхідне сопло необхідно обладнати циліндричним сповільнювачем швидкості периферійних шарів повітряного потоку, що забезпечить збільшення нерівномірності швидкості шарів потоку на вході у вихрову трубку.

Впровадження запропонованих технічних рішень забезпечить підвищення енергоефективності вихрових трубок.

## Література

1. Меркулов А. П. Вихревой эффект и его применение в технике / А. П. Меркулов. – М. : Машиностроение, 1969. – 185 с.
2. Вихревые аппараты / [А. Д. Суслов, С. В. Иванов, А. В. Мурашкин, Ю. В. Чижиков]. – М. : Машиностроение, 1985. – 256 с.
3. Гуцол А. Ф. Эффект Ранка / А. Ф. Гуцол // Успехи физических наук. – 1997. – Т. 167, № 6. – С. 665–687.
4. Leont'ev A. I. Gasdynamic methods of temperature stratification / A. I. Leont'ev // Fluid dynamics. – 2002. – Vol. 37, № 4. – P. 512–536.
5. Коновалов В. И. Сушка и другие технологические процессы с вихревой трубкой Ранка–Хильша / В. И. Коновалов, А. Ю. Орлов, Н. Ц. Гатапова // Вестник ТГТУ. – 2010. – Т. 16, № 4. – С. 803–825.
6. Baker P. S. Investigations on the Ranka-Hilsha (vortex) tube / P. S. Baker, W. R. Rathcamp. –: Oak Ridge National Laboratory, 1954. – 38 p.
7. Ahlborn B. K. The vortex tube as a classic thermodynamic refrigeration cycle / B. K. Ahlborn, J. M. Gordon // Journal of applied physics. – 2000. – Vol. 88, № 6. – P. 3645–3653.
8. Gao C. Experimental study on the Ranque – Hilsh vortex tube / C. Gao. –: PhD Study, 2005. – 151 p.

УДК 620.9:005.93:502.174

**А. Ю. Сазонов**

к. т. н.

Житомирський національний агроекологічний університет

**Ю. Л. Новосилецький**

Житомирський агротехнічний коледж

## ОБГРУНТУВАННЯ СТРУКТУРНИХ ПАРАМЕТРІВ БІОГАЗОВИХ ТА КОГЕНЕРАЦІЙНИХ УСТАНОВОК ЯК АЛЬТЕРНАТИВНОГО ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ

*У статті увага приділяється енергетичному розрахунку біогазової установки, створенню екологічно чистих технологій переробки органічних відходів. Визначено параметри контролю та проведення дослідження структури біогазової установки, які є основою виробництва біологічного газу. Проаналізовано основні параметри контролю*

© А. Ю. Сазонов, Ю. Л. Новосилецький

відштовхуватися, що знизить теплообмін між потоками. Іонізацію повітряного потоку доцільно здійснювати у полі коронного розряду, розмістивши іонізатор перед вхідним соплом.

Вхідне сопло необхідно обладнати циліндричним сповільнювачем швидкості периферійних шарів повітряного потоку, що забезпечить збільшення нерівномірності швидкості шарів потоку на вході у вихрову трубку.

Впровадження запропонованих технічних рішень забезпечить підвищення енергоефективності вихрових трубок.

## Література

1. Меркулов А. П. Вихревой эффект и его применение в технике / А. П. Меркулов. – М. : Машиностроение, 1969. – 185 с.
2. Вихревые аппараты / [А. Д. Суслов, С. В. Иванов, А. В. Мурашкин, Ю. В. Чижиков]. – М. : Машиностроение, 1985. – 256 с.
3. Гуцол А. Ф. Эффект Ранка / А. Ф. Гуцол // Успехи физических наук. – 1997. – Т. 167, № 6. – С. 665–687.
4. Leont'ev A. I. Gasdynamic methods of temperature stratification / A. I. Leont'ev // Fluid dynamics. – 2002. – Vol. 37, № 4. – P. 512–536.
5. Коновалов В. И. Сушка и другие технологические процессы с вихревой трубкой Ранка–Хильша / В. И. Коновалов, А. Ю. Орлов, Н. Ц. Гатапова // Вестник ТГТУ. – 2010. – Т. 16, № 4. – С. 803–825.
6. Baker P. S. Investigations on the Ranka-Hilsha (vortex) tube / P. S. Baker, W. R. Rathcamp. –: Oak Ridge National Laboratory, 1954. – 38 p.
7. Ahlborn B. K. The vortex tube as a classic thermodynamic refrigeration cycle / B. K. Ahlborn, J. M. Gordon // Journal of applied physics. – 2000. – Vol. 88, № 6. – P. 3645–3653.
8. Gao C. Experimental study on the Ranque – Hilsh vortex tube / C. Gao. –: PhD Study, 2005. – 151 p.

УДК 620.9:005.93:502.174

**А. Ю. Сазонов**

к. т. н.

Житомирський національний агроекологічний університет

**Ю. Л. Новосилецький**

Житомирський агротехнічний коледж

## ОБГРУНТУВАННЯ СТРУКТУРНИХ ПАРАМЕТРІВ БІОГАЗОВИХ ТА КОГЕНЕРАЦІЙНИХ УСТАНОВОК ЯК АЛЬТЕРНАТИВНОГО ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ

*У статті увага приділяється енергетичному розрахунку біогазової установки, створенню екологічно чистих технологій переробки органічних відходів. Визначено параметри контролю та проведення дослідження структури біогазової установки, які є основою виробництва біологічного газу. Проаналізовано основні параметри контролю*

© А. Ю. Сазонов, Ю. Л. Новосилецький

*процесу виробництва біогазу, дана оцінка роботи біогазової установки у декількох режимах при роботі системи автоматизованого контролю температури у реакторі. Наведено блок-схему алгоритму роботи системи регулювання кількості виробленого тепла та електроенергії, що використовує декілька видів регулювання: регулювання частоти обертів агрегату, регулювання складу газоповітряної суміші, регулювання напруги в енергосистемі. Наведено структурну схему можливих газопоршневих когенераційних установок та блок-схему системи підключення споживачів при використанні заданого співвідношення споживання палива і повітря у цій суміші з оцінкою економічних витрат паливних ресурсів. На основі зіставлення, порівняння, узагальнення наукової інформації про біогазові та когенераційні установки, уточнено сутність технологій, переваги біогазового виробництва над іншими альтернативними джерелами енергії. Авторами конкретизовано технології установки, методи впровадження.*

**Ключові слова:** альтернативна енергетика, автоматизація керування, електростанція, біогазова установка, когенерація, когенераційна установка, газопоршневі установки.

## Постановка проблеми

Зменшення споживання невідновлювальних джерел тепло-електроенергії, збереження екології і економія витрат енергетичних ресурсів є надзвичайно важливими питаннями сьогодення. Розвиток альтернативної енергетики на прикладі біогазових та когенераційних установок наразі має ряд особливостей, що полягають в інтенсивному підвищенні технологічних вимог до керування біогазовими та когенераційними установками.

Нині виникло безліч аргументів для впровадження когенераційних технологій. Перевагами когенераційних установок (КГУ) є: відносно низька вартість виробництва електричної і теплової енергії; наближеність до споживачів, відсутність необхідності у дорогих ЛЕП і підстанціях, екологічна безпека, мобільність, легкість монтажу тощо [1]. Основою функціонування КГУ є біогаз, що виробляється із органічних відходів (їжі, тваринництва) за допомогою бактерій. Біогаз має склад, подібний до природного газу – до 98% метану, а також сірководень, вуглекислий газ, воду [2]. Застосування біогазових установок дозволяє вирішити одночасно проблеми екологічного, енергетичного та агрохімічного характеру паралельно із генерацією електричної енергії, що є надзвичайно актуальним. Вказане досягається за рахунок застосування автономних енергоджерел із комбінованим виробництвом електричної та теплової енергії (когенерація), таким чином забезпечується певний енергетичний резерв у централізованій системі електропостачання [1].

## Аналіз останніх досліджень та публікацій

Над проблемами виробництва і споживання біогазу працює низка зарубіжних та вітчизняних вчених [1–9], серед яких D. Deublein, A. Steinhäuser,

N. Board, D. House, Г. М. Калетнік, В. О. Дубровін, М. О. Корчемний, Г. Г. Гелетука, Ю. В. Кернасюк, М. Кобець та інші. Більшість із наведених авторів роблять акцент або на технічних сторонах процесу отримання біогазу, або на зарубіжному досвіді. Тому необхідним є обґрунтування технологічних аспектів біогазового виробництва в Україні як напряму розвитку вітчизняної альтернативної енергетики.

### Мета, завдання та методика досліджень

Метою даної статті є аналіз різних типів біогазових установок для визначення номінальної потужності установок і їх автоматизації шляхом виявлення особливостей функціонування когенераційних установок та особливостей регулювання їх технологічних параметрів.

### Результати досліджень

Приблизний склад біогазу – 60% метану ( $\text{CH}_4$ ) і 40% вуглекислого газу ( $\text{CO}_2$ ). Синонімами для біогазу є такі слова, як каналізаційний газ, шахтний і болотяний газ, газ-метан. Він утворюється шляхом метаболізму вуглецю мікроорганізмами (бактеріями) із органічних субстратів у безкисневих умовах.

Як відомо, ферментація гною відбувається в анаеробних (безкисневих) умовах при температурі 330 °С. Загальна тривалість ферментації, що забезпечує знезараження гною, не менше 15 діб. Вихід біогазу складає 0,24 м<sup>3</sup>/кг. Для анаеробної ферментації можна використовувати як звичайний, так і рідкий гній, який після попередньої очистки подають до біореактора [3].

Вихід газу складає приблизно від 0,2 до 0,4 м<sup>3</sup> на 1 кг сухого матеріалу біомаси при нормальних умовах, а також при витраті 5 кг сухої біомаси на 1 м<sup>3</sup> води. На рис.1 приведені основні типи БГУ, які економічно доцільно впровадити в експлуатацію [4].



Рис. 1. Типи БГУ для господарств із вирощування ВРХ

Передумовою керування біогазовими установками є обґрунтування їх технологічних параметрів, що виконуються шляхом наведених технічних розрахунків установок відповідно до групи за кількістю голів тварин.

Вихід гною в перерахунку на суху речовину за добу визначають за формулою

$$m_{\text{гн}} = n \cdot m_0, \quad (1)$$

де  $m_0$  – вихід сухого гною на одну тварину за добу [5];

$n$  – кількість худоби, гол.

Тоді вихід гною для трьох груп ВРХ (див. рис. 1) буде складати

$$m_{\text{гнВРХI}} = 250 \cdot 2 = 500 \text{ кг}; \quad m_{\text{гнВРХII}} = 550 \cdot 2 = 1100 \text{ кг};$$

$$m_{\text{гнВРХIII}} = 700 \cdot 2 = 1400 \text{ кг};$$

Об'єм рідкої гнійної маси

$$V_{\text{гн}} = \frac{m_{\text{гн}}}{\rho_{\text{гн}}} \quad (2)$$

де  $\rho_{\text{гн}}$  – щільність сухого гною, розподіленого в гнійній масі,  $\text{кг/м}^3$ ,  $\rho_{\text{гн}} = 50 \text{ кг/м}^3$ .

$$V_{\text{гнВРХI}} = \frac{500}{50} = 10 \text{ м}^3, \quad V_{\text{гнВРХII}} = \frac{1100}{50} = 22 \text{ м}^3, \quad V_{\text{гнВРХIII}} = \frac{1400}{50} = 28 \text{ м}^3$$

Розрахунковий об'єм біогазогенератора при безперервній технології виробництва біогазу дорівнює

$$V_{\text{г}}^I = t_{\text{г}} \cdot V_{\text{г}} \quad (3)$$

де  $t_{\text{г}}$  – час перебування чергової порції гнійної маси в біореакторі складає від 12 до 30 діб [5].

$$V_{\text{гВРХI}}^I = 15 \cdot 10 = 150 \text{ м}^3; \quad V_{\text{гВРХII}}^I = 15 \cdot 22 = 330 \text{ м}^3;$$

$$V_{\text{гВРХIII}}^I = 15 \cdot 28 = 420 \text{ м}^3;$$

Відповідно до реальних умов господарства прийнято безперервну технологію виробництва біогазу. Добову продуктивність БГУ визначають

$$V_{\text{БГУ}} = C_1 \cdot m_{\text{гн}}, \quad (4)$$

де  $C_1$  – вихід біогазу з 1 кг сухої маси. Для ВРХ  $C_1 = 0,2 \text{ м}^3/\text{кг}$  [4];

$m_{\text{гн}}$  – кількість сухого гною в реакторі, кг.

$$V_{\text{БГУВРХI}} = 0,2 \cdot 500 = 100 \text{ м}^3; \quad V_{\text{БГУВРХII}} = 0,2 \cdot 1100 = 220 \text{ м}^3;$$

$$V_{\text{БГУВРХIII}} = 0,2 \cdot 1400 = 280 \text{ м}^3$$

Розрахункова теплота згорання біогазу визначається за виразом

$$E = H_{\text{м}} \cdot f_{\text{м}} \cdot V_{\text{БГУ}}, \quad (5)$$

де  $H_{\text{м}}$  – питома теплота згорання метану,  $28 \text{ МДж/м}^3$  [5];

$f_{\text{м}}$  – частка метану в біогазі, для ВРХ  $f_{\text{м}} = 0,6$  [5].

$$E_{\text{ВРХI}} = 28 \cdot 0,6 \cdot 100 = 1680 \text{ МДж};$$

$$E_{\text{ВРХII}} = 28 \cdot 0,6 \cdot 220 = 3696 \text{ МДж};$$

$$E_{BPKIII} 28 \cdot 0,6 \cdot 280 = 4704 \text{ МДж};$$

При цьому, необхідна кількість теплоти для підігрівання біомаси у холодну пору року ( $15^{\circ}\text{C}$ ) до оптимальної температури ( $33^{\circ}\text{C}$ ) визначається

$$Q = \frac{m_{\text{гн}} C_2 \cdot (t_0 - t_1)}{\eta}, \quad (6)$$

де  $m_{\text{гн}}$  – вага гнійної маси в реакторі, кг;

$\eta$  – ККД БГУ,  $\eta = 0,82$  [5].

$$m_{\text{гн}} = V_{\text{гн}} \cdot \rho_{\text{гн}}, \quad (7)$$

де  $V_{\text{гн}}$  – об'єм гнійної маси,  $\text{м}^3$ ;

$\rho_{\text{гн}}$  – густина гнійної маси (приймають  $\rho_{\text{гн}} = 1000 \text{ кг/м}^3$ ) [4].

$$Q_{BPKI} = \frac{10 \cdot 10^4 \cdot 4,19 \cdot (35 - 15) \cdot 10^{-3}}{0,82} = 91,97 \text{ МДж};$$

$$Q_{BPKII} = \frac{22 \cdot 10^4 \cdot 4,19 \cdot (35 - 15) \cdot 10^{-3}}{0,82} = 122,15 \text{ МДж};$$

$$Q_{BPKIII} = \frac{28 \cdot 10^4 \cdot 4,19 \cdot (35 - 15) \cdot 10^{-3}}{0,82} = 257,5 \text{ МДж};$$

Споживана електрична енергія для розігрівання реактора протягом 4 годин становить у першому варіанті 25,5 кВт·год., у другому – 33,9 кВт·год. та третьому – 71,5 кВт·год.

Розрахункова потужність електричних нагрівачів на протязі чотирьох годин роботи становить

$$P = \frac{Q}{t}; \quad (8)$$

$$P_I = \frac{25,5}{4} = 5,6 \text{ кВт}; P_{II} = \frac{33,9}{4} = 8,5 \text{ кВт}; P_{III} = \frac{71,5}{4} = 17,9 \text{ кВт};$$

Відповідно до проведених розрахунків, доцільним є модуль з двома БГУ. Даний модуль складається з реактора об'ємом  $300 \text{ м}^3$  з механізованим перемішуванням, автоматичною підтримкою заданої температури та електростанції на біогазі [5].

Як свідчить проведений аналіз технологічного процесу, система автоматики, якою оснащена лінія з отримання біогазу, має ряд недоліків [1, 5]. З метою усунення недоліків було запропоновано удосконалення системи автоматизації БГУ. На рис. 2 представлено блок-схему алгоритму роботи системи автоматизованого контролю температури у реакторі.

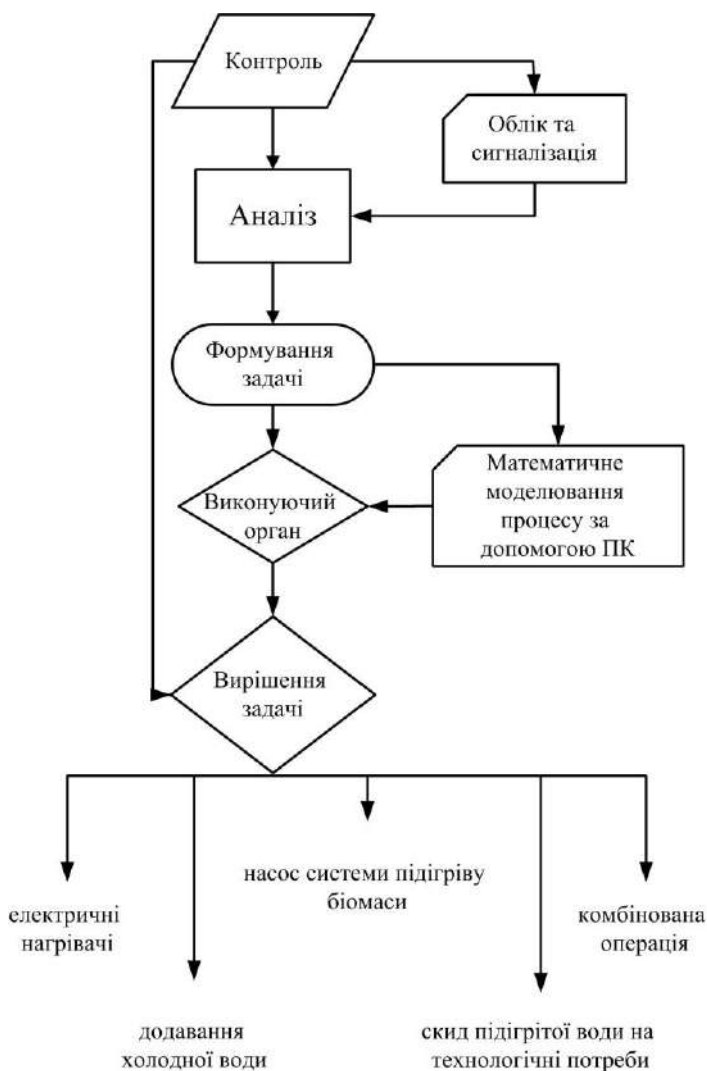


Рис. 2. Блок-схема алгоритму роботи системи при виробництві біогазу

Вона може працювати у декількох режимах: «нагрів», «контроль», «якість». З метою підвищення ефективності роботи установки розроблена функціональна схема автоматизації (рис. 3).

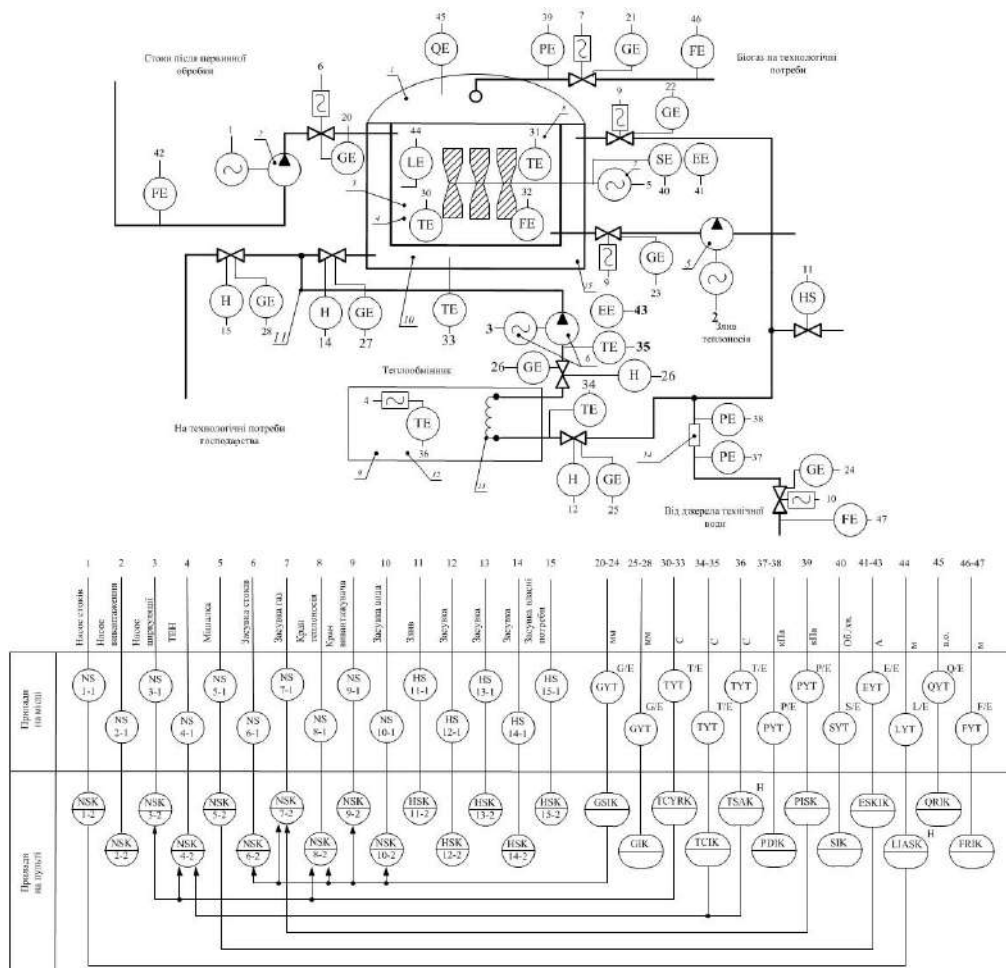


Рис. 3. Схема функціональної автоматизації біогазової установки

На схемі наведено всі приводні електродвигуни лінії: NS1 – приводний двигун завантажувального шнека; NS2 – приводний двигун насоса вивантажувального шнека; NS3 – привідний двигун насоса циркуляції теплоносія; NS4 – нагрівач типу ТЕН; NS5 – двигун приводу мішалки; NS6 – електродвигун засувки крана, NS7 – двигун приводу засувки біогазу, NS8 – двигун приводу засувки циркуляції теплоносія, NS9 – двигун приводу засувки вивантажувального шнека, NS10 – двигун приводу засувки подачі води, NS11 – двигун приводу зливу води, NS12 – двигун приводу засувки, NS13 – двигун приводу засувки, NS14 – двигун приводу засувки, NS15 – двигун приводу засувки власних потреб. У технологічній схемі анаеробного зброджування



використані такі прилади: LE44 – вимірювальний перетворювач верхнього рівня біомаси у біореакторі, TE30–36 – вимірювальний перетворювач температури біомаси татеплоносія, PE37–39 – вимірювальний перетворювач тиску теплоносія, SE40– вимірювальний перетворювач частоти обертання ротора.

Поняття "когенерація" не нове для вітчизняної енергетики. Але у малій енергетиці ці технології раніше застосовувалися рідко і довгі роки широко використовувалися, в основному, на великих паротурбінних електростанціях.

Теплову енергію, що виробляється когенераційними установками, використовують для виробництва гарячої води, пари, у холодильних установках, а також у технологічних процесах сушки гарячим повітрям. На рис.4 показано структурну схему генерації.

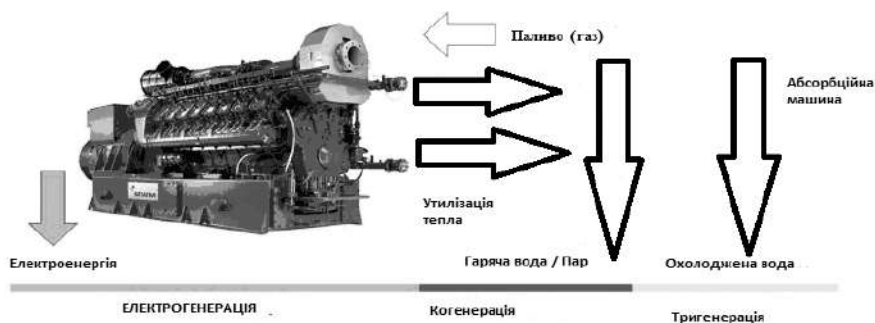


Рис. 4. Структурна схема генерації енергії

Базовим елементом наведеної на рис. 4. схеми є газопоршневий генератор. Це складне технологічне обладнання, що передбачає автоматизацію керування його основними параметрами. Всі газопоршнєві електроагрегати, залежно від області їх застосування, поділяються на агрегати базового (основного), пікового і резервного живлення. До кожної з груп висуваються конкретні вимоги.

Для регулювання кількості тепла та електроенергії, що виробляються, використовують декілька видів регулювання газопоршневим електроагрегатом.

Регулювання частоти обертання, поряд з регулюванням напруги газопоршневих електроагрегатів, є одним з найважливіших завдань, від методів вирішення якого залежить якість електроенергії у сталих і перехідних режимах роботи системи електропостачання споживачів.

Технічні засоби регулювання частоти обертання газопоршневих електроагрегатів наразі представлені регуляторами чотирьох типів:

- відцентрові регулятори прямої і непрямої дії;
- аналогові електронні регулятори;
- цифрові електронні регулятори;

цифрові регулятори, які є органічною частиною комплексних мікропроцесорних систем управління двигуном або генераторним агрегатом у цілому.

Особливістю газопоршневих електроагрегатів є можливість застосування декількох виконавчих пристроїв, керованих одним електронним блоком регулювання частоти обертання, так як багато двигунів мають декілька агрегатів наддуву і, відповідно, декілька дросельних заслінок з індивідуальним приводом.

Крім того, існують схеми наддуву з паралельною роботою кількох турбокомпресорів на загальний впускний колектор. У таких двигунах часто застосовують паралельно включені дросельні заслінки, кожна зі своїм керованим приводом. Це дозволяє застосовувати виконавчі пристрої, які мають невеликі габарити і масу. У цьому випадку при малих навантаженнях агрегата, керують однією заслінкою, а при збільшенні навантаження – двома.

Регулювання складу газоповітряної суміші є одним з ефективних способів впливу на робочий процес газопоршневого двигуна з метою забезпечення заданих ефективних, економічних й екологічних показників електроагрегата. Основним параметром горючої суміші, що створює істотний вплив на ці показники, є співвідношення палива і повітря у цій суміші, зване паливоповітряним відношенням, відношенням «газ–повітря» або «повітря–газ», що відповідає прийнятому в зарубіжній практиці найменуванню «air-fuel ratio» (AFR) [7].

Регулювання напруги в енергосистемі здійснюється регулюванням напруги на виводах генератора шляхом дії на його збудження.

Генератори, що використовуються у когенераційних установках, можуть бути синхронними або асинхронними. Синхронний генератор може працювати в автономному режимі або паралельно з мережею. Асинхронний генератор може працювати тільки паралельно з мережею.

Якщо стався обрив або інші неполадки в мережі, асинхронний генератор припиняє свою роботу. Тому, для забезпечення гнучкості застосування розподілених когенераційних енергосистем, частіше використовуються синхронні генератори [8].

За способом виконання систем збудження генератори умовно можна розділити на два принципово різних виконання: генератори, забезпечені щітковим апаратом для передачі струму від нерухомої системи управління до обертаючої обмотки збудження, іменовані надалі «щіткові» (лапки далі опускаються), і генератори, позбавлені такого апарата, іменовані надалі безщіткові. У свою чергу, щіткові генератори підрозділяються на оснащені статичною системою з прямим фазовим компаундуванням і забезпечені збудником постійного струму з непрямым фазовим компаундуванням, як правило, високовольтні генератори, виконання прямого компаундування в яких важко. Щіткові генератори зі статичною системою збудження з корекцією

напруги поділяються на варіанти: з дроселем відбору, керованим трансформатором фазового компаундування і тиристорним відбором. У сучасних системах корекція напруги здійснюється напівпровідниковим коректором напруги.

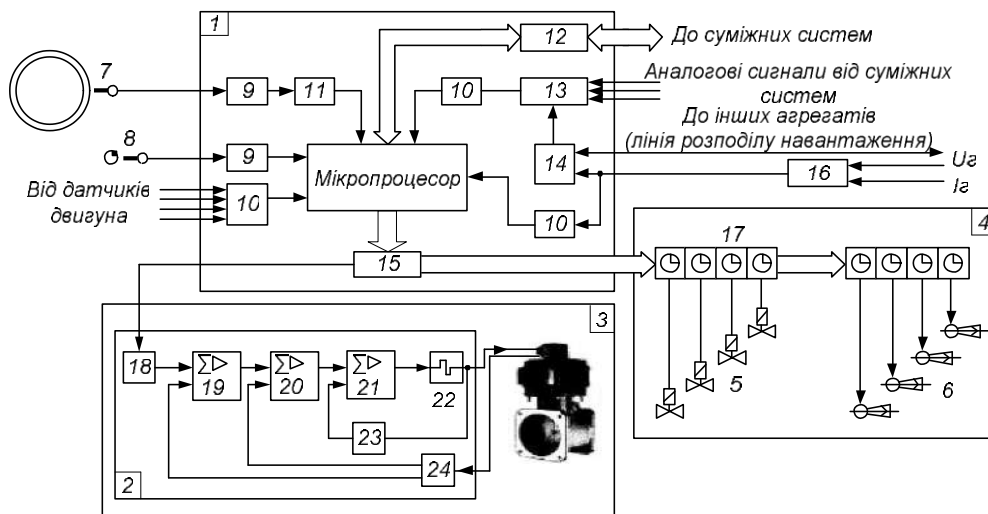


Рис. 5. Схема електронного регулятора частоти обертання

Схема електронного регулятора частоти обертання складається із: мікропроцесорного блоку – 1; модулю управління дросельною заслінкою – 2; приводу дросельної заслінки – 3; модулю розподіленого управління подачею газу – 4; електромагнітного газового клапана – 5; форсунки – 6; датчика частоти обертання – 7; датчика положення розподільчого валу – 8; вхідного перетворювача – 9; АЦП – 10; енкодера – 11; перетворювача інтерфесів – 12; аналогового задатчика частоти обертання – 13; модуля розподілу навантаження – 14; вихідного модуля – 15; датчика активного навантаження – 16; таймера – 17; перетворювача управляючого сигналу – 18; підсилювача контуру зворотного зв'язку за положенням – 19; підсилювача контуру зворотного зв'язку за швидкістю – 20; підсилювача контуру зворотного зв'язку за струмом – 21; широтно-імпульсного модулятора – 22; датчика струму – 23; перетворювача сигналу зворотного зв'язку – 24.

У системі збудження (рис. 3) група статичних випрямлячів перетворює змінний струм збудника GE із частотою 50 Гц у постійний. Збудником є синхронний генератор, розташований на одному валу зі збуджуваним генератором (незалежне збудження). Статична випрямна установка складається з керованих напівпровідникових кремнієвих випрямлячів – тиристорів.

При високих значеннях напруги збудження, зазвичай, застосовують дві групи тиристорів – робочу VS1 і прискорюючу VS2. Обидві групи з'єднують паралельно за трифазною мостовою схемою. За рахунок комутації тиристора однієї групи на тиристор іншої групи зворотна напруга тиристорів робочої групи зменшується. Робоча група тиристорів забезпечує основне збудження генератора у нормальному режимі, прискорююча група – прискорення і гасіння поля в аварійних режимах, тому в нормальному режимі вона працює з невеликими струмами (20–30 % номінального струму ротора); при прискоренні прискорююча група (повністю або частково) відкривається і забезпечує весь струм прискорення, а робоча група тиристорів замикається більш високою напругою прискорюючої групи. Для живлення двох груп тиристорів обмотку кожної фази збудника виконують з двох частин: частини низької напруги, перетин провідників якої розрахований на тривале проходження робочого струму, і частини високої напруги, перетин провідників якої розрахований на короточасне проходження струму прискорення. До першої підключені тиристири робочої групи VS1, а до другої – прискорюючої групи VS2. Незалежна система збудження зі збудником змінного струму і статичними перетворювачами володіє високою швидкістю, так як вона має високу граничну напругу збудження і, внаслідок без інерційності тиристорів, малі постійні часу. До недоліків цієї системи збудження слід віднести наявність збудника змінного струму, який ускладнює експлуатацію і збільшує вартість всієї системи збудження, а також наявність ковзних контактів (у ній зберігаються контактні кільця і щітки ротора). Найбільш поширеним є виконання безщіткового генератора зі синхронним збудником і підбудником на постійних магнітах, які, у свою чергу, діляться при виконанні на «діодні» і «тиристорні» (лапки надалі опускаються). У діодному варіанті напруга якірної обмотки синхронного збудника через обертовий доданий перетворювач прикладається до обмотки збудження генератора, а регулювання здійснюється в ланцюзі обмотки збудження; у тиристорному варіанті напруга до обмотки збудження прикладається через тиристорний перетворювач, і регулювання здійснюється шляхом дії на тиристорний перетворювач. Іноді обидва варіанти у цілях резервування реалізуються в одному генераторі. Для управління сучасними газопоршневими електроагрегатами широко застосовуються комплексні мікропроцесорні системи, створювані, як правило, для типового ряду агрегатів одного виготовлювача. У перелік таких пристроїв входять один або кілька блоків збору та обробки сигналів датчиків (тиску, температури, детонації), головний (базовий) керуючий блок, виконуючий регулювання частоти обертання і керування послідовністю операцій пуску і зупинки двигуна, блок регулювання складу паливоповітряної суміші і блок управління запалюванням. Для керування та автоматизації когенераційної установки застосовується найбільш поширений для когенераційних установок контролер IntelSys.

Основна перевага контроллера IntelliSys – збільшена кількість цифрових і аналогових входів/виходів, набір функцій для когенераційних установок (PID контури регулювання) і комунікаційні можливості високого рівня - дистанційний контроль і управління за модемною лінією, мобільним телефоном і інтернетом.

Структурна схема газопоршневого електроагрегату подана на рис. 6.

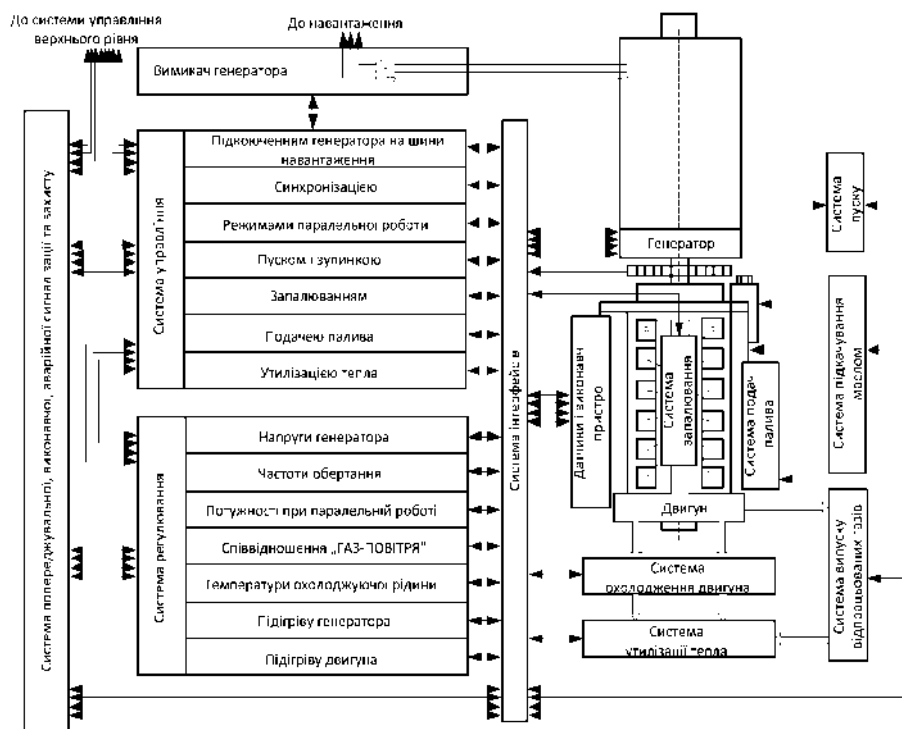


Рис. 6. Структурна схема газопоршневого електроагрегату

На ній показані зв'язки систем (управління, регулювання і т.д.) з електроагрегатом та наведено перелік підсистем, які можуть входити до відповідних систем [9].

### Висновки та перспективи подальших досліджень

Визначено, що біогазові установки з об'ємом реакторів до 25 м<sup>3</sup> мають негативний енергетичний баланс. Установки з об'ємом біореактора більш ніж 100 м<sup>3</sup> з витримкою технології зброджування дають енергетичний ефект, що є підставою для їх використання як альтернативного джерела енергії. Використання автоматизованого контролю параметрів технологічного процесу

отримання біогазу забезпечують підвищення ефективності біогазової установки. Виявлено, що сучасні КГУ є багатофункціональними електро- та теплоенергетичними пристроями. Структуру цих пристроїв із позиції регулювання та управління поділяють на дві частини, які виступають, відповідно, об'єктами управління: механічної і електричної. Управління вказаними системами відбувається автоматичними блоками, що контролюють параметри КГУ в цілому.

Подальші дослідження слід зосередити на автоматизації керування генерацією енергії, оскільки процес є не стаціонарним і містить досить багато невизначеностей. Автоматизація процесу когенерації може бути реалізована на базі нечіткої логіки та/або штучних нейронних мереж.

## Література

1. Паньків В. В. Когенерация: как это работает. Обзор рынка / В. В. Паньків // Сети и бизнес. – 2010. – № 4. – С. 96–101.
2. Куценко Ю. М. Аналіз основних чинників анаеробного метанового збродження для отримання біогазу / Ю. М. Куценко, В. М. Коломицев // Праці ТДАТУ. – 2011. – Вип. 11, т. 3. – С. 49–56.
3. Кюрчев В. М. Альтернативне паливо для енергетики АПК : навч. посібник / В. М. Кюрчев, В. А. Дідур, Л. І. Грачова ; за ред. В. А. Дідура. – К. : Аграр. освіта, 2012. – 416 с.
4. Новітні технології біоенергоконверсії : монографія / [Я. Б. Блюм, Г. Г. Гелетука та ін.]. – К. : Аграр Медіа Груп, 2010. – 326 с.
5. Щербина О. М. Енергія для всіх : техн. довідник / О. М. Щербина. – Ужгород : Вид-во Валерія Подяки, 2007. – 340 с.
6. Матюнина Ю. В. Использование газопоршневых установок при регулировании нагрузки предприятия / Ю. В. Матюнина, Д. А. Харитонов // Вестник МЭИ. – 2007. – № 2. – С. 111–113.
7. Петров С. П. Автоматизация когенерационных систем теплоснабжения с распределенными пиковыми нагрузками : монография / С. П. Петров ; под общ. ред. А. И. Суздальцева. – М. : Машиностроение, 2007. – 304 с.
8. Круг А. Е. Параллельная работа синхронного генератора с сетью / А. Е. Круг // Электросила. – 2000. – № 39. – С. 104–111.
9. Strickland C. Cogeneration Potential in Canada / C. Strickland, J. Nyboer. – Ottawa, 2002. – Phase 2. Completed for Natural Resources Canada.

УДК 629.113

**Б. В. Ємець**

к. т. н.

**С. В. Пустовіт**

к. т. н.

Житомирський національний агроекологічний університет

**О. С. Поліщук**

**Л. В. Ємець**

Житомирський агротехнічний коледж

## **МОДЕЛЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ТЯГОВО-ШВИДКІСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ АВТОМОБІЛЯ ПІД ЧАС ЙОГО РОБОТИ НА ВОДОПАЛИВНИХ ЕМУЛЬСІЯХ**

*Методом моделювання показників тягово-швидкісних властивостей (ТШВ) автомобіля КамАЗ-5320 під час його роботи на водопаливній емульсії (ВПЕ) встановлено, що показники ТШВ суттєво знижуються, якщо ВПЕ має концентрацію води більше 5%. У випадку використання ВПЕ для двигуна КамАЗ-740 з концентрацією води 20% наступні показники зменшаться: максимальна швидкість автомобіля КамАЗ-5320 – на 7% та максимальна сила тяги цього ж автомобіля – на 8%, при цьому збільшиться шлях вибігу з 50 км/год на 26% та час розгону до 60 км/год на 18%.*

**Ключові слова:** автомобіль, водопаливна емульсія, тягово-швидкісні властивості, моделювання.

### **Постановка проблеми**

За останні 25 років у світі потреба у первинних енергоносіях зросла у 3,6 раза, а потреба у нафті зросла в 5,9 раза. Запаси нафти у світі становлять 10% від загального об'єму розвіданих родовищ. Тому застосування джерел енергії, альтернативних нафті, є актуальною проблемою не тільки для України, а й для всього світу [1]. Один із способів вирішення проблеми альтернативи експлуатації нафтопродуктів – це можливість роботи як бензинових двигунів, так і дизелів на водопаливних емульсіях [2, 5, 8, інші].

### **Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Водопаливні емульсії (ВПЕ) – це системи, які складаються з води, що є дисперсною фазою з діаметром крапель від 0,1 до 10 мкм, і палива, що є дисперсним середовищем. Водопаливні емульсії отримують в гомонізаторах і диспаргаторах [2, 5]. Важливим показником якості емульсії є її стабільність, яка забезпечується додаванням до неї поверхнево-активних речовин (ПАР) – емульгаторів. Використання водопаливних емульсій не потребує конструктивних змін дизеля та дозволяє помітно покращити екологічні характеристики таких двигунів.

У праці [4] наведено дані експериментальних випробувань двигуна КамАЗ-740, серійний номер НО1КТ13141, з використанням водопаливних емульсій в якості палива, яке складалось з:

- 94% Л-0,2 ГОСТ 305-82, 1% ПАР, 5%  $H_2O$ ;
- 89% Л-0,2 ГОСТ 305-82, 1% ПАР, 10%  $H_2O$ ;
- 79% Л-0,2 ГОСТ 305-82, 1% ПАР, 20%  $H_2O$ ;
- 88% Л-0,2 ГОСТ 305-82, 1% ПАР, 1% присадки ЦГН, 10%  $H_2O$ .

В якості емульгатора використані ПАР, які складаються з азот- та гідровмісних ефірів жирних кислот.

Виконані дослідження показали, що під час використання водопаливних емульсій в якості палива ефективна потужність двигуна знижується:

- для ВПЕ з концентрацією води 5% з 128,8 кВт до 124,1 кВт – на 3,6%;
- для ВПЕ з концентрацією води 10% з 128,8 кВт до 119,8 кВт – на 7,0%;
- для ВПЕ з концентрацією води 20% з 128,8 кВт до 116,0 кВт – на 9,9%.

У розрахунку на вуглеводневі складові економічність двигуна КамАЗ-740 під час роботи на ВПЕ покращилася. Так, питома ефективна витрата палива двигуна знижується:

- для ВПЕ з концентрацією води 5% з 241,8 г/кВт·год до 232,5 г/кВт·год – на 3,8%;
- для ВПЕ з концентрацією води 10% з 241,8 г/кВт·год до 238,2 г/кВт·год – на 1,9%;
- для ВПЕ з концентрацією води 20% з 241,8 г/кВт·год до 236,8 г/кВт·год – на 2,1%.

Годинна витрата вуглеводневих складових ВПЕ знижується:

- для ВПЕ з концентрацією води 5% з 36,3 кг/год до 35,6 кг/год – на 1,9%;
- для ВПЕ з концентрацією води 10% з 36,3 кг/год до 34,3 кг/год – на 5,5%;
- для ВПЕ з концентрацією води 20% з 36,3 кг/год до 21,2 кг/год – на 14,0%.

Під час роботи двигуна КамАЗ-740 на ВПЕ з різною концентрацією води димність відпрацьованих газів знижується у 5–6 разів, концентрація оксидів вуглецю – на 20–25 %, а концентрація оксидів азоту – до 70% [4].

## Мета, завдання та методика досліджень

У літературі не наводяться дані про ТШВ тих автомобілів, на яких встановлюється двигун КамАЗ-740 (наприклад, КамАЗ-5320 [3]) під час роботи його на ВПЕ. Тому мета цього дослідження є моделювання ТШВ автомобіля КамАЗ-5320 з використанням ВПЕ в якості палива для його двигуна.

Завдання дослідження – встановити методом моделювання величини основних показників ТШВ автомобіля КамАЗ-5320 під час роботи його двигуна на ВПЕ та порівняти отримані дані з показниками ТШВ цього ж автомобіля на дизельному пальному.

Об'єктом дослідження стали ТШВ автомобіля КамАЗ-5320.



Вказані дослідження проведено на вітчизняних матеріалах та даних окремих зарубіжних країн [4,8, інші].

Дослідження виконано методом моделювання на персональному комп'ютері показників ТШВ автомобіля КамАЗ-5320 зі штатним дизелем КамАЗ-740, а також під час роботи цього двигуна на ВПЕ.

### Результати досліджень

Показники ТШВ переобладнаного автомобіля або того, який працює на альтернативному паливі (окрім середньої швидкості), можна визначити шляхом розв'язку диференціального рівняння руху автомобіля, яке записується у вигляді [1, 6, інші]:

$$\frac{dV}{dt} \cdot M_a \cdot \delta_{об} = P_{кол}(V) - P_{он}(V, V^2) \pm G_a \cdot \sin \alpha, \quad (1)$$

де  $M_a$  – повна маса автомобіля, кг;  $\delta_{об}$  – коефіцієнт, який враховує обертові маси автомобіля;  $P_{кол}(V)$  – повна колова сила на ведучих колесах автомобіля, Н;  $P_{он}(V, V^2)$  – сума сил опору руху автомобіля, які залежать від швидкості його руху, Н;  $G_a \cdot \sin \alpha$  – сила опору підйому, Н;  $G_a$  – сила тяжіння від повної маси автомобіля, Н;  $\alpha$  – кут поздовжнього нахилу полотна дороги;  $V$  – швидкість руху автомобіля, м/с;  $dV/dt$  – прискорення автомобіля, м/с<sup>2</sup>.

Після визначення окремих складових рівняння (1), як правило, набуває вигляду

$$\frac{dV}{dt} \cdot M_a \cdot \delta_{об} = a_i \cdot V^2 + b_i \cdot V + c_i, \quad (2)$$

де коефіцієнти  $a_i$ ,  $b_i$ ,  $c_i$  визначаються параметрами конструкції автомобіля, його двигуна і передаточних відношень трансмісії.

У розрахунках показників ТШВ автомобіля найбільш традиційним та достатньо точним є використання залежності крутного моменту від кутової частоти обертання колінчастого вала двигуна  $M_k = f(\omega)$  у вигляді

$$M_k = a \cdot \omega^2 + b \cdot \omega + c, \quad (3)$$

де  $a$ ,  $b$ ,  $c$  – сталі коефіцієнти, що визначаються за допомогою інтерполяційної формули Лагранжа:

$$a = \frac{M_{k, \min}}{A_{11}} + \frac{M_{k, \max}}{A_{12}} + \frac{M_{k, N}}{A_{13}},$$
$$b = \left[ \frac{(\omega_N + \omega_M) \cdot M_{k, \min}}{A_{11}} + \frac{(\omega_N + \omega_{\min}) \cdot M_{k, \max}}{A_{12}} + \frac{(\omega_{\min} + \omega_M) \cdot M_{k, N}}{A_{13}} \right],$$

$$c = \left( M_{\kappa, \min} \cdot \frac{\omega_M \cdot \omega_N}{A_{11}} + M_{\kappa, \max} \cdot \frac{\omega_N \cdot \omega_{\min}}{A_{12}} + M_{\kappa, N} \cdot \frac{\omega_{\min} \cdot \omega_M}{A_{13}} \right),$$

$$\text{де } A_{11} = \omega_{\min}^2 - \omega_{\min}(\omega_N + \omega_M) + \omega_N \cdot \omega_M; \quad A_{12} = \omega_M^2 + \omega_M(\omega_N + \omega_{\min}) + \omega_N \cdot \omega_{\min};$$

$$A_{13} = \omega_N^2 + \omega_N(\omega_M + \omega_{\min}) + \omega_M \cdot \omega_{\min};$$

$\omega_{\min}$ ,  $M_{\kappa, \min}$  – мінімальна стійка кутова швидкість колінчастого вала двигуна, рад/с, та крутний момент, Н·м, при цій кутовій швидкості;

$M_{\kappa, \max}$ ,  $\omega_M$  – максимальний крутний момент двигуна, Н·м, та кутова швидкість колінчастого вала двигуна, рад/с, що йому відповідає;

$M_{\kappa, N}$ ,  $\omega_N$  – крутний момент, Н·м, та кутова швидкість колінчастого вала двигуна, рад/с, що відповідають його максимальній потужності

$$\omega_{\min} = (0,3 \dots 0,4) \omega_N.$$

З урахуванням залежностей  $M_{\kappa} = f(\omega)$  та  $V = F(\omega)$  колову силу на ведучих колесах автомобіля традиційно записують [6]

$$P_{\text{кол},i} = A_i \cdot V^2 + B_i \cdot V + C_i, \quad (4)$$

$$\text{де } A_i = a \cdot \frac{U_i^3 \cdot \eta_m}{r_{\partial} r_{\kappa}^2}, \quad B_i = b \cdot \frac{U_i^2 \cdot \eta_m}{r_{\partial} \cdot r_{\kappa}}, \quad C_i = c \cdot \frac{U_i \cdot \eta_m}{r_{\partial}}, \quad (5)$$

де  $U_i$  – загальне передаточне число трансмісії автомобіля на  $i$ -ій передачі;  $\eta_m$  – коефіцієнт корисної дії трансмісії;  $r_{\partial}$  та  $r_{\kappa}$  – динамічний радіус та радіус кочення колеса, м.

Після визначення колової сили на ведучих колесах диференціальне рівняння руху автомобіля записують у вигляді

$$\frac{dV}{dt} \cdot M_a \cdot \delta_{\partial\partial} = A_i \cdot V^2 + B_i \cdot V + C_i - P_{\text{он}}(V, V^2) \pm G_a \cdot \sin \alpha \quad (6)$$

Рівняння (6) дозволяє визначити всі показники ТШВ (окрім середньої швидкості), як тих, які нормовані державними стандартами, так і тих, які рекомендовані різними дослідниками [1,5, інші].

Відповідно до нормативних документів, показники ТШВ визначають на прямолінійних ділянках дороги. Характеристики розгону визначають на горизонтальних ділянках дороги ( $\alpha = 0$ ). Тому, якщо позначити:

$$a_i = A_i - K_w F, \quad b_i = B_i - K_f M_a \cdot g, \quad c_i = C_i - f_0 \cdot M_a \cdot g,$$

де  $K_w$  – коефіцієнт обтічності, Н·с<sup>2</sup>/м<sup>4</sup>;  $F$  – площа проекції автомобіля на площину, перпендикулярну його поздовжній осі, м<sup>2</sup>;  $K_f$  – коефіцієнт, який враховує змінювання опору коченню залежно від швидкості;  $f_0$  – коефіцієнт опору коченню при швидкостях, близьких до нуля, то диференціальне рівняння руху записують у вигляді формули (2). Після розділу змінних та інтегрування правої і лівої частин рівняння (2) одержують вирази для розрахунку часу розгону автомобіля в діапазоні від початкової швидкості  $V_n$  до кінцевої  $V_{\kappa}$  [6]

$$\tau = M_a \cdot \delta_{об} \cdot \int_{V_n}^{V_k} \frac{dV}{a_i \cdot V^2 + b_i \cdot V + c_i} \quad (7)$$

Даний інтеграл є табличним і вирішується в залежності від знаку дискримінанта  $\Delta$ . При  $\Delta = b_i^2 - 4 \cdot a_i \cdot c_i < 0$ ,

$$\tau = \frac{2 \cdot M_a \cdot \delta_{об}}{\sqrt{-\Delta}} \operatorname{arctg} \frac{2 \cdot a_i \cdot V + b_i}{\sqrt{-\Delta}} \Big|_{V_n}^{V_k} \quad (8)$$

При  $\Delta > 0$  в літературі [6, інші] згадують два інші варіанти розв'язку:

$$\tau = \frac{M_a \cdot \delta_{об}}{\sqrt{\Delta}} \cdot \ln \left| \frac{2 \cdot a_i \cdot V + b_i - \sqrt{\Delta}}{2 \cdot a_i \cdot V + b_i + \sqrt{\Delta}} \right| \Big|_{V_n}^{V_k} \quad (9)$$

або

$$\tau = \frac{M_a \cdot \delta_{об}}{a_i(p-q)} \cdot \ln \left| \frac{V-p}{V-q} \right| \Big|_{V_n}^{V_k}, \quad (10)$$

де  $p$  та  $q$  – корені рівняння  $a_i \cdot V^2 + b_i \cdot V + c_i = 0$ .

Шлях розгону визначали, як рекомендовано в літературі [6, інші]:

$$S = \frac{1}{2a_i} \left\{ M_a \cdot \delta_{об} \cdot \ln \left| a_i \cdot V^2 + b_i \cdot V + c_i \right| \Big|_{V_n}^{V_k} - b_i \cdot \tau \right\} \quad (11)$$

Максимальне прискорення у процесі розгону автомобіля на заданій передачі для прийнятих даних визначали, як [6, інші]

$$j_{\max} = \frac{1}{M_a \cdot \delta_{об}} \cdot \left( c_i - \frac{b_i^2}{4 \cdot a_i} \right) \quad (12)$$

Сила тяги автомобіля визначається в заданих дорожніх умовах і при  $dV/dt = 0$  [6]. Тому диференціальне рівняння руху набуває вигляду

$$a_i \cdot V^2 + b_i \cdot V + c_i + P_z = 0 \quad (13)$$

Максимальну силу тяги автомобіля визначали відповідно до швидкості

$$V = - \frac{B_i - K_f \cdot M_a \cdot g}{2 \cdot (A_i - K_w \cdot F)} \quad (14)$$

і в цьому випадку вона визначалась

$$P_{\max} = C_i - f_0 \cdot M_a \cdot g - \frac{(B_i - K_f \cdot M_a \cdot g)^2}{4 \cdot (A_i - K_w \cdot F)} \quad (15)$$

Максимальну швидкість визначили шляхом розв'язку рівняння балансу потужності автомобіля, яке записується у вигляді [1, інші]

$$V_{\max}^3 K_w F + V_{\max}^2 K_f \cdot G_a + V_{\max} f_0 G_a - 1000 N_e \eta_m = 0, \quad (16)$$

де  $N_e$  – ефективна потужність двигуна, кВт.

Всі наведені показники ТШВ автомобіля КамАЗ-5320 під час роботи на ВПЕ визначено шляхом інтегрування диференційного рівняння руху автомобіля, яке записано формулою (2). При цьому, окрім вищезгаданих параметрів, у розрахунках прийнято такі дані технічної характеристики автомобіля КамАЗ-5320 [3]:  $K_w$  – коефіцієнт обтічності,  $K_w = 0,65 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^4$ ;  $F$  – площа проекції автомобіля на площину, перпендикулярну його поздовжній осі,  $F = 5,1 \text{ м}^2$ ;  $f_0$  – коефіцієнт опору коченню при швидкостях, близьких до нуля  $f_0 = 0,02$  (отримані дані для автомобіля КамАЗ-5320 у табл. 1).

Таблиця 1. Показники тягово-швидкісних властивостей автомобіля КамАЗ-5320 при роботі на різних видах палива

| Вид палива                   | Максимальна швидкість, м/с | Максимальна сила тяги, Н | Максимальне прискорення, м/с <sup>2</sup> | Шлях вибігу з 50 км/год, м | Час розгону до 60 км/год, с |
|------------------------------|----------------------------|--------------------------|-------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| Дизельне паливо              | 22,2                       | 49594                    | 0,798                                     | 740                        | 42                          |
| ВПЕ з концентрацією води 5%  | 21,8                       | 48874                    | 0,707                                     | 797                        | 44                          |
| ВПЕ з концентрацією води 10% | 21,3                       | 46718                    | 0,603                                     | 884                        | 47                          |
| ВПЕ з концентрацією води 20% | 20,9                       | 46012                    | 0,587                                     | 997                        | 51                          |

Аналіз табл. 1 показує, що суттєво показники ТШВ знижуються у випадку, якщо ВПЕ має концентрацію води більше 5%. На рис. 1 показано, у порівнянні, час розгону автомобіля КамАЗ-5320 на різних видах палива.

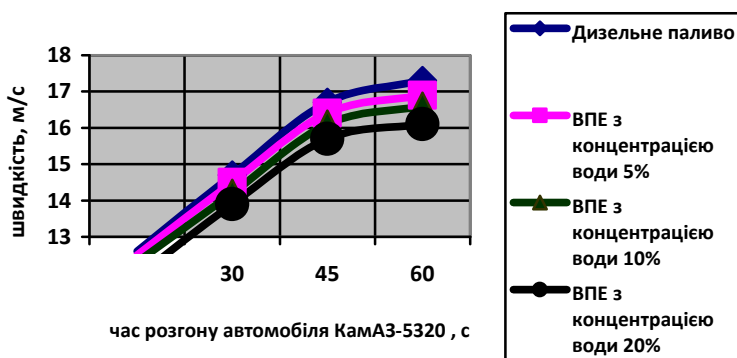


Рис. 1. Порівняння часу розгону автомобіля КамАЗ-5320 на різних видах палива

Попередньо порівняно отримані дані з продуктивності автомобіля КамАЗ-5320 під час роботи на ВПЕ з показниками продуктивності цього ж автомобіля на дизельному пальному (табл. 2) за допомогою моделі:

$$\begin{cases} z = p_1 \cdot x_1 + \dots + p_n \cdot x_n \\ x_1 + \dots + x_n \leq F \\ a_{11} \cdot x_1 + \dots + a_{1n} \cdot x_n \leq R_{a1} \\ a_{k1} \cdot x_1 + \dots + a_{kn} \cdot x_n \leq R_{ak} \\ 0 \leq x_1 \leq c_1 \cdot F \\ 0 \leq x_n \leq c_n \cdot F \end{cases}, \quad (17)$$

де  $z$  – цільова функція, яка визначає основний критерій оптимальності – максимізацію продуктивності автомобіля;  $p_1, \dots, p_n$  – продуктивність автомобіля на різному пальному;  $F$  – фонд часу експлуатації визначеної множини автомобілів;  $x_1, \dots, x_n$  – частина фонду часу  $F$ ;  $c_1, \dots, c_n$  – граничні обмеження часу експлуатації автомобіля на різному пальному;  $R_{a1}, \dots, R_{ak}$  – загальний енергетичний ресурс різних видів енергоджерел;

$\begin{pmatrix} a_{11}, \dots, a_{1n} \\ a_{k1}, \dots, a_{kn} \end{pmatrix}$  – загальна енергоємність різних видів палива, затрат праці і експлуатації.

Аналіз табл. 2 показує, що теоретично визначена середня продуктивність автомобіля КамАЗ-5320 при роботі на ВПЕ з концентрацією води 20% лише на 5% менша, аніж теоретична середня продуктивність роботи цього ж автомобіля на дизельному пальному. Але є необхідність у подальшому експериментальному підтвердженні адекватності теоретичного моделювання.

**Таблиця 2. Продуктивність автомобіля КамАЗ-5320  
під час роботи на різних видах палива**

| Вид палива                      | Енерго-<br>еквівалент<br>палива, МДж | Енерго-<br>затрати<br>експлуатації,<br>МДж | Середня<br>продуктив-<br>ність,<br>т/год. |
|---------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------|
| ВПЕ з концентрацією<br>води 20% | 1087,4                               | 8,3                                        | 8,9                                       |
| Дизельне пальне                 | 966,7                                | 7,9                                        | 9,4                                       |

### Висновки та перспективи подальших досліджень

1. Показники ТШВ автомобіля, який працює на ВПЕ, можна визначити шляхом розв'язку диференціального рівняння руху автомобіля.

2. Показники ТШВ автомобіля КамАЗ-5320 під час його роботи на ВПЕ суттєво знижуються, якщо ВПЕ має концентрацію води більше 5%.

3. У випадку, коли у якості палива для двигуна КамАЗ-740 використати ВПЕ з концентрацією води 20%, то зменшаться: максимальна швидкість автомобіля КамАЗ-5320 – на 7% та максимальна сила тяги цього ж автомобіля на 8%, а також збільшаться: шлях вибігу з 50 км/год на – 26% та час розгону до 60 км/год на 18%.

4. Є необхідність у подальшому експериментальному підтвердженні адекватності теоретичного моделювання.

## Література

1. Ємець Б. В. Покращення показників техніко-експлуатаційних властивостей транспортних засобів з газогенераторними установками : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : 05.22.02 / Б. В. Ємець. – К., 2008. – 20 с.

2. Иванов А. С. Водотопливная эмульсия для двигателей внутреннего сгорания / А. С. Иванов // Вестн. Московского гос. агроинж. ун-та им. В. П. Горячкина. – 2009. – № 4. – С. 66–67.

3. Медведков В. И. Автомобили КамАЗ-5320 и Урал-4320 / В. И. Медведков. – М. : ДОСААФ, 1981. – 334 с.

4. Морозов Л. С. Технический акт по определению топливно-мощностных и экологических характеристик двигателя КамАЗ-740 с применением водотопливной эмульсии в качестве топлива / Л. С. Морозов. – Санкт-Петербург, 1998. – 12 с.

5. Парсаданов И. В. Применение водотопливной эмульсии в автотракторном дизеле. Экологическая эффективность / И. В. Парсаданов // Двигатели внутреннего сгорания. – 2011. – № 2. – С. 118–121.

6. Автомобілі: тягово-швидкісні властивості та паливна економічність : навч. посібник / В. П. Сахно, Г. Б. Безбородова, М. М. Маяк, С. М. Шарай. – К. : Арістей, 2003. – 200 с.

7. Столярчук Л. В. Влияние способа подачи воды в цилиндр на экономичность и экологические показатели дизельного двигателя / Л. В. Столярчук, Е. Г. Черновец, А. Ю. Асанов // Двигателестроение. – 2008. – № 4. – С. 52–55.

8. Ceccarelli U. Metti l'emulsistem nel tuo motor / U. Ceccarelli // Tecnol. Serv. Pubbl. – 1987. – № 5. – P. 52–54, P. 58–59.

УДК 631.2:658.264

Н. М. Цивенкова

к. т. н.

А. А. Голубенко

Житомирський національний агроекологічний університет

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОПРОДУКТИВНОСТІ ПРЯМОПОТОКОВОГО ГАЗОГЕНЕРАТОРА НА СОЛОМІ

*Наведено результати лабораторних досліджень із визначення теплопродуктивності прямопотокового газогенератора на соломі за компонентним складом генераторного газу. Представлено методику визначення компонентного складу даного газу. Експериментальними дослідженнями обґрунтовані основні конструктивні параметри і режими роботи камери газоутворення прямопотокового газогенератора. Визначено умови, при яких теплопродуктивність газогенератора найвища. Досліджено вплив на теплопродуктивність газогенератора вологості соломи зернових, обсягу повітря, необхідного для процесу газоутворення, і діаметру кола встановлення фурм, зміна якого забезпечується переміщенням рухомих фурм в осьовому напрямку. За результатами дослідження, на основі системного аналізу, представлено рекомендації щодо розробки конструкції камери газоутворення і прямопотокового газогенератора, адаптованого до рослинної сировини, які дозволяють підвищити його теплопродуктивність.*

**Ключові слова:** теплопродуктивність, газогенератор, компонентний склад газу, діаметр кола встановлення фурм, режим газоповітряного дуття.

### Постановка проблеми

Газогенераторний процес і його стійкість значно залежать від техніко-експлуатаційних характеристик газогенераторного обладнання та фізико-механічних властивостей соломи, таких, як: зольність, насипна щільність, уявна щільність, кут природного ухилу, коефіцієнт тертя по металевих поверхнях конструкцій газогенератора, порозність, вологість та ін. [2–7]. Тому актуальними є питання попереднього підготування сировини до газифікації [2, 5, 10] та узгодження конструктивних параметрів газогенератора з режимом газоповітряного дуття [3, 4, 8, 9], що дозволить без значних конструктивних змін у спроектованому під соломі газогенераторі газифікувати інші види біомаси: кукурудзяні стержні і початки, полову соняшника, міскантус, деревину та ін., забезпечуючи при цьому максимальну теплопродуктивність обладнання з вихідної сировини.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Аналіз літературних джерел, присвячених питанням покращення фізико-механічних властивостей соломи шляхом виробництва на її основі брикет, пелет та паливних гранул показує, що вони є достатньо вивчені [1]. Однак ці

технологічні процеси є енергоємними і вартісними [1]. Авторами статті запропоновано новий спосіб попереднього підготування соломи до газифікації – виготовлення на її основі поліфракційних сумішей, що зробить її подальше використання у теплотехнічному обладнанні економічно вигіднішим.

У світовій літературі представлено безліч різних типів конструкцій газогенераторів, залежно від способу отримання і призначення генераторного газу, а також за типом газогенераторних установок, ступенем механізації і автоматизації робіт, видом сировини, що використовується [5]. У працях таких видатних учених М. П. Вознесенського, Л. К. Коллерова, І. С. Мезіна, В. В. Нікіфорова, Г. Імберта, Н. Э. Рамбуша, Г. Р. Тренклера та ін. [2–5, 7] основний акцент ставився на створення досконалих конструкцій газогенераторів під конкретний вид сировини і основних методах зниження початкової вологості даної сировини до меж, в яких експлуатація представленого газогенератора буде економічно обґрунтованою.

Авторами статті розроблено конструкцію камери газоутворення, де, залежно від вихідної вологості сировини, шляхом зміни діаметра кола встановлення фурм і встановленням відповідного режиму газоповітряного дуття, можна знизити енерговитрати на процес газоутворення і підвищити теплопродуктивність газогенератора [9]. Також у газогенераторі з такою камерою можна виробляти енергію з будь-якого виду біомаси, теплою згорання, близькою до соломи, без додаткових конструктивних змін, лише змінюючи осьове положення рухомих фурм. Пересвідчитися в ефективності конструкції такої камери газоутворення можна шляхом постановки лабораторного досліду з визначення складу отриманого генераторного газу та продуктивності газогенератора за теплом.

## **Мета, завдання і методика досліджень**

Метою і завданням дослідження є проведення спостережень за зміною теплопродуктивності газогенератора, залежно від зміни таких параметрів, як: діаметра кола встановлення фурм, вологості соломи, об'єму газоповітряного дуття, на основі чого отримати достовірні результати, що доводять або спростовують ефективність використання розробленої камери.

Дослідження проводилися з використанням газогенераторної установки ЖНАЕУ із застосуванням вимірювального обладнання лабораторій ЖНАЕУ та Інституту газу НАН України відповідно до прийнятої методики і галузевих стандартів. Обробка результатів досліджень виконана із застосуванням положень теорії ймовірності та математичної статистики, при цьому використано прикладні програми Statistica 6.1 та Wolfram Mathematica 9.0.

## **Результати досліджень**

Лабораторні досліді проводилися на експериментальній установці, принципова схема та загальний вигляд якої представлено у праці авторів [8]. В якості палива для газогенератора використовувалася подрібнена солома пшениці,



на основі якої складалася наступна поліфракційна композиція: циліндричні стебла довжиною близько 35 мм із потовщеннями із товщиною стінок 0,5 – 1,1 мм; циліндричні гладкі стебла довжиною 25 – 35 мм, із товщиною стінок 0,2 – 0,3 мм і зовнішнім діаметром близько 2 – 4 мм; сплюснені стебла довжиною 25 – 40 мм, із товщиною стінок 0,3 – 0,5 мм; більш крупні розщеплені стебла довжиною 10 – 30 мм, із товщиною стінок 0,15 – 0,25 мм; дрібні розщеплені стебла довжиною близько 8 мм і товщиною стінок 0,15 мм; вміст інших фракцій в суміші менше 3 %. Склад соломи з вмістом до сухої маси основних її компонентів такий: N=0,52 %, C=44,43 %, H=5,86 %, O=44,43 %, S=0,11%, зольність складає 6,5%.

На початку досліду солома-січка з вологістю  $W^p=10\%$  завантажувалася у бункер газогенератора і вироблявся газ. У процесі роботи, встановлений планом досліду послідовності, змінювали діаметр кола встановлення фурм, а потім об'єм повітря, що подається у камеру газоутворення, і визначали хімічний склад даного газу. Після закінчення цього досліду завантажувалася солома-січка з іншою вологістю і дослід повторювався. Досліди проводили для соломи-січки з різною вологістю в діапазоні 10 % – 30 % [8]. Витрати повітря  $V_{нов}$  і діаметр кола встановлення фурм  $D_{эф}$  змінювалися в діапазоні 34 – 46 м<sup>3</sup>/год і 272 – 340 мм [8], відповідно.

Для відбирання проб газу використовувалася піпетка неградуйована з двома одноходовими кранами на 500 мл за ТУ 14307481.004-93 (рис. 1, поз. 3), а визначення його складу здійснювалося за допомогою лабораторної установки (рис. 1) на базі двоканального хроматографа мод. Agilent 6890 N (номер Держресстру засобів вимірювальної техніки України – У-889-97).



**Рис. 1. Схема експериментальної установки для визначення складу генераторного газу:** 1 – двоканальний хроматограф мод. Agilent 6890 N; 2 – балон з газом-носієм (аргоном); 3 – скляна піпетка на 500 мл з досліджуванним газом; 4 – смішувач з насиченим водним розчином повареної солі; 5 – гумовий рукав для підведення водного розчину; 6 – гумовий рукав для введення проби газу у випаровувач хроматографа; 7 – затискач; 8 – манометр.

На початку дослідження калібрування детектора хроматографа здійснювалося еталонними паспортизованими газовими сумішами УКРЦСМ. Додаткове його калібрування, після виведення хроматографа 1 на робочий режим, здійснювалося сумішшю стиснутого повітря і газу-носія з балону 2.

Показання детектора виводилися на дисплей ПК у вигляді хроматографічних кривих, які ілюстрували залежність величини сигналу детектора від об'єму газу-носія (рис. 2).

Розрахунки за хроматографічними кривими здійснювалися за стандартизованою методикою. Площа кожного піка хроматограми пропорційна концентрації відповідного компонента. Оскільки швидкість газу-носія постійна, компоненти досліджуваного газу охарактеризовані об'ємом газу-носія, який пройшов від початку аналізу до моменту виходу піка. Температура колонки підтримувалася достатньо високою для того, щоб скоротити час проведення аналізу, і, одночасно, достатньо низькою для забезпечення необхідного розділення. Детектор реєстрував наявність кожного компонента і вимірював його кількість у потоці, що виходив з хроматографічної колонки.

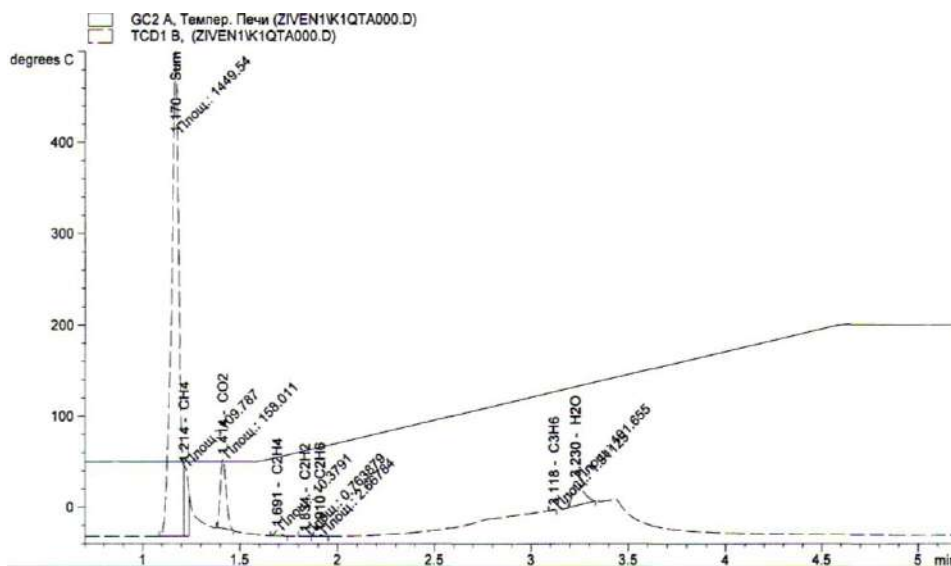


**Рис. 2. Результати хроматографічного аналізу генераторного газу**

При детектуванні за теплопровідністю в якості елемента з високою чутливістю використовувалася вольфрамова нитка з рутенієм, яка нагрівалася за допомогою постійного струму. Газ-носії, що безперервно протікав над нею, відводив теплоту з постійною швидкістю. Якщо у суміші з газом-носієм над нагрітою ниткою були присутні молекули досліджуваного генераторного газу, швидкість відведення теплоти змінювалася, змінюючи опір нитки. Дана зміна

реєструвалася самописцем хроматографа і виводилася на екран дисплея ПК у вигляді піку. Теплопередача від нагрітої нитки залежить від молекулярної ваги газу. Сигнал диференціального детектора пропорційний концентрації чи масовій швидкості компонента. Перед кожним наступним дослідом повторювалося калібрування детектора хроматографа еталонними паспортизованими газовими сумішами УКРЦСМ.

Нижча теплота згорання сухого генераторного газу  $Q_n^{zz}$  [Дж/м<sup>3</sup>] при 0 °С і 760 мм. ст. вод. визначалася відповідно до вимог ДСТУ ISO 15971:2014 за залежністю

$$Q_n^{zz} = 127,05 \cdot CO + 107,58 \cdot H_2 + 358,65 \cdot CH_4, \quad (1)$$

де  $CO$ ,  $H_2$ ,  $CH_4$  – об’ємний вміст зазначених компонентів у газі, %.

Нижча теплота згорання генераторного газу є необхідною на етапі визначення теплопродуктивності газогенератора як однієї з найважливіших експлуатаційних характеристик і пов’язана формулою

$$P_{Q_{2,2}} = Q_n^{zz} \cdot P_{V_{2,2}} \quad (2)$$

де  $P_{Q_{2,2}}$  – теплова продуктивність газогенератора, МДж/год;  $Q_n^{zz}$  – нижча теплота згорання сухого генераторного газу, Дж/м<sup>3</sup>;  $P_{V_{2,2}}$  – продуктивність газогенератора за газом, м<sup>3</sup>/год.

Продуктивність газогенератора становила 60–68 м<sup>3</sup>/год.

Встановлення зв’язку між незалежними факторами ( $D_{вф}$ ,  $V_{нов}$ ,  $W^p$ ) і залежним ( $P_{Q_{2,2}}$ ), визначення характеру даного зв’язку і вибір математичного рівняння для вираження існуючого зв’язку можливе лише шляхом проведення багатфакторного експерименту. Інтервали варіювання факторів такі: витрати повітря  $V_{нов}$  на процес газотворення складають 34, 40 і 46 м<sup>3</sup>/год; рівні варіювання вологості  $W^p$  соломи – 10, 20 і 30 %; рівні варіювання параметра  $D_{вф}$  – 272, 306 і 340 мм. Кодування факторів:  $D_{вф}=X_1$ ,  $W^p=X_2$ ,  $V_{нов}=X_3$ .

У результаті проведення лабораторних досліджень та їх математично-статистичної обробки отримано обсяг даних з теплопродуктивності газогенератора (табл. 1).

Таблиця 1. Матриця плану багатфакторного експерименту для визначення продуктивності  $P_{Q_{2,2}}$  газогенератора

| № | Методика планування експерименту |       |       |       | Результати експериментів |                |                |                   | Перевірка адекватності моделі |                                         |                                           |
|---|----------------------------------|-------|-------|-------|--------------------------|----------------|----------------|-------------------|-------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------|
|   | $X_0$                            | $X_1$ | $X_2$ | $X_3$ | $P_{Q_{2,2}1}$           | $P_{Q_{2,2}2}$ | $P_{Q_{2,2}3}$ | $P_{Q_{2,2} ср.}$ | $P_{Q_{2,2} ср.р.}$           | $(P_{Q_{2,2} ср.} - P_{Q_{2,2} ср.р.})$ | $(P_{Q_{2,2} ср.} - P_{Q_{2,2} ср.р.})^2$ |
| 1 | 2                                | 3     | 4     | 5     | 6                        | 7              | 8              | 9                 | 10                            | 11                                      | 12                                        |
| 1 | +                                | +     | +     | 0     | 377,73                   | 376,58         | 377,21         | 377,17            | 374,96                        | 2,21                                    | 4,87                                      |
| 2 | +                                | +     | –     | 0     | 421,60                   | 422,89         | 421,09         | 421,86            | 416,75                        | 5,11                                    | 26,10                                     |

Закінчення таблиці 1

| 1  | 2 | 3 | 4 | 5 | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     | 11    | 12    |
|----|---|---|---|---|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|
| 3  | + | – | + | 0 | 303,02 | 302,09 | 301,97 | 302,36 | 307,47 | –5,11 | 26,10 |
| 4  | + | – | – | 0 | 337,88 | 338,00 | 337,97 | 337,95 | 340,16 | –2,21 | 4,87  |
| 5  | + | 0 | 0 | 0 | 384,44 | 385,56 | 382,62 | 384,21 | 385,38 | –1,17 | 1,37  |
| 6  | + | + | 0 | + | 345,26 | 344,93 | 343,10 | 344,43 | 345,93 | –1,50 | 2,26  |
| 7  | + | + | 0 | – | 301,22 | 301,14 | 299,88 | 300,75 | 306,68 | –5,93 | 35,12 |
| 8  | + | – | 0 | + | 275,42 | 275,10 | 275,01 | 275,18 | 273,89 | 1,29  | 1,67  |
| 9  | + | – | 0 | – | 241,31 | 240,82 | 240,18 | 240,77 | 234,63 | 6,14  | 37,68 |
| 10 | + | 0 | 0 | 0 | 385,18 | 386,65 | 384,94 | 385,59 | 385,38 | 0,21  | 0,04  |
| 11 | + | 0 | + | + | 298,73 | 297,69 | 297,56 | 297,99 | 296,85 | 1,15  | 1,31  |
| 12 | + | 0 | + | – | 260,45 | 260,52 | 260,25 | 260,41 | 257,59 | 2,82  | 7,97  |
| 13 | + | 0 | – | + | 333,34 | 332,93 | 333,17 | 333,15 | 334,08 | –0,93 | 0,87  |
| 14 | + | 0 | – | – | 291,53 | 292,01 | 291,83 | 291,79 | 294,83 | –3,04 | 9,21  |
| 15 | + | 0 | 0 | 0 | 387,94 | 384,79 | 386,30 | 386,34 | 385,38 | 0,96  | 0,92  |

Коефіцієнти регресії:  $b_0=384,16$ ;  $b_1=35,99$ ;  $b_2=-18,35$ ;  $b_3=19,63$ ;  $b_{12}=-2,28$ ;  $b_{13}=2,32$ ;  $b_{23}=-0,95$ ;  $b_{11}=-14,94$ ;  $b_{22}=-9,39$ ;  $b_{33}=-78,94$ .

Рівняння регресії:

$$\Pi_{Q_{22}} = 384,16 + 35,99 \cdot D_{\text{вф}} - 18,35 W^P + 19,63 V_{\text{нов}} - 9,386 (W^P)^2 - 78,94 V_{\text{нов}}^2 \quad (3)$$

Графічне зображення вищезазначених залежностей представлено на рис. 3–5.

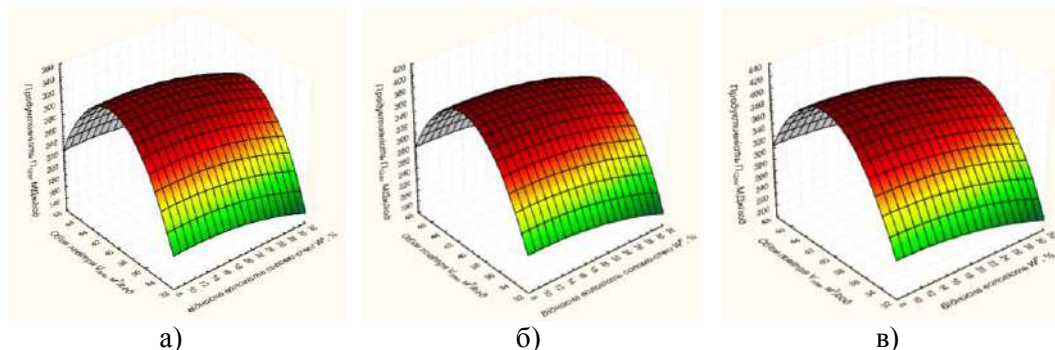


Рис. 3. Залежність продуктивності газогенератора  $\Pi_{Q_{22}}$  від вологості соломи  $W^P$  і об'єму повітря  $V_{\text{нов}}$ , що подається у камеру газотворення, при  $D_{\text{вф}}=272$  мм (а),  $D_{\text{вф}}=306$  мм (б),  $D_{\text{вф}}=340$  мм (в).

Як показують результати дослідів (рис. 3), при збільшенні об'єму повітря  $V_{\text{нов}}$ , що надходить у камеру газотворення, з 34 м³/год до 41 м³/год продуктивність газогенератора  $\Pi_{Q_{22}}$  зростає. Тенденція до збільшення параметра

$P_{Q_{22}}$  спостерігається на усіх трьох графічних залежностях (рис. 3а, 3б, 3в). Однак найвищі значення продуктивності відповідають діапазону, в якому об'єм повітря, що нагнітається у камеру, становить 39 – 42 м<sup>3</sup>/год, саме його було прийнято за раціональний дуттьовий режим для газогенератора на соломі-січці з вологістю 10 – 30 %.

Явище підвищення продуктивності пояснюється тим, що, збільшуючи подачу повітря у робочу зону камери, зростає об'єм кисню, який сприяє інтенсифікації протікання реакцій окислення вуглецю палива. Оскільки реакція окислення є ендотермічною, в активній зоні виділяється значна кількість теплоти, необхідної для створення СО – одного з основних горючих компонентів газу. Це, у свою чергу, сприяє підвищенню теплотворності генераторного газу і, як наслідок, теплопродуктивності газогенератора.

Але, при подальшому збільшенні об'ємів дуття понад  $V_{нов} > 42$  м<sup>3</sup>/год, теплова продуктивність  $P_{Q_{22}}$  газогенератора знижується, оскільки надлишкове повітря, проходячи через шар палива реакційної зони, охолоджує його, сприяючи створенню більшої кількості СО<sub>2</sub> замість СО, за рахунок винесення вуглецю палива з газом, який відбирається з газогенератора.

З рис. 4 видно, що, при збільшенні діаметра кола встановлення фурм  $D_{вф}$ , з 272 до 340 мм продуктивність  $P_{Q_{22}}$  газогенератора зростає, що обумовлено створенням кращих умов для протікання аеродинамічних процесів у камері газоутворення. Однак, надмірне збільшення цього параметра зумовлює порушення стабільності газогенераторного процесу. Спостерігається явище локалізації зон, де протікає процес газоутворення, і утворення зон непрогорання палива у центрі камери газоутворення. Як наслідок – підвищується вміст смол у газі. Для соломи-січки вологістю  $W^p = 30$  % за нормальних умов вміст смол склав близько 3 г/м<sup>3</sup>, вологи – 0,2 кг/м<sup>3</sup>.

Іншою вимогою, яка накладає обмеження на збільшення чи зменшення параметра  $D_{вф}$ , є забезпечення пропорційності відношення  $D_{вф}$  до  $d_z$ , як необхідне для створення умов протікання процесу крекінгу смол.

Зменшення діаметра кола встановлення фурм  $D_{вф}$  при сталих значеннях об'єму газів дуття  $V_{нов}$  і відносної вологості сировини  $W^p$  призведе до локалізації зони горіння у центрі камери газоутворення й утворення зон непрогорання сировини поблизу стінок камери газоутворення з подальшим зниженням температури в активній зоні, і, як наслідок, до зниження продуктивності газогенератора  $P_{Q_{22}}$ .

Отже, змінюючи такий регульований параметр, як діаметр кола встановлення фурм  $D_{вф}$ , можна змінювати продуктивність  $P_{Q_{22}}$  газогенератора залежно від вихідної вологості  $W^p$  соломи-січки при сталому значенні об'єму  $V_{нов}$  повітря.

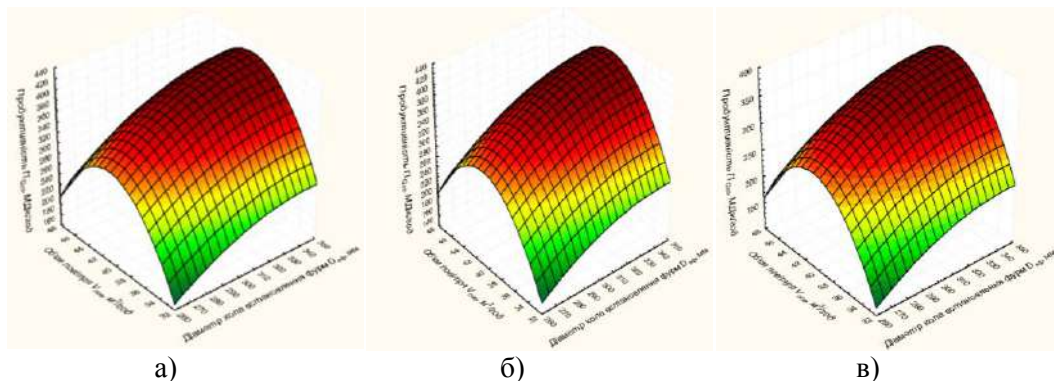


Рис. 4. Залежність продуктивності газогенератора  $P_{Q_{GZ}}$  від діаметра кола встановлення фурм  $D_{в.ф}$  і об'єму повітря  $V_{пов.}$ , що подається у камеру газоутворення при  $W^p=10\%$  (а),  $W^p=20\%$  (б),  $W^p=30\%$  (в).

Більшість робіт із попереднього підготування сировини до її використання в будь-якому теплотехнічному обладнанні зводиться до зниження її вологості до меж, де технологічний процес і обладнання, яке при цьому задіяне, є економічно обґрунтованими.

Так, наприклад, у нашому випадку нижнє значення вологості для соломи-січки складає 8 %. Цієї кількості вологи достатньо для утворення такого горючого компонента газу як  $H_2$ , і витрати на її підсушування відносно невисокі.

Для визначення верхнього значення вологості було проведено наступне дослідження. В якості палива для газогенератора використовувалася солома-січка вологістю 40 %. Бункер газогенератора додатково було оснащено конденсаційним пристроєм, а конструкція колосникової решітки передбачала коливальну решітку з ножами, розташовану в центрі іншої кільцевої решітки. Однак, задовільні технологічні характеристики роботи газогенератора не були забезпечені. Протягом вже першої години роботи газогенератора на соломі-січці вологістю 40 % і зольністю 6,5 % отримано вихід сухого газу  $v_c=1,4 \text{ м}^3/\text{кг}$  з теплою згорання  $Q_{H^{22}}=3,6 \text{ МДж/м}^3$  замість  $v_c=2,14 \text{ м}^3/\text{кг}$  і  $Q_{H^{22}}=6,14 \text{ МДж/м}^3$  при роботі на соломі-січці вологістю 8 %. Опір шару зріс з 8 Па до 25 Па через інтенсивне шлакоутворення, а теплопродуктивність газогенератора до кінця п'ятої години роботи з 394 МДж/год зменшилася до 151 МДж/год. Стійкість теплопродуктивності порушилася. Починаючи з 3-ї години роботи, потрібно було забезпечити періодичний рух коливальної решітки з ножами. Якщо порівнювати отримані дослідні дані з даними з виробництва генераторного газу з солом'яних брикетів і торфу зольністю 12 % вологістю 15 % з температурою плавлення золи понад 1300 °С, отриманими І. С. Мезіним [4], результати показують, що шлакоутворення при роботі на соломі-січці вологістю 40 % дещо вище (1,24 кг/год), ніж на солом'яних брикетах (1,13 кг/год) і менше, ніж на



торфі (3,14 кг/год) [4]. Однак, шлак соломи, порівняно з торфобрикетками, через низьку температуру розм'якшення і плавлення, має в'язку структуру і покриває поверхню палива, знижуючи його газопроникність. Шлак, змішуючись із паливом, зменшує можливість його проштовхування у нижню частину камери, тим самим поступово припиняючи роботу установки. У даному випадку, використання поліфракційної композиції з соломи-січки є набагато кращим, ніж брикетів на її основі, оскільки при шлакуванні солома-січка має більшу реакційну поверхню і вищий ступінь газопроникності. Отже, використання соломи-січки з вологістю більше 30 % недоцільно через високі втрати теплопродуктивності.

Якщо розглядати вплив вологості палива на експлуатаційні характеристики газогенератора, то при вологості 8 % тривалість розпалювання газогенератора складає біля 20 хв і 45 хв при вологості 30 % через витрати енергії на процес підсушування соломи безпосередньо в бункері газогенератора. Відповідно, нижча теплота згорання сухого генераторного газу при використанні соломи-січки з вологістю 30 % склала  $Q_{H^{2,2}} = 5,43$  МДж/м<sup>3</sup>, що майже в 1,2 раза менше за теплоту згорання газу з соломи-січки вологістю 8 % – 6,14 МДж/м<sup>3</sup>, а кількість сухого генераторного газу, отримана з кілограма соломи-січки, зменшилася при цьому в 1,3 раза і склала 1,65 м<sup>3</sup>/кг.

Графічні залежності (рис. 5) досить точно відображають характер зміни теплового режиму газогенератора при зростанні вологості  $W^p$  палива. Зростання вологості з 8 до 30 % призводить до зростання витрат теплоти на випаровування води з палива майже на 15 %, а подальше зростання її значення веде до різкого зниження температури у реакційній зоні і, як наслідок, до порушення стабільності газогенераторного процесу. Отже, межі вологості  $W^p = 8 - 30$  % є раціональними, а весь технологічний процес підготовки соломи-січки до використання в газогенераторі має забезпечувати доведення її вологості до зазначених меж.

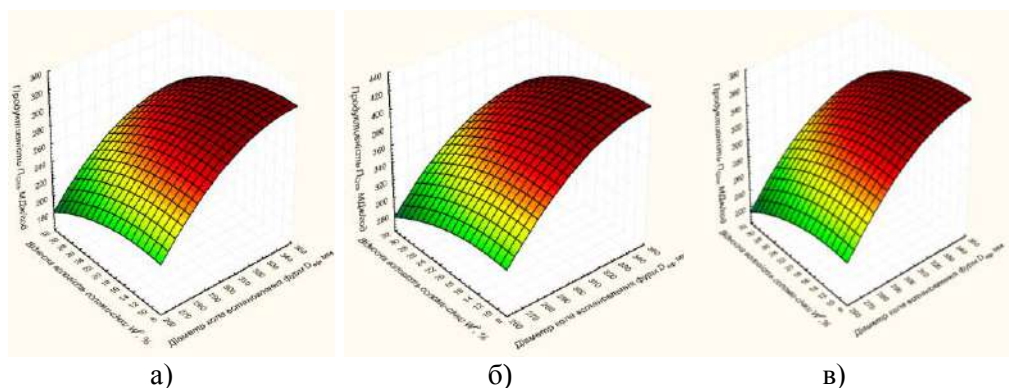


Рис. 5. Залежність продуктивності газогенератора  $P_{Q_{G2}}$  від діаметра кола встановлення фурм  $D_{в.ф}$  і вологості соломи  $W^p$  при  $V_{нов} = 34$  м<sup>3</sup>/год (а),  $V_{нов} = 40$  м<sup>3</sup>/год (б),  $V_{нов} = 46$  м<sup>3</sup>/год (в).

Однак, аналіз залежності (рис. 5) при фіксованих значеннях  $V_{нов}$  свідчить про менший вплив вологості  $W^p$  соломи-січки в діапазоні 8 – 30 % на продуктивність газогенератора  $P_{Q_{гг}}$ , ніж вплив  $D_{вф}$ . Максимальна продуктивність  $P_{Q_{гг}}$  газогенератора здебільшого, як вже зазначалося, залежить від поточного розташування рухомих фурм в активній зоні газогенератора, тобто від значення  $D_{вф}$ .

### Висновки та перспективи подальших досліджень

Узагальнивши вищезазначене, можна стверджувати, що:

- при збільшенні об'єму газоповітряного дуття  $V_{нов}$  з 34 до 41 м<sup>3</sup>/год показник теплопродуктивності газогенератора  $P_{Q_{гг}}$  зростає на 30 – 35 % і, навпаки, зменшується при подальшому збільшенні його значень до 46 м<sup>3</sup>/год. Отже, в діапазоні  $V_{нов}=39 - 42$  м<sup>3</sup>/год теплопродуктивність газогенератора  $P_{Q_{гг}}$  набуває максимального значення при відносній вологості соломи-січки пшениці  $W^p=8$  % і складає 340 – 425 МДж/год;

- при збільшенні  $D_{вф}$  з 272 до 340 мм  $P_{Q_{гг}}$  зростає на 22 – 24 % для зазначеної вологості соломи в межах дуттьового режиму  $V_{нов}=34 - 46$  м<sup>3</sup>/год;

- при збільшенні  $W^p$  з 10 до 30 % продуктивність  $P_{Q_{гг}}$  газогенератора зменшується на 12 – 15 % при дуттьовому режимі  $V_{нов}=34 - 46$  м<sup>3</sup>/год.

Зазначимо, що при вологості соломи-січки в межах 8 – 30 %, об'ємі газів дуття 39 – 42 м<sup>3</sup>/год і зміні діаметра кола встановлення фурм в діапазоні 272 – 340 мм отримано високі показники теплоти згоряння сухого генераторного газу 5,0 – 6,6 МДж/м<sup>3</sup>, а максимальної продуктивності газогенератора 425 МДж/год досягнуто при об'ємі дуття 40 м<sup>3</sup>/год, діаметрі кола встановлення фурм 340 мм і вологості соломи-січки 8 %.

На основі аналізу результатів досліджень можна зробити висновок, що виготовлення камери газоутворення зі змінним діаметром кола встановлення фурм (з рухомими фурмами, осьове положення яких можна змінювати у процесі роботи газогенератора та його налаштування) є цілком реальним і ефективним конструкторсько-технологічним прийомом, а забезпечення відповідного до вологості сировини режиму газоповітряного дуття дозволить отримувати високі за теплопродуктивністю показники газогенератора.

Метою подальших досліджень є вивчення впливу нерівномірності розподілу дрібнозернистих рослинних відходів по поверхні горіння на повноту вигорання палива і, як наслідок, на продуктивність газогенератора.

### Література

1. Біопалива (технології, машини і обладнання) / В. О. Дубровін, М. О. Корчемний, І. П. Масло [та ін]. – К. : ЦТІ “Енергетика і електрифікація”, 2004. – 256 с.

2. Коллеров Л. К. Газификация твердых топлив. Теория подобия и ее применение при исследовании газогенераторной установки / Л. К. Коллеров ; под ред. В. В. Никифорова. – М. ; Л. : Машгиз, 1952. – 72 с.



3. Коллеров Л. К. К вопросу расчета камеры газификации для мелкозернистого растительного топлива / Л. К. Коллеров // Тр. ЦНИДИ. – М. : Машгиз, 1950. – 24 с.

4. Мезин И. С. Влияние диаметра и высоты камеры газификации на химический состав газа / И. С. Мезин // Тр. науч.-эксперимент. и проект. ин-та автотранс. пром-ти. – 1941. – Вып. 40. – С. 156.

5. Мезин И. С. Транспортные газогенераторы / И. С. Мезин. – М. : Огиз Сельхозгиз, 1948. – 311 с.

6. Михеев А. П. Шлакообразующая способность топлива и его газификационные свойства / А. П. Михеев, Р. В. Пухликова, Т. Е. Ярослав. – М. : ВНИГИ, 1952. – 289 с.

7. Никифоров В. В. Газификация соломы / В. В. Никифоров. – М. : Машгиз, 1949. – 55 с.

8. Обґрунтування параметрів газогенератора, адаптованого до рослинної сировини / Л. В. Лось, О. Д. Муляр, С. М. Кухарець [та ін] // Вісн. ЖНАЕУ. – 2014. – № 2 (45), т. 4, ч. II. – С. 206–216.

9. Пат. 107219 Україна, МПК C10J 3/20, C10J 3/32, B01J 7/00, F23C 7/00. Спосіб формування зони горіння і газифікації та газогенератор для його здійснення / Цивенкова Н. М., Голубенко А. А. ; заявники і патентовласники Цивенкова Н. М., Голубенко А. А. – № а 2012 11797 ; заявл. 12.10.2012 ; дата публікації 10.12.2014, Бюл. № 23.

10. Особливості виробництва біопалива та отримання енергії в умовах агропромислового виробництва / Г. А. Голуб, С. М. Кухарець, В. О. Шубенко, Н. М. Бовсунівська // Техніка і технології АПК. – 2015. – № 2 (65). – С. 21–34.

УДК 620.91:662.63:662.767.2

Я. Д. Ярош

к. т. н.

Житомирський національний агроекологічний університет

## ПЕРСПЕКТИВИ ТА ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ СУШІННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАТЕРІАЛІВ

*У статті зроблено огляд сучасних підходів та технічних засобів для використання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) у процесах сушіння сільськогосподарських матеріалів (СМ). Проведено порівняльний аналіз техніко-економічної доцільності використання різних типів ВДЕ у процесах сушіння. Показано, що одними з найперспективніших напрямків використання ВДЕ у процесах сушіння сільськогосподарських матеріалів є використання піролізних установок та газогенераторів. Проведені дослідження доводять ефективність застосування біопалива у процесах післязбиральної доробки сільськогосподарської сировини. Встановлення раціональних конструктивно-технологічних параметрів та режимів роботи при сушінні, з позиції адаптації до наявної сировинної бази для піролізних установок та газогенераторів, потребує подальшого дослідження.*

**Ключові слова:** сушіння, сонячна енергія, тепловий адсорбер, піроліз, газифікація, біогаз.

3. Коллеров Л. К. К вопросу расчета камеры газификации для мелкозернистого растительного топлива / Л. К. Коллеров // Тр. ЦНИДИ. – М. : Машгиз, 1950. – 24 с.

4. Мезин И. С. Влияние диаметра и высоты камеры газификации на химический состав газа / И. С. Мезин // Тр. науч.-эксперимент. и проект. ин-та автотранс. пром-ти. – 1941. – Вып. 40. – С. 156.

5. Мезин И. С. Транспортные газогенераторы / И. С. Мезин. – М. : Огиз Сельхозгиз, 1948. – 311 с.

6. Михеев А. П. Шлакообразующая способность топлива и его газификационные свойства / А. П. Михеев, Р. В. Пухликова, Т. Е. Ярослав. – М. : ВНИГИ, 1952. – 289 с.

7. Никифоров В. В. Газификация соломы / В. В. Никифоров. – М. : Машгиз, 1949. – 55 с.

8. Обґрунтування параметрів газогенератора, адаптованого до рослинної сировини / Л. В. Лось, О. Д. Муляр, С. М. Кухарець [та ін] // Вісн. ЖНАЕУ. – 2014. – № 2 (45), т. 4, ч. II. – С. 206–216.

9. Пат. 107219 Україна, МПК C10J 3/20, C10J 3/32, B01J 7/00, F23C 7/00. Спосіб формування зони горіння і газифікації та газогенератор для його здійснення / Цивенкова Н. М., Голубенко А. А. ; заявники і патентовласники Цивенкова Н. М., Голубенко А. А. – № а 2012 11797 ; заявл. 12.10.2012 ; дата публікації 10.12.2014, Бюл. № 23.

10. Особливості виробництва біопалива та отримання енергії в умовах агропромислового виробництва / Г. А. Голуб, С. М. Кухарець, В. О. Шубенко, Н. М. Бовсунівська // Техніка і технології АПК. – 2015. – № 2 (65). – С. 21–34.

УДК 620.91:662.63:662.767.2

Я. Д. Ярош

к. т. н.

Житомирський національний агроєкологічний університет

## ПЕРСПЕКТИВИ ТА ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ СУШІННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАТЕРІАЛІВ

*У статті зроблено огляд сучасних підходів та технічних засобів для використання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) у процесах сушіння сільськогосподарських матеріалів (СМ). Проведено порівняльний аналіз техніко-економічної доцільності використання різних типів ВДЕ у процесах сушіння. Показано, що одними з найперспективніших напрямків використання ВДЕ у процесах сушіння сільськогосподарських матеріалів є використання піролізних установок та газогенераторів. Проведені дослідження доводять ефективність застосування біопалива у процесах післязбиральної доробки сільськогосподарської сировини. Встановлення раціональних конструктивно-технологічних параметрів та режимів роботи при сушінні, з позиції адаптації до наявної сировинної бази для піролізних установок та газогенераторів, потребує подальшого дослідження.*

**Ключові слова:** сушіння, сонячна енергія, тепловий адсорбер, піроліз, газифікація, біогаз.

## Постановка проблеми

Наразі ВДЕ (біомаса, гідроенергетика, геліоенергетика, вітрова, енергія моря та ін.) забезпечують близько 17% від світової потреби в енергії [1]. З аналізу даних таблиці 1 [1] виходить, що використання ВДЕ в найближчі десятиліття буде тільки зростати, що обумовлено, з одного боку, необхідністю зменшувати негативний вплив на оточуюче середовище та, з іншого боку, економічною й соціальною доцільністю.

На тлі енергетичної кризи в Україні сучасні економічні реалії спонукають сільськогосподарське виробництво шукати шляхи до зменшення використання викопних видів палива, зокрема вугілля, мазуту, природного газу. Цього можна досягти підвищуючи енергетичну ефективність технологічних процесів у сільськогосподарському виробництві на основі використання ВДЕ.

## Аналіз останніх досліджень і публікацій

Сушіння СМ необхідне для зберігання та/або переведення у напівфабрикат продукції з метою подальшого використання у виробництві.

Сушіння є досить енергоємним процесом, наприклад, для досушування пров'яленої трави до кондиційної вологості необхідно витратити до 30...50 кВт·год енергії на тонну сіна [2]. Затрати на доведення зерна до кондиційної вологості (15%) сягають 30–70% від усіх енергетичних затрат післязбиральної обробки зерна. Така висока енергоємність процесів сушіння значно впливає на кінцеву вартість отриманої сільськогосподарської продукції [3].

В Україні щорічні потреби у паливно-енергетичних ресурсах тільки 45 % за рахунок власного виробництва та видобутку [4]. Тому використання біоенергетичних ресурсів, отриманих безпосередньо у ході сільськогосподарської діяльності, дає змогу частково замінити покупні енергоресурси. Таким чином використання ВДЕ може стати фактором економічної стабільності країни.

В останні роки у багатьох країнах світу активно розвивають технології та технічні засоби для сушіння СМ з використання сонячної енергії [5]. Сушіння СМ є одним з найбільш ефективних напрямків використання сонячної енергії у сільському господарстві [2]. Але для встановлення техніко-економічної доцільності використання геліосушарок необхідно провести комплексний порівняльний аналіз з використанням інших ВДЕ. Тому нині ефективне використання ВДЕ для процесів сушіння СМ потребує подальшого вивчення.

## Мета, завдання та методика досліджень

Метою даного дослідження є оцінка нинішнього стану та обґрунтування перспективних напрямків розвитку сушарок для сушіння СМ, у яких в якості джерела теплоти використовуються ВДЕ.

Для досягнення поставленої мети необхідно проаналізувати світовий досвід використання ВДЕ для сушіння. На основі аналізу стану енергетичного сектора України встановити, які типи ВДЕ є найбільш ефективними для сушіння СМ в умовах нашої країни.

У процесі досягнення мети дослідження використовувалися такі методи як абстрактно-логічний, аналізу і синтезу для визначення проблем ефективного використання ВДЕ у сушінні СМ.

### Результати досліджень

#### *Використання сонячної енергії для сушіння СМ*

Використання сонячної енергії у світі постійно зростає (таблиця 1) [1].

Найкращі результати в організації сушіння за рахунок сонячної енергії досягнені в ефективному поєднанні засобів для нагромадження сонячної енергії (геліоколекторів) з засобами для акумуляції сонячної енергії (тепоакумуляторами) [5–11].

В роботі [2] був розроблений та досліджений геліоколектор з концентратором сонячної енергії який складається з дзеркальних пластин параболічної форми, котрі закріплені на спеціальному каркасі (рис.1.).

Аналіз результатів роботи [2] показав, що використання концентратора сонячної енергії дозволило для даного типу геліоколектора підвищити вихідну потужність приблизно на 60 % – до 2,25 кВт при інтенсивності сонячної радіації 730 Вт/м<sup>2</sup>. Середня температура підігріву повітря при цьому знаходилась у межах 7,5...15°C, подача повітря – 150...550 м<sup>3</sup>/год.

Таблиця 1. Глобальний сценарій генерування ВДЕ

|                                                        | 2001   | 2010   | 2020   | 2030   | 2040   |
|--------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Загальне споживання (еквівалент млн тонн нафти)        | 10,038 | 10,549 | 11,425 | 12,352 | 13,310 |
| біомаса                                                | 1080   | 1313   | 1791   | 2483   | 3271   |
| гідроенергетика                                        | 22.7   | 266    | 309    | 341    | 358    |
| геотермальна енергія                                   | 43.2   | 86     | 186    | 333    | 493    |
| мала гідроенергетика                                   | 9.5    | 19     | 49     | 106    | 189    |
| Вітрова енергетика                                     | 4.7    | 44     | 266    | 542    | 688    |
| Геліотермічна енергетика                               | 4.1    | 15     | 66     | 244    | 480    |
| Фотоелектрична енергетика (Photovoltaic)               | 0.1    | 2      | 24     | 221    | 784    |
| Використання енергії моря (енергія припливів та хвиль) | 0.1    | 0.4    | 3      | 16     | 68     |
| Геліотермоелектрична енергетика                        | 0.05   | 0.1    | 0.4    | 3      | 20     |
| Використання ВДЕ (%)                                   | 13.6   | 16.6   | 23.6   | 34.7   | 47.7   |

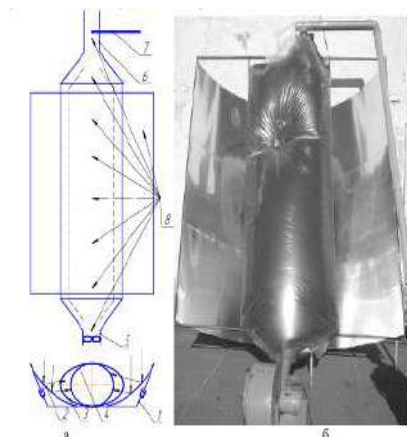


**Рис. 1. Геліоколектор з концентратором сонячної енергії:**

- а) схема геліоколектора з парабоциліндричним концентратором; б) зовнішній вигляд геліоколектора 1 – каркас; 2 – парабоциліндричний концентратор; 3 – прозора плівка; 4 – чорна плівка; 5 – вентилятор; 6 – вихідний патрубок; 7 – анемометр; 8 – датчики температури [2]

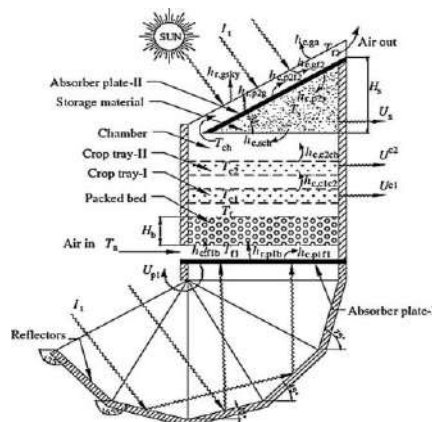


**Рис. 2. Схематичне зображення зворотнього поглинач з теплоакумулятором та використанням природної конвекції агента сушки [8].**

У роботі [8] представлено аналітичну модель геліосушарки, котра має зворотній геліоколектор та теплоакумулятор (рис.2.). Дана модель дозволила зробити висновок про ефективність зворотних геліоколекторів в сушарці з природним конвективним рухом повітря.

Основні типи сушарок, у котрих теплоносії нагрівається накопиченою сонячною енергією, відображені на рисунку 3.

Можна виділити чотири основних типи сушарок у котрих використовується сонячна енергія:

- сушарки прямої дії (безпосереднє нагрівання матеріалу сонячним промінням, рисунок 3,а);
- сушарки непрямої дії (сонячне проміння нагріває тепловий адсорбер, котрий нагріває повітря, що є агентом сушки, рисунок 3б);
- комбіновані сушарки (поєднання сушарок прямої і непрямої дії, рисунок 3в,г);

- гібридні сушарки (нагрівання агента сушки реалізується як сонячною енергією, так і теплом від спалювання біопалива у спеціальній топці).

При температурі навколишнього середовища близько 30°C сонячний колектор (рис.3б) поглинає 118 Вт·м<sup>-2</sup> енергії, теплоаккумулятор (каміння з теплоємністю 0,81 кДж/кг·К) здатен акумулювати 1.1 кВт·год теплової енергії. Ефективність теплової акумуляції такої системи становить близько 22%.

Досліджена в роботі [6] сушарка (рис.3в,г) може працювати як у сонячні години, так і вночі за рахунок акумульованої енергії. Використання дзеркал для спрямування сонячних променів у даній сушарці дозволило при інших рівних умовах підвищити температуру теплоносія на 10% та ефективність роботи даної сушарки на 20%, що призвело до скорочення часу сушіння зеленого горошку на 2 години.

Аналіз сушарок прямої дії чітко показує, що їх використання доцільне лише в невеликих підсобних господарствах через їх малу продуктивність. Подальший розвиток сушарок сприяв створенню сушарок непрямої дії (рис.3, б, в, г). Такі сушарки мають значно вищу продуктивність і можуть бути використані як в сонячні години, так і нічні.

З проведеного аналізу результатів робіт [2,3,5–14], присвячених розробці сушарок для сільськогосподарських матеріалів, у яких нагрівання сушильного агента відбувається за рахунок накопиченої сонячної енергії, можна зробити декілька висновків:

- сушіння СМ є одним з найбільш ефективних напрямків використання сонячної енергії у сільському господарстві;

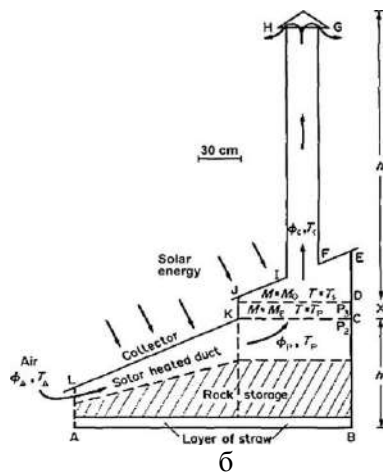
- розвиток геліосушарок напряму залежить від розвитку сучасних геліоколекторів та низькотемпературних теплоаккумуляторів;

- наразі знайшла доцільне техніко-економічне використання невелика кількість геліосушарок, переважно – це сушарки гібридного типу, з додатковою топкою для спалювання палива, але більшість розробок таких сушарок носять концептуальний характер;

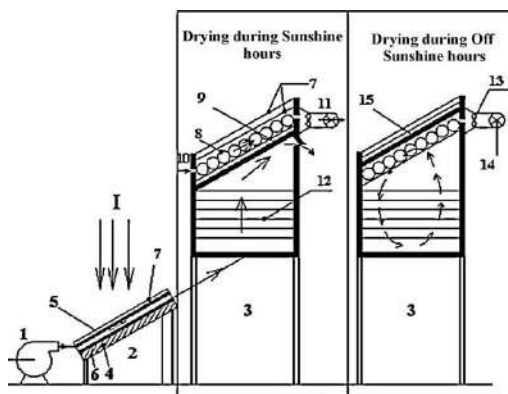
- використання таких сушарок нині є економічно доцільним для країн, котрі мають рівень сонячної радіації в діапазоні 4–7 кВт·м<sup>-2</sup>, а також більше 250-270 сонячних днів. Даний факт обмежує використання таких систем в Україні.



а



б



в



г

**Рис. 3. Найбільш широко використовувані типи сучасних сушарок із нагріванням сушильного агента за рахунок сонячної енергії:**

а – сушарка для насіння сільськогосподарських зернових культур прямої дії [5]; б – сушарка побудована на основі конвективних потоків теплоносія від теплоаккумуляторів [6]; в, г – схема та сушарка сушарка з ресиверним адсорбером і теплоаккумулятором [6], де 1) вентилятор, 2) плоский сонячний колектор, 3) сушильна камера, 4) ізоляція, 5) амортизаційна плита, 6) нижня плита, 7) прозора кришка, 8) десиканта, 9) фанера, 10) повітрязбірник, 11) повітроходи, 12) сушильні лотки, 13) реверсивний вентилятор, 14) клапан, 15) фанера.

## *Сушарки з використання теплоти горіння біомаси для нагрівання сушильного агента*

З аналізу таблиці 1 випливає, що найбільш широковикористовуваним ВДЕ наразі є біомаса. Згідно з представленою у роботі [1] енергетичного сценарію, використання біомаси буде зростати в найближчі десятиліття.

В Україні щорічно сільським господарством продукується близько 15-20 млн т залишків сільськогосподарських культур (залишки соломи та стебел основних культур), які можна використовувати в якості біопалива [15].

*Спалювання біомаси у топках.* В Україні та за кордоном топки для спалювання біомаси, потужність яких становить зазвичай 2 ... 500 кВт, знайшли широке застосування і використовуються у сільськогосподарських процесах [16]. Такі топки достатньо механізовані, зокрема, передбачено механізоване завантаження палива, примусове його переміщення по колосникових ґратах, очищення теплообмінних труб повітрянагрівача, а топка має камери згоряння і допалювання летючих компонент.

Широке поширення в Італії отримали теплогенератори фірми «Гарібальді» [16], які призначені для спалювання лушпиння, відходів очищення рису, соломи, стрижнів качанів кукурудзи, тріски тощо. Ці повітрянагрівачі ефективно використовуються як для обігріву приміщень, так і у сільськогосподарських процесах. Вони розроблені у двох модифікаціях:

- для непрямого нагрівання повітря у теплообміннику; нагрівається повітря яке є чистим і може використовуватися для сушіння зерна та харчових продуктів;
- для прямого нагрівання повітря у системі «топкові гази - повітря»; нагріте повітря містить топкові гази, механічно очищені від газу і пилу, і може використовуватися для сушки продуктів для технічних цілей.

У сфері післязбиральної обробки сільськогосподарської продукції - сушінні – використовують цілу гаму сушарок різної потужності: від 0,8 до 2,0 МВт. Для агрегування зі зазначеними сушарками в даний час використовують рідкопаливні теплогенератори ВПТ-400, ВПТ-600, ТГ-1,5, ТГ-0,75, ТГ-2,5, ТГ-3,5, ТАУ-0,75, ТАУ-1,5 й інші. Аналіз даних технічної характеристики зазначених теплогенераторів показує, що для того щоб закрити потребу сушарок сільськогосподарського призначення в джерелах тепла достатньо мати три типорозміри топкового пристрою потужністю 0,3 ... 0,7; 0,8 ... 1,2 і 1,3 ... 2,2 МВт.

*Піроліз біомаси.* Наразі одним з найбільш перспективних напрямків енергетичного використання біомаси є реалізація процесу піролізу [17–18]. Так, при термохімічній конверсії (піролізі) витрати на забезпечення протікання самого процесу становлять не більше 5% від теплотворної здатності одержуваних енергетичних продуктів. У той же час, наприклад, енергетичні витрати на підтримку процесу біогазової технології можуть досягати 70% від теплотворної здатності виробленого біогазу.



Більш висока ефективність піролізних теплогенераторів, порівняно з традиційними топковим агрегатами і твердопаливними котлами, визначається такими факторами:

- просторове розділення загального процесу, при якому в камері термічного розкладання біомаси в умовах нестачі кисню утворюється піролізний газ, а окремій камері – змішання кисню повітря з виділом піролізним газом забезпечує процес його горіння при високій температурі;

- піролізний газ у процесі згоряння взаємодіє з активним вуглецем, внаслідок чого продукти згорання на виході з теплогенератора практично не містять шкідливих домішок, будучи, в основному, сумішшю вуглекислого газу і водяної пари.

В Україні на підприємстві «Глобал Технолоджі» створений і запатентований [17] теплогенератор піролізного типу, котрий може бути використаний для сушіння сільськогосподарських матеріалів. Принципова схема даного піролізного теплогенератора показана на рисунку 5.

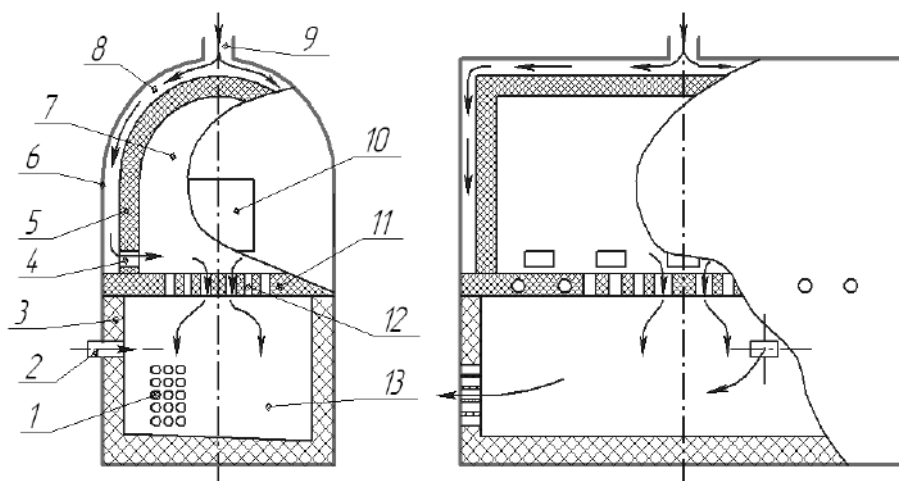


**Рис. 5. Теплогенератор піролізного типу [17]**

1 – канал для продуктів згорання, котрі йдуть на теплоспоживання; 2 – канал для управління процесом горіння; 3 – футерування; 4 – канали для проходження повітря; 5 – футеровка камери згорання; 6 – обшивка кожуха; 7 – камера газогенерації; 8 – порожнина для підігріву; 9 – патрубок для подачі зовнішнього повітря; 10 – завантажувально-розвантажувальний люк; 11 – піролізна плита; 12 – канали для проходження піролізного газу; 13 – камера згорання;

Аналіз результатів роботи [17] показав, що витрата електроенергії «на власні потреби» становить не більше 15 кВт·год на 2 МВт·год теплоти, що генерується в установці.

У даному теплогенераторі піролізного типу викиди вуглекислого газу і оксидів азоту в 2,5–3 рази менше порівняно з рівнем таких викидів в установках традиційного спалювання біопалива.

*Газифікація біомаси.* Широке використання наразі має технологія газифікації біомаси з подальшим спалюванням газу у топочних пристроях теплових агрегатів. Термохімічна газифікація – процес часткового окислення вуглецевої сировини з отриманням газоподібного енергоносія – синтетичного (генераторного) газу. Робочий діапазон температур процесу – 800–1300°C. Відмінність газифікації біомаси від процесу піролізу полягає в термічній оптимізації для одержання високого виходу вуглецю і енергії в газовій фазі. До складу одержуваного газу входять водень ( $H_2$ ), окис вуглецю (CO), метан ( $CH_4$ ), двоокис вуглецю ( $CO_2$ ), а також вуглеводневі сполуки більш високого порядку ( $C_2+$ ), пари води, азот та різні домішки [19–21].

Наразі найпоширенішою схемою газифікації біомаси є повітряна газифікація. Поширеність даного способу пов'язана з простотою технологічної реалізації газифікації. При реалізації повітряної газифікації основним продуктом процесу є низькокалорійний (НК) синтетичний газ з вищої теплотворною здатністю 4–6 МДж/м<sup>3</sup>, придатний для спалювання у топках (котлах) сушильних та інших теплових агрегатів. Низька теплотворна здатність такого газу пояснюється наявністю значної кількості азоту – до 50%. Такий газ внаслідок низької енергетичної щільності, не придатний для транспортування по трубопроводах, і найбільш раціональним використанням є місцеве спалювання. При проведенні газифікації у присутності кисню виходить середньокалорійний (СК) газ (10–18 МДж/м<sup>3</sup>), котрий є обмежено придатний для транспортування по трубопроводах. Більш калорійний газ (18–20 МДж/м<sup>3</sup>) може бути отриманий шляхом парової газифікації [20].

Наразі розроблено та впроваджено значну кількість різних варіацій газифікації біомаси [19–21]. Умовно можна виділити процеси газифікації в нерухомому шарі (газифікація у низхідному, висхідному й поперечному потоці газу) та рухомому шарі (псевдо киплячий стан). Процеси газифікації в псевдо-розрідженому стані мають ряд переваг: більш широкий асортимент сировини, вища швидкість процесу. З іншого боку, схеми газифікації у псевдо-розрідженому стані вимагають відповідного механічного подрібнення сировини та додаткового обладнання для контролю процесу. Багато досліджень щодо використання виробництва та біологічних видів палива в аграрному виробництві проведено в Житомирському національному агроекологічному університеті [22–24], проведені дослідження доводять ефективність застосування біопалива у процесах післязбиральної доробки сільськогосподарської сировини

## Висновки та перспективи подальших досліджень.

1. Використання ВДЕ у сільськогосподарському виробництві, зокрема і для сушіння, є одним із ключових напрямків розвитку АПК України.

2. Геліосушарки можуть ефективно використовуватися в літню пору року, але для ефективного промислового їх використання необхідні умови: рівень сонячної радіації в діапазоні 4–7 кВт·м<sup>-2</sup> протягом 250–270 днів року, що обмежує використання геліосушарок у кліматичних умовах України.

3. Використання піролізних установок в сушильних агрегатах дозволяє реалізувати тепло- та масопередачу безпосередньо між продуктами згорання біомаси й висушуванням матеріалом без забруднення останнього. Відомі розробки компактних піролізних установок із тепловою потужністю порядку 2 МВт·год, котрі можуть ефективно використовуватися для сушіння сільськогосподарських матеріалів. Але встановлення раціональних конструктивно-технологічних параметрів та режимів роботи піролізних установок у сушильних агрегатах потребує подальшого вивчення.

4. Перспективним напрямком використання біомаси є її газифікація, котра дозволяє продукувати біогаз калорійністю 18–20 МДж /м<sup>3</sup>, але виробництво висококалорійного газу вимагає використання відносно складної технологічної схеми та окремо пристроїв для спалювання. Даний факт із позиції використання газифікації для одержання та використання біогазу з метою сушіння сільськогосподарських матеріалів, значно збільшує металоємкість сушильних агрегатів порівняно з піролізними установками.

5. Таким чином, можна виділити декілька перспективних напрямків використання ВДЕ для сушіння сільськогосподарських матеріалів в умовах Поліського регіону: використання піролізних установок та газогенераторів. Але встановлення раціональних конструктивно-технологічних параметрів та режимів роботи при сушінні, з позиції адаптації до наявної сировинної бази для піролізних установок та газогенераторів, потребує подальшого дослідження.

## Література

1. Panwara, N. L. Role of renewable energy sources in environmental protection / N. L. Panwara, S. C. Kaushik, K. H. Surendra // Renewable and Sustainable Energy Review. – 2011. – № 5. – P. 1513–1524.
2. Гарькавий А. Д. Використання сонячних теплогенераторів для сушіння сільськогосподарської продукції / А. Д. Гарькавий, П. Г. Завальнюк // Енергозбереження в будівництві. – 2009. – № 2. – С. 135–139.
3. Гапонюк І. І. Зменшення енергозатрат вітчизняних зерносушарок / І. І. Гапонюк // Харчова промисловість. – 2011. – № 10. – С. 112–116.
4. Мельник С. І. Стан та перспективи розвитку біоенергетики в АПК України / С. І. Мельник // Вісн. Житомир. нац. агрокол. ун-ту. – 2014. – № 2. – С. 162–169.

5. Review of solar dryers for agricultural and marine products / A. Fudholi, K. Sopian, M. H. Ruslan [et al.] // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – 2010. – № 14. – P. 1–30
6. Lalit M. B. Solar dryer with thermal energy storage systems for drying agricultural food products: A review / M. B. Lalit, S. Santosh, S. N. Naik // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – 2010. – № 14. – P. 2298–2314.
7. History: Energy Information Administration (EIA), International Energy Annual 2003 [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: [www.eia.doe.gov/iea/](http://www.eia.doe.gov/iea/).
8. Jain D. Modeling the performance of the reversed absorber with packed bed thermal storage natural convection solar crop dryer / D. Jain // *Journal of Food Engineering*. – 2007. – V. 78. – P. 637–647.
9. Comparison of Various Solar Drying Systems for Grapes Raisin Making / R. R. Narkar, N. D. Misal, P. M. Dr. Pawar, D. A. Kulkarni // *International Journal Of Advances in Engineering and Management (IJAEM)*. – 2014. – № 1. – P. 1–8.
10. Garga N. K. Energy efficiency in building envelopes through ground integration / N. K. Garga, T. Oreszczyna // *Solar Energy*. – 1994. – V. 53. – P. 427–430.
11. Akwasi A. Dehydration of food crops using a solar dryer with convective heat flow / A. Akwasi // *Solar Energy*. – 1997. – № 59. – P. 121–126.
12. Купреенко А. И. Экономическая эффективность барабанной гелиосушки зерна / А. И. Купреенко, Х. М. Исаев, Е. М. Байдаков // *Вестн. БГСХА*. – 2012. – № 5. – С. 41–43.
13. Ashish A. A review of research and development work on solar dryers with heat storage / A. Ashish, R. M. Sarviya // *International Journal of Sustainable Energy*. – 2014. – V. 14. – P. 1–25.
14. Ekechukwu O. V. Review of solar-energy drying systems I: an overview of drying principles and theory / O. V. Ekechukwu // *Energy Conversion & Management*. – 1999. – V. 40. – P. 593–613.
15. Ярош Я. Д. Особливості переробки соломи на тверде біопаливо в умовах сільськогосподарського виробництва / Я. Д. Ярош, В. В. Кухарець, В. К. Палійчук // *Вісн. Житомир. нац. агроєкол. ун-ту*. – 2014. – № 2, т. 4, ч. 1. – С. 305–312.
16. Курбанов К. К. Обоснование параметров и разработка топки на растительных отходах для зерносушилок сельскохозяйственного назначения : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Курбанов Курбан Курбанович. – М., 2000. – 219 с.
17. Братута Э. Г. Перспективы использования топочных агрегатов пиролизного типа / Э. Г. Братута, А. Р. Семеней // *Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит*. – 2010. – № 4 (74). – С. 5–13.

18. Modeling of Radiative Heat Transfer in 2D Complex Heat Recuperator of Biomass Pyrolysis Furnace: A Study of Baffles Shadow and Soot Volume Fraction Effects / M. A. Ammar, G. Kamel, M. N. Borjini [et al.] // International Journal of Physical, Nuclear Science and Engineering. – 2014. – № 8. – P. 119–129.

19. Kurchania A. K. Design and performance evaluation of biogas stove for community cooking application / A. K. Kurchania, N. L. Panwar, P. D. Savita // International Journal of Sustainable Energy. – 2010. – V. 29. – P. 116–123.

20. Современные методы газификации биомассы / Д. Л. Рахманкулов, Ф. Ш. Вильданов, Ф. Н. Латыпова, Ф. Н. Чернышев // Башкирский химический журнал. – 2010. – № 2. – С. 36–42.

21. Assessing the gasification performance of biomass: A review on biomass gasification process conditions, optimization and economic evaluation / Anis Atikah Ahmad, Norfadhila Abdullah Zawawi, Farizul Hafiz Kasim [et al.] // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2016. – V. 53. – P. 1333–1347.

22. Кухарець С. М. Обґрунтування основних параметрів котлів із верхнім горінням / С. М. Кухарець // Наук. вісн. НУБіП України. Сер. Техніка та енергетика АПК. – 2014. – Вип. 196, ч. 2. – С. 238–250.

23. Кухарець С. Н. Обеспечение рационального использования сырья для получения биотоплив в агропромышленном комплексе / С. Н. Кухарець, Г. А. Голуб, С. В. Драгнев // Motrol. Commission of motorization and energetics in agriculture. – 2013. – Vol. 15, № 4. – P. 69–75.

24. Технічні та технологічні пропозиції отримання енергії із сировини сільськогосподарського походження / С. М. Кухарець, Г. А. Голуб, О. В. Скидан, О. Ю. Осипчук // Вісник ЖНАЕУ. – 2015. – № 2 (50), т. 1. – С. 369–385.

УДК 539.4

**І. Г. Грабар**

Д. Т. Н.

Житомирський національний агроекологічний університет

## **МОДЕЛЮВАННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ПРУЖНИХ ХВИЛЬ У ЛУЖНО-ГАЛОЇДНИХ МОНОКРИСТАЛАХ**

*Побудована модель розповсюдження пружних хвиль від чинника кристалографічного напрямку  $R$  у монокристалах кубічної сингонії, як анізотропного тіла, коли площини пружної симетрії не співпадають з координатними площинами. Проведена лінеаризація моделі. Дану модель апробовано для всіх груп лужно-галоїдних монокристалів та встановлено майже функціональний зв'язок швидкості поздовжніх пружних хвиль  $VL(R)$  ( $r > 0,999$ ) для будь-якого кристалографічного напрямку всіх ЛГК.*

**Ключові слова:** моделювання, лужно-галоїдні кристали, пружні хвилі, кристалографічні напрямки.

18. Modeling of Radiative Heat Transfer in 2D Complex Heat Recuperator of Biomass Pyrolysis Furnace: A Study of Baffles Shadow and Soot Volume Fraction Effects / M. A. Ammar, G. Kamel, M. N. Borjini [et al.] // International Journal of Physical, Nuclear Science and Engineering. – 2014. – № 8. – P. 119–129.

19. Kurchania A. K. Design and performance evaluation of biogas stove for community cooking application / A. K. Kurchania, N. L. Panwar, P. D. Savita // International Journal of Sustainable Energy. – 2010. – V. 29. – P. 116–123.

20. Современные методы газификации биомассы / Д. Л. Рахманкулов, Ф. Ш. Вильданов, Ф. Н. Латыпова, Ф. Н. Чернышев // Башкирский химический журнал. – 2010. – № 2. – С. 36–42.

21. Assessing the gasification performance of biomass: A review on biomass gasification process conditions, optimization and economic evaluation / Anis Atikah Ahmad, Norfadhila Abdullah Zawawi, Farizul Hafiz Kasim [et al.] // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2016. – V. 53. – P. 1333–1347.

22. Кухарець С. М. Обґрунтування основних параметрів котлів із верхнім горінням / С. М. Кухарець // Наук. вісн. НУБіП України. Сер. Техніка та енергетика АПК. – 2014. – Вип. 196, ч. 2. – С. 238–250.

23. Кухарець С. Н. Обеспечение рационального использования сырья для получения биотоплив в агропромышленном комплексе / С. Н. Кухарець, Г. А. Голуб, С. В. Драгнев // Motrol. Commission of motorization and energetics in agriculture. – 2013. – Vol. 15, № 4. – P. 69–75.

24. Технічні та технологічні пропозиції отримання енергії із сировини сільськогосподарського походження / С. М. Кухарець, Г. А. Голуб, О. В. Скидан, О. Ю. Осипчук // Вісник ЖНАЕУ. – 2015. – № 2 (50), т. 1. – С. 369–385.

УДК 539.4

**І. Г. Грабар**

Д. Т. Н.

Житомирський національний агроекологічний університет

## **МОДЕЛЮВАННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ПРУЖНИХ ХВИЛЬ У ЛУЖНО-ГАЛОЇДНИХ МОНОКРИСТАЛАХ**

*Побудована модель розповсюдження пружних хвиль від чинника кристалографічного напрямку  $R$  у монокристалах кубічної сингонії, як анізотропного тіла, коли площини пружної симетрії не співпадають з координатними площинами. Проведена лінеаризація моделі. Дану модель апробовано для всіх груп лужно-галоїдних монокристалів та встановлено майже функціональний зв'язок швидкості поздовжніх пружних хвиль  $VL(R)$  ( $r > 0,999$ ) для будь-якого кристалографічного напрямку всіх ЛГК.*

**Ключові слова:** моделювання, лужно-галоїдні кристали, пружні хвилі, кристалографічні напрямки.

## Постановка завдання

На основі підходів теорії розповсюдження пружних хвиль у монокристалах, теорії пружності анізотропного тіла, хімії галогенідів лужних металів та підходів кристалографії побудувати математичну модель, що дозволить дати кількісний прогноз швидкості пружних хвиль для будь-якого лужно-галоїдного кристала, кристалографічного напрямку цього кристала та експериментально підтвердити дану модель.

## Аналіз останніх досліджень і публікацій

Лужно-галоїдні кристали (ЛГК) відіграють особливу роль у фізиці, механіці, оптиці, електродинаміці, кристалографії, лазерній і біомедичній техніці, теорії пружності анізотропного тіла і квантовій хімії [1–22] – і перш за все, як зручний модельний об’єкт, що дозволяє вивчати природу взаємодії міжатомних сил з врахуванням квантово-хімічних особливостей, анізотропії, взаємодії між атомами галогенів та лужних металів саме в конденсованому монокристалічному стані [7].

Після аварії на ЧАЕС (1986) та ряді інших аварій в ядерній енергетиці виникла гостра необхідність створення доступних, надійних і достовірних засобів контролю індивідуальної накопиченої дози опромінення для великої кількості людей – як персоналу ліквідаторів наслідків аварії, так і цивільного населення. І найдоступнішими в дозиметрії виявилися саме ЛГК [2–7]. ЛГК знайшли широке застосування в оптиці [5], фізиці руйнування [12–13, 15–16], медицині [16], електро-імпульсних технологіях [14] тощо.

ЛГК з домішками металів III та IV груп відомі, як люмінофори, чутливі до іонізаційного опромінення, та ще й з ефектом пам’яті, що дозволяє на їх основі створювати нові рентгеночутливі матеріали [1].

У [2] продемонстровано високу ефективність ЛГК у контролі явищ, що виникають у природі, в результаті руйнування озонового шару, побудована модель змін в системі «ЛГК – повітря» під дією високоенергетичних чинників. Показано, що вміст нітратів в ЛГК є важливим екологічним чинником, що характеризує трансформацію аерозолів в атмосфері.

ЛГК – надзвичайно зручні об’єкти для міждисциплінарного вивчення: акустики, оптики, радіофізики, радіології, теорії пружності, електродинаміки, квантової хімії, синергетики, теорії міжатомного зв’язку тощо.

## Математична модель

Відомо, що будь-яке порушення рівноваги в суцільному середовищі призводить до розповсюдження збурення, тобто до руху хвиль [18]. При цьому хвиля характеризується набором параметрів: швидкість, частота, хвильовий вектор. Хвильове рівняння для суцільного середовища:

$$\frac{d^2 \mathbf{u}}{dt^2} = v^2 \frac{d^2 \mathbf{u}}{dx^2}$$

Для ОЦК і ГЦК монокристалів швидкість поздовжніх хвиль  $V_{hkl}^L$  :

$$\rho V_{Lhkl}^2 = M_{hkl} \quad (1)$$

Де для базових орієнтацій монокристала [21]:

$$M_{100} = C_{11}; \quad (2)$$

$$M_{110} = \frac{C_{11} + C_{12} + 2C_{44}}{2} \quad (3)$$

$$M_{111} = \frac{C_{11} + 2C_{12} + 4C_{44}}{3} \quad (4)$$

З іншої сторони, для узагальненого закону Гука [17,23]:

$$\sigma_{ij} = A_{ijkl} \cdot \varepsilon_{ij} \quad (5)$$

де [23] :

$$A_{ijkl} = Q_{ijkl} + r(P_{ijlk}^x + P_{ijlk}^y + P_{ijlk}^z)$$

$$r = C_{11} - C_{12} - 2C_{44}$$

Тоді

$$\sigma_{zz} = [(C_{11} + 2C_{44}) + (C_{11} - C_{12} - 2C_{44}) \cdot (l_3^4 + m_3^4 + n_3^4)] \varepsilon_{zz} \quad (6)$$

де направляючі косинуси:  $\lambda_3 = \cos \theta \sin t$ ;  $\mu_3 = \sin \theta$ ;  $\nu_3 = \cos \theta \cos t$

Раніше [23–24] нами показано, що

$$\sin \theta = \frac{K}{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}}; \quad \cos \theta = \frac{\sqrt{h^2 + l^2}}{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}} \quad (7)$$

$$\sin t = \frac{h}{\sqrt{h^2 + l^2}}; \quad \cos t = \frac{l}{\sqrt{h^2 + l^2}}$$

Тоді

$$\lambda_3^4 = \cos^4 \theta \sin^4 t = \frac{(h^2 + l^2)^2 \cdot h^4}{(h^2 + k^2 + l^2)^2 \cdot (h^2 + l^2)^2} = \frac{h^4}{(h^2 + k^2 + l^2)^2}$$



$$\mu_3^4 = \sin^4 \theta = \frac{k^4}{(h^2 + k^2 + l^2)^2}$$

$$\nu_3^4 = (\cos \theta \cos t)^4 = \frac{(h^2 + l^2)^2 \cdot l^4}{(h^2 + k^2 + l^2)^2 \cdot (h^2 + l^2)^2} = \frac{l^4}{(h^2 + k^2 + l^2)^2}$$

Звідки маємо:

$$\lambda_3^4 + \mu_3^4 + \nu_3^4 = \frac{h^4 + k^4 + l^4}{(h^2 + k^2 + l^2)^2} = R \quad (8)$$

де R – фактор кристалографічної орієнтації.

З врахуванням (4):

$$M_{hkl} = (C_{12} + 2C_{44}) + (C_{11} - C_{12} - 2C_{44})R \cdot \quad (9)$$

Знаходимо R для [100], [110] та [111] та підставляємо в (7):

$$M_{100} = (C_{12} + 2C_{44}) + (C_{11} - C_{12} - 2C_{44}) \cdot 1 = C_{11}$$

$$M_{110} = (C_{12} + 2C_{44}) + (C_{11} - C_{12} - 2C_{44}) \cdot \frac{1}{2} = \frac{C_{11} + C_{12} + 2C_{44}}{2} \quad (10)$$

$$M_{111} = (C_{12} + 2C_{44}) + (C_{11} - C_{12} - 2C_{44}) \cdot \frac{1}{3} = \frac{C_{11} + 2C_{12} + 4C_{44}}{3} -$$

у повній відповідності з (2)–(4) – див. [21].

Але (7) дозволяє визначити модуль пружності для будь-яких значень індексів Міллера [hkl] і приваблює суттєвим спрощенням розрахунку модулів поздовжньої пружності ОЦК і ГЦК кристалів для будь-яких значень індексів Міллера [hkl].

Спільний розв'язок (1) і (7) дає:

$$V_{Lhkl} = \sqrt{\frac{M_{hkl}}{\rho}} = \frac{1}{\sqrt{\rho}} \sqrt{(C_{12} + 2C_{44}) + (C_{11} - C_{12} - 2C_{44}) \frac{h^4 + k^4 + l^4}{(h^2 + k^2 + l^2)^2}} \quad (11)$$

(11) легко лінеаризується та з високим значенням коефіцієнта кореляції, як буде показано нижче, приводиться до виду

$$V_{hkl}^L = V_0 \pm a_1 \frac{h^4 + k^4 + l^4}{(h^2 + k^2 + l^2)^2} = a_0 + a_1^* R \quad (12)$$

## Результати моделювання

На рис.1–5 наведені залежності швидкості поздовжніх пружних хвиль для 18 лужно-галогенідних монокристалів різних кристалографічних орієнтацій при 298К.

Значення  $M_{hkl}$  для базових кристалографічних напрямів визначалися за (2) – (4), або (6) – (10),

де  $C_{11}; C_{12}; C_{44}$  – пружні константи [17–22].

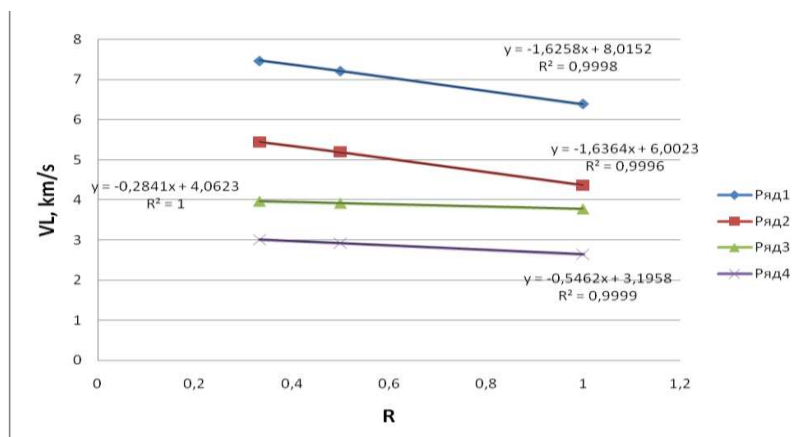


Рис. 1. Галогеніди літія – LiF(1); LiCl(2); LiBr(3); LiI(4)

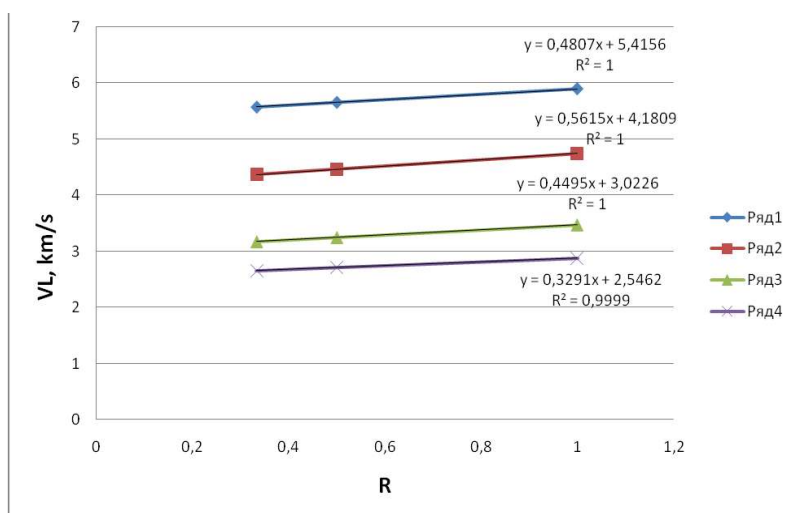


Рис. 2. Галогеніди натрію – NaF(1); NaCl(2); NaBr(3); NaI(4)

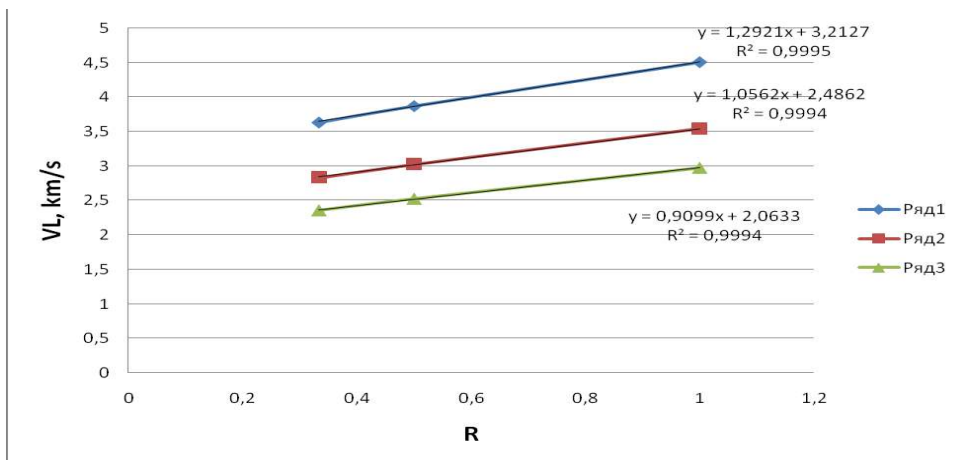


Рис. 3. Галогеніди калія – KCl(1); KBr(2); KI(3)

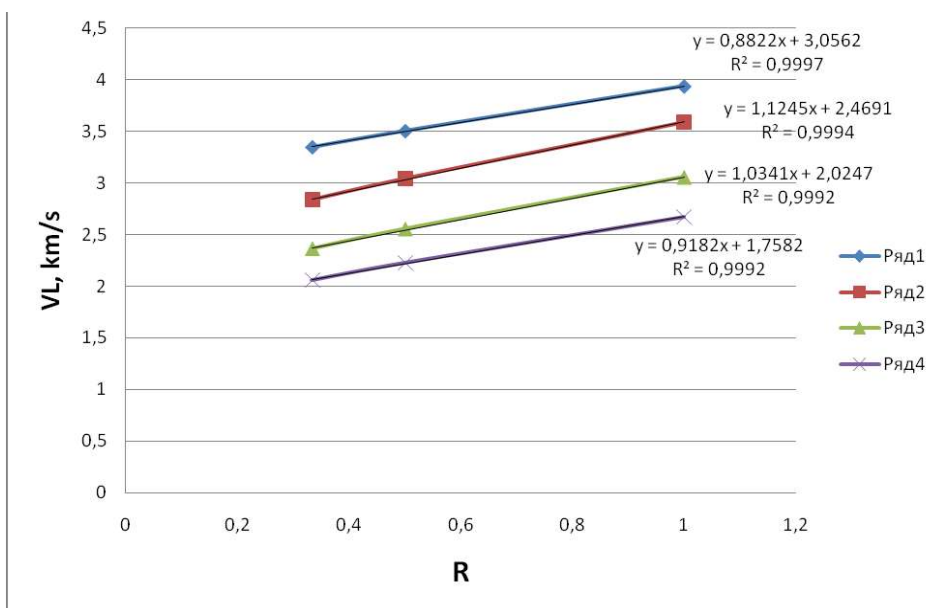


Рис. 4. Галогеніди рубідія – RbF(1); RbCl(2); RbBr(3); RbI(4)

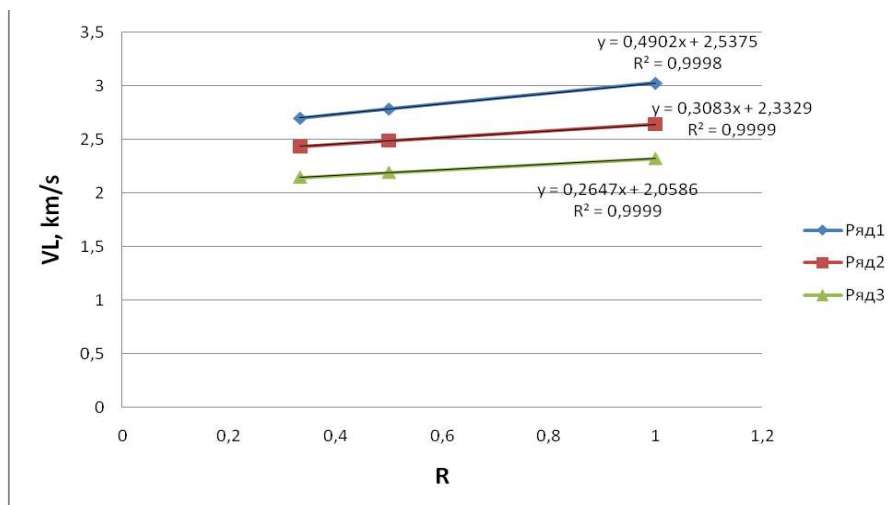


Рис. 5. Галогеніди цезія – CsCl(1); CsBr(2); CsI(3)

На рис. 6 зображено залежності  $VL(R)$  для хлоридів в автомобільному просторі.

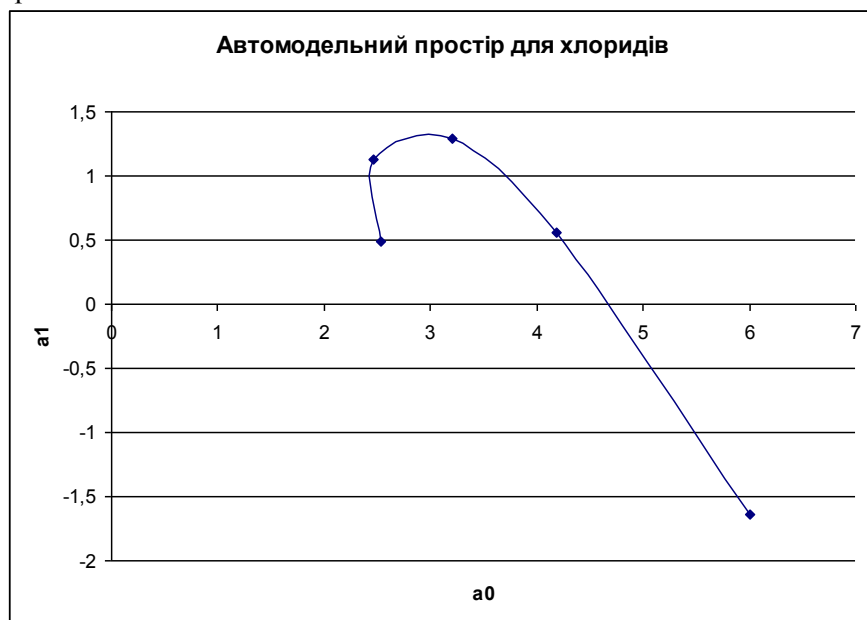


Рис. 6. Взаємозв'язок параметрів  $a_0$  та  $a_1$  рівняння (12) для хлоридів ЛГК. Аналогічні нелінійні автомобільні залежності побудовані для фторидів, бромідів та іодидів ЛГК

## Висновки та перспективи подальших досліджень

1. Вперше з єдиних методологічних позицій побудовані узагальнені залежності швидкості пружних хвиль від кристалографічного напрямку для всіх лужно-галоїдних монокристалів та отримані кореляційні залежності  $VL(R)$  з надзвичайно високим значенням коефіцієнта кореляції ( $r_{11} > 0,999$ ) для всіх вказаних монокристалів.

2. При цьому виявлено лінійний характер даних залежностей в ЛГК всіх груп – фторидів, хлоридів, бромідів та йодидів – від фактора кристалографічної орієнтації  $R$ , що є функцією індексів Міллера.

3. Встановлено, що  $VL(R)$  є лінійні зростаючі функції для галогенідів натрію, калію, рубідію і цезію, тоді як дані залежності для всіх галогенідів літію є лінійними спадаючими функціями, як у типових металів.

4. Встановлено, що залежності  $VL(R)$  не утворюють пучки прямих, що не дає можливості застосування до них методів лінійної автотемпературності [23]. Побудовані автотемпературні залежності  $a_1(a_0)$  для всіх груп ЛГК та показано їх нелінійність.

5. Отримані узагальнення дозволяють запропонувати новий підхід як до кількісного ранжування ЛГК, так і дають підстави для встановлення нових, невідомих раніше, взаємозв'язків між фізичними властивостями ЛГК, накопиченими в акустиці, оптиці, радіофізиці, радіології, теорії пружності, фізиці руйнування, електродинаміці тощо, чому будуть присвячені наші наступні публікації.

## Література

1. Создание микрокристаллических ЩГС с примесью никеля и исследование их спектральных и структурных характеристик / Ю. Г. Конюхова, В. И. Кочубей, Д. И. Кочубей, В. П. Бабенко // Журнал структурной химии. – 2007. – Т. 48, № 6. – С. 1164–1169.
2. Губарева Т. В. Радиационная физика ЩГК и проблемы атмосферного озона / Т. В. Губарева // Systems. Methods. Technologies. – 2013. – № 1 (17). – С. 170–175.
3. Радиационные спектры окраски [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://books.ifmo.ru/file/pdf/362.pdf>.
4. Вараксин А. Н. Характеристики F-центров ЩГК в основном и возбужденном состоянии / А. Н. Вараксин, А. Б. Соболев, В. Г. Панов // Физика твердого тела. – 2006. – Т. 48, вып. 3. – С. 427–432.
5. Роголин В. Е. Оптическая стойкость прозрачных материалов для мощных импульсных CO<sub>2</sub>-лазеров [Электронный ресурс] / В. Е. Роголин. – Режим доступа: <http://www.physics-online.ru/PaperLogos/6365/6365.pdf>.
6. Ванина Е. А. Упорядочение радиационных дефектов в неорганических системах : монография / Е. А. Ванина, Е. М. Веселова, В. А. Рокосей. – Благовещенск, 2014. – 116 с.

- 
7. Гришаев А. А. Независимый исследователь. О структуре и свойствах щелочно-галогидных кристаллов: физические связи между атомами [Электронный ресурс] / А. А. Гришаев. – Режим доступа: <http://newfiz.info>.
  8. Беломестных В. Н. Коэффициенты Пуассона ЦГК / В. Н. Беломестных, Э. Г. Соболева // Известия ТПУ. – 2012. – Т. 320, № 2. – С. 137–139.
  9. Мамчуев М. О. Фазовый переход «диэлектрик-металл» в щелочно-галогидных кристаллах в условиях высоких давлений : автореф. дисс. на соискание учен. степени канд. ф.-м. наук / М. О. Мамчуев. – Нальчик, 2011. – 22 с.
  10. Красильников О. М. Анггармонизм решетки и фазовые переходы в твердых телах с кубической симметрией : дисс. ... доктора ф.-м. наук / О. М. Красильников. – М., 2007. – 321 с.
  11. Магомедов М. Н. Расчет температуры Дебая ЦГК / М. Н. Магомедов // Теплофизика высоких температур. – 1992. – Т. 30, вып. 6. – С. 1110–1117.
  12. Электризация щелочно-галогидных кристаллов в процессе скола / В. М. Финкель, Ю. И. Тялин, Ю. И. Головин [и др.] // Физика твердого тела. – 1979. – Т. 21, вып. 7. – С. 1943–1947.
  13. Тялин Ю. И. Скопления заряженных дислокаций и зарождение трещин в неметаллических кристаллах / Ю. И. Тялин, В. М. Финкель // Докл. АН СССР. – 1984. – Т. 279, № 5. – С. 1126–1130.
  14. Усов А. Ф. Переходные процессы в установках электроимпульсной технологии / А. Ф. Усов, Б. В. Семкин, Н. Т. Зиновьев. – Л. : Наука, 1987. – 179 с.
  15. Залечивание трещин в щелочно-галогидных кристаллах / Ю. И. Тялин, В. А. Тялина, В. А. Федоров [и др.] // Физика твердого тела. – 2004. – Т. 46, № 9. – С. 1614–1617.
  16. Тучин В. В. Лазеры и волоконная оптика в биомедицинских исследованиях / В. В. Тучин. – М. : Физматлит, 2010. – 500 с.
  17. Сиротин Ю. И. Основы кристаллофизики / Ю. И. Сиротин, М. П. Шаскольская. – [Изд. 2-е, доп. и перераб.]. – М. : Наука, 1979. – 640 с.
  18. Дьелесан Э. Упругие волны в твердых телах / Э. Дьелесан, Д. Руайе. – М. : Наука, 1982. – 424 с.
  19. Францевич И. Н. Упругие постоянные и модули упругости металлов и неметаллов / И. Н. Францевич, Ф. Ф. Воронов, С. А. Бакута. – К. : Наук. думка, 1982. – 288 с.
  20. Александров К. С. Упругие свойства кристаллов / К. С. Александров, Т. В. Рыжова // Кристаллография. – 1961. – № 6, вып. 2. – С. 289–314.
  21. Физические величины: Справочник / А. П. Бабичев, Н. А. Бабушкина, А. М. Братковский [и др.] ; под ред. И. С. Григорьева, Е. З. Мейлихова. – М. : Энергоиздат, 1991. – 1232 с.
  22. Simmons G. Single Crystal Elastic Constants and Calculated Aggregate Properties / G. Simmons // J. Grad. Res. Cent. – 1965. – 34, № 1/2. – P. 1–269.
  23. Грабар І. Г. Термоактиваційний аналіз та синергетика руйнування / І. Г. Грабар. – Житомир, 2002. – 312 с.
  24. Грабар І. Г. Фрактали і тензори в наукових дослідженнях / І. Г. Грабар, О. І. Грабар. – Житомир, 2007. – 69 с.
-

# Тваринництво

УДК 637.2.053.054

**Н. С. Щербакова**

к. вет. н.

**Ж. О. Передера**

к. вет. н.

**С. Б. Передера**

к. вет. н.

Полтавська державна аграрна академія

## ВИЗНАЧЕННЯ НАТУРАЛЬНОСТІ ВЕРШКОВОГО МАСЛА

*У статті наведено дані щодо визначення якості та безпеки вершкового масла яке виробляє ЗАТ «БІЛОЦЕРКІВКА». Проведено органолептичні дослідження, визначено якість упаковки та маркування. Досліджено вершкове масло на вміст токсичних елементів: свинцю, кадмію, ртуті, міді, цинку, миш'яку. Визначено, що за фізико-хімічними показниками всі зразки вершкового масла відповідали вимогам стандарту: масова частка жиру була в межах від 62,5 до 82,5 %, кухонної солі – 0,5–0,9 %, вологи – не перевищувала 25 %, рН плазми масла – від 6,3 до 7 %. Немолочних жирів у жодному зразку вершкового масла не виявлено. Встановлено, що за показниками якості вершкове масло маслозаводу «Білоцерківка», відповідає показникам чинних нормативних документів.*

**Ключові слова:** масло вершкове, молочний жир, плазма масла, умовно патогенні мікроорганізми.

### Постановка проблеми

Виробництво натурального вершкового масла у нашій країні здійснюється у незначних масштабах, що пояснюється високою собівартістю готової продукції і нестачею сировини. З метою здешевлення вартості сировини при виробництві масла досить значну частку молочного жиру замінюють іншими жирами рослинного походження. Фальсифікація вершкового масла наразі набула загрозливі масштаби і відбувається шляхом введення різних добавок, інших видів жирів, барвників й ароматизаторів.

При асоціації України з ЄС перед підприємцями України постало завдання збільшення обсягу продажів товарів за рахунок пропозиції покупцям якісного сертифікованого товару, а це, у свою чергу, посилює вимоги до якості, надійності, конкурентоспроможності та безпеки продукції [1].

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Вершкове масло – найкращий тваринний жир, який виробляють із молочних вершків. Воно являє собою жироводну емульсію, дисперсійною фазою якої є жир, а у ньому – рівномірно розподілена волога і сухий знежирений молочний

залишок, має оптимально збалансований комплекс жирних кислот, вітамінів, низьку температуру плавлення та легко засвоюється організмом людини (до 95 %) [2, 3].

Згідно з нині чинним ДСТУ 4399:2005 "Масло вершкове. Технічні умови", що вступив у дію з 1 липня 2006 року, вершкове масло виготовляється тільки з коров'ячого молока або продуктів його переробки та призначене для безпосереднього вживання в їжу і кулінарних цілей. Масло не повинно містити ніяких спеціальних харчових добавок. Стандартами заборонено у назві спрединів і жирових сумішей вживати слово «масло» окремо або у словосполученнях [2, 4].

### Мета, завдання та методика досліджень

Метою досліджень є визначення якості та безпеки вершкового масла, яке виробляє ЗАТ «Білоцерківка».

Для досліджень якості та безпеки продукції маслозаводу ЗАТ «Білоцерківка», нами було відібрано три види вершкового масла виробництва: «Екстра», «Селянське» та «Шоколадне», кожного виду по 3 зразки.

Ветеринарно-санітарну експертизу масла проводили відповідно до ДСТУ 4399:2005 "Масло вершкове".

Кислотність титровану або рН визначали згідно з ДОСТ 3624, масову частку кухонної солі – ДОСТ 3627, мікробіологічні показники – ГОСТ 9225, дріжджі і плісінні гриби – ДОСТ 10444.12.

Наявність патогенних та умовно патогенних мікроорганізмів контролювали за методами: бактерії роду *Salmonella* – згідно з ДСТУ УДФ93А, *Staphylococcus aureus* – ДОСТ 30347, *Listeria monocytogenes* – ДСТУ ISO 11290–1 та ДСТУ ISO 11290 – 2.

### Результати досліджень

При дослідженні якості та безпеки продукції, яку виробляє маслозавод ЗАТ «Білоцерківка», першим етапом ми проводили органолептичну оцінку вершкового масла. Визначали: якість упаковки, зовнішній вигляд, якість посолу, колір, консистенцію і якість обробки, запах та смак (табл. 1).

Таблиця 1. Органолептична оцінка зразків вершкового масла  
ЗАТ «Білоцерківка»

| Показник                         | Зразки вершкового масла                                                                |                                                                                        |                                                                                        |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
|                                  | «Екстра»                                                                               | «Селянське»                                                                            | «Шоколадне»                                                                            |
| 1                                | 2                                                                                      | 3                                                                                      | 4                                                                                      |
| Консистенція та зовнішній вигляд | однорідна, пластична, щільна, поверхня на розрізі слабкоблискуча, має крапельки вологи | однорідна, пластична, щільна, поверхня на розрізі слабкоблискуча, має крапельки вологи | однорідна, пластична, щільна, поверхня на розрізі слабкоблискуча, має крапельки вологи |



Закінчення таблиці 1

| 1                     | 2                                                                                                                                                                                                                                         | 4                                                                                                               | 5                                                             |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Колір                 | білий, однорідний по всій масі                                                                                                                                                                                                            | світло-жовтий, однорідний по всій масі                                                                          | світло-коричневий, однорідний по всій масі                    |
| Смак і запах          | чистий, без стороннього присмаку і запаху, характерний для вершкового масла, з присмаком пастеризованих вершків                                                                                                                           | чистий, без стороннього присмаку і запаху, характерний для вершкового масла, з присмаком пастеризованих вершків | має шоколадний смак і запах, характерний для вершкового масла |
| Упаковка і маркування | упаковка щільна, цілісна, на етикетці нанесені дані щодо потужності виробника, повна назва продукту, строк придатності, умови зберігання, маса нетто, інформаційні дані про харчову та енергетичну цінність (калорійність) 100 г продукту |                                                                                                                 |                                                               |

Також проводилося оцінювання органолептичних показників продукту за 20-бальною шкалою.

Результати досліджень наведені у таблиці 2.

*Таблиця 2. Оцінка в балах зразків вершкового масла виробництва ЗАТ «Білоцерківка»*

| Показник                         | Зразки вершкового масла |             |             | Мак оцінка |
|----------------------------------|-------------------------|-------------|-------------|------------|
|                                  | «Екстра»                | «Селянське» | «Шоколадне» |            |
| Зовнішній вигляд та консистенція | 5                       | 5           | 5           | 5          |
| Колір                            | 1                       | 2           | 2           | 2          |
| Смак і запах                     | 9                       | 10          | 10          | 10         |
| Упаковка і маркування            | 3                       | 3           | 3           | 3          |
| Разом                            | 18                      | 20          | 20          | 20         |
| Гатунок                          | Відповідність гатунку   |             |             |            |
| Вищий                            | +                       | +           | +           | 13-20      |
| Перший                           |                         |             |             | 5-12       |

Аналізуючи дані таблиць 1 та 2, можна стверджувати, що, за органолептичними показниками, відхилень від вимог стандартів не виявлено.

Всі зразки вершкового масла набрали від 18 до 20 балів, що відповідає вимогам вищого гатунку.

При проведенні фізико-хімічних досліджень вершкового масла виробництва маслозаводу ЗАТ «Білоцерківка» були отримані показники, зазначені у таблиці 3.

Таблиця 3. Фізико-хімічні показники вершкового масла  
виробництва ЗАТ «Білоцерківка»

| Показник                    | Вимоги стандарту                        | «Екстра» | «Селянське» | «Шоколадне» |
|-----------------------------|-----------------------------------------|----------|-------------|-------------|
| Масова частка жиру          | «Екстра»<br>80,0–85,0 %                 | 82,5     | 72,5        | 62,5        |
|                             | «Селянське»<br>72,5–79,9 %              |          |             |             |
| Масова частка кухонної солі | не більше 1 %                           | 0,5      | 0,9         | 0,6         |
| Масова частка вологи        | не більше 25,0 %                        | 14,87    | 20          | 10,5        |
| pH плазми масла             | не менше 6,25                           | 6,8      | 6,3         | 7           |
| Включення немолочних жирів  | –                                       | –        | –           | –           |
| Включення какао-порошку     | не більше 25,0 %, для масла «Шоколадне» |          |             | 25,0        |
| Сухі знежирені речовини     | не більше 2,63 %                        | 2,63     | 2,5         | 1           |

Як бачимо із таблиці 4, за фізико-хімічними показниками всі зразки масла відповідали вимогам стандарту: масова частка жиру була в межах від 62,5 до 82,5 %, кухонної солі – 0,5–0,9 %, вологи – не перевищувала 25 %, pH плазми масла була від 6,3 до 7 %.

Немолочних жирів у жодному зразку вершкового масла невиявлено.

Таблиця 4. Мікробіологічні показники вершкового масла  
виробництва ЗАТ «Білоцерківка»

| Показник                              | Вимоги стандарту | «Екстра»         | «Селянське»      | «Шоколадне»      |
|---------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| МАФАМ, не більше ніж КУО/г            | $1,0 \cdot 10^5$ | $0,5 \cdot 10^5$ | $0,3 \cdot 10^5$ | $0,4 \cdot 10^5$ |
| Колі-форми, не дозволено у г продукту | 0,01             | –                | –                | –                |
| Дріжджі, КУО/г не більше ніж          | 100              | 20               | 5                | -                |
| Плісняві гриби, КУО/г, не більше ніж  | 100              | 10               | –                | 15               |

За мікробіологічними показниками всі зразки вершкового масла відповідали нормам стандарту, а саме: мезофільних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів максимально виявлено  $0,5 \cdot 10^5$  КУО/г у зразків «Екстра», коліформ виявлено не було, дріжджів – від 5–20 у 1,0 г, пліснявих грибів – максимально 15 КУО в 1,0 г. .

Вміст токсичних елементів у маслі не повинен перевищувати гранично допустимих концентрацій, передбачуваних у МР №5061.

*Таблиця 5. Мікробіологічні показники вершкового масла виробництва ЗАТ «Білоцерківка»*

| Показник | Допустимий рівень, мг/г | «Екстра» | «Селянське» | «Шоколадне» |
|----------|-------------------------|----------|-------------|-------------|
| Свинець  | 0,10                    | 0,08     | 0,085       | 0,079       |
| Кадмій   | 0,03                    | 0,01     | 0,01        | 0,015       |
| Миш'як   | 0,10                    | -        | -           | -           |
| Ртуть    | 0,03                    | -        | -           | -           |
| Мідь     | 0,5                     | 0,25     | 0,255       | 0,36        |
| Цинк     | 5,05,0                  | 0,1      | 0,15        | 0,22        |
| Залізо   |                         | 0,02     | 0,04        | 0,9         |

Результати досліджень на вміст токсичних елементів в зразках масла виробництва ЗАТ «Білоцерківка» свідчать про відсутність перевищення гранично допустимих концентрацій.

### **Висновки та перспективи подальших досліджень**

1. За органолептичними показниками всі зразки вершкового масла набрали від 18 до 20 балів і відповідають вимогам вищого гатунку.

2. За фізико-хімічними показниками всі зразки масла відповідали вимогам стандарту: масова частка жиру була в межах від 62,5 до 82,5 %, кухонної солі – 0,5–0,9 %, вологи – не перевищувала 25 %, рН плазми масла була від 6,3 до 7 %.

3. Немолочних жирів у жодному зразку вершкового масла не виявлено.

4. Технологія виробництва вершкового масла маслозаводу «Білоцерківка» повністю відповідає вимогам технологічної інструкції і спрямована на отримання високоякісного та безпечного вершкового масла.

Перспективи подальших досліджень слід зосередити на визначенні жирнокислотного складу вершкового масла з метою встановлення відповідності стандартам ЄС.

### **Література**

1. Бредихин С. А. Технология и техника переработки молока / С. А. Бредихин, Ю. В. Космодемьянский, В. Н. Юрин. – М. : Колос, 2003. – 400 с.
2. Методичні рекомендації щодо ветсанекспертизи молока і молочних продуктів / В. В. Касьянчук, Н. М. Богатко, А. М. Саєнко [та ін.]. – Біла Церква, 2002. – 82 с.

3. Могилянська Н. О. Визначення рослинних жирів у вершковому маслі / Н. О. Могилянська, Т. А. Лисогор, Н. А. Дідух // Наук. пр. ОНАХТ. – 2011. – Вип. 38, т. 2. – С. 268–274.

4. Павлов И. В. Получение и применение заменителей молочного жира / И. В. Павлов, Н. В. Долгунова // Молочная пром-сть. – 2006. – № 2. – С. 54–55.

УДК 661.155.6:541.49:546.72:543.422.25

**В. М. Біденко**

к. с.-г. н.

**Н. М. Кураченко**

к. х. н.

Житомирський національний агроекологічний університет

**О. К. Трунова**

д. х. н.

Інститут загальної і неорганічної хімії ім. В. І. Вернадського НАН України

### **ОЦІНКА ТОКСИКОЛОГІЧНОЇ ТА ПРОДУКТИВНОЇ ДІЇ КОМПЛЕКСОНАТІВ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ НА ТВАРИНАХ ТА ПТИЦІ**

*В інституті загальної та неорганічної хімії ім. В. І. Вернадського НАН України синтезовані комплексонати мікроелементів. Комплексоном є етилендіаміндибуриштинова кислота. До її складу включені мікроелементи Fe, Zn, Mn, Cu.*

*Вивчено токсикологічну та продуктивну дію комплексонатів мікроелементів на різних тваринах. Експериментально встановлено, що навіть при значному надходженні мікроелементів у складі етилендіаміндибуриштинової кислоти до організму тварин, птиці в їх організмі не спостерігається токсикоз.*

*Встановлено підвищення продуктивності корів, телят, птиці, покращення їх фізіологічного стану.*

**Ключові слова:** мікроелементи, етилендіаміндибуриштинова кислота, комплексонати, кормова добавка, продуктивність

#### **Постановка проблеми**

Забезпечення організму сільськогосподарських тварин життєвонеобхідними мікроелементами у певних кількісних співвідношеннях є однією із важливих умов раціональної їх годівлі. Нормованими кількостями визначається біологічна ефективність мікроелементів в організмі, максимально регулюються обмінні процеси, краще засвоюються поживні речовини кормів, підвищується продуктивність [1]. Проте вирішити дану проблему повноцінної годівлі не завжди можливо у час ринкової економіки. Так, у більшості провідних господарств нагальною проблемою є одержання максимальної кількості продукції, урожаю від рослинництва. Це досягається за рахунок інтенсивних технологій, максимального використання мінеральних добрив, зокрема азотних, калійних, фосфорних. Елементи живлення добрив створюють конкурентні умови

3. Могилянська Н. О. Визначення рослинних жирів у вершковому маслі / Н. О. Могилянська, Т. А. Лисогор, Н. А. Дідух // Наук. пр. ОНАХТ. – 2011. – Вип. 38, т. 2. – С. 268–274.

4. Павлов И. В. Получение и применение заменителей молочного жира / И. В. Павлов, Н. В. Долгунова // Молочная пром-сть. – 2006. – № 2. – С. 54–55.

УДК 661.155.6:541.49:546.72:543.422.25

**В. М. Біденко**

к. с.-г. н.

**Н. М. Кураченко**

к. х. н.

Житомирський національний агроекологічний університет

**О. К. Трунова**

д. х. н.

Інститут загальної і неорганічної хімії ім. В. І. Вернадського НАН України

## **ОЦІНКА ТОКСИКОЛОГІЧНОЇ ТА ПРОДУКТИВНОЇ ДІЇ КОМПЛЕКСОНАТІВ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ НА ТВАРИНАХ ТА ПТИЦІ**

*В інституті загальної та неорганічної хімії ім. В. І. Вернадського НАН України синтезовані комплексонати мікроелементів. Комплексоном є етилендіаміндибуриштинова кислота. До її складу включені мікроелементи Fe, Zn, Mn, Cu.*

*Вивчено токсикологічну та продуктивну дію комплексонатів мікроелементів на різних тваринах. Експериментально встановлено, що навіть при значному надходженні мікроелементів у складі етилендіаміндибуриштинової кислоти до організму тварин, птиці в їх організмі не спостерігається токсикоз.*

*Встановлено підвищення продуктивності корів, телят, птиці, покращення їх фізіологічного стану.*

**Ключові слова:** мікроелементи, етилендіаміндибуриштинова кислота, комплексонати, кормова добавка, продуктивність

### **Постановка проблеми**

Забезпечення організму сільськогосподарських тварин життєвонеобхідними мікроелементами у певних кількісних співвідношеннях є однією із важливих умов раціональної їх годівлі. Нормованими кількостями визначається біологічна ефективність мікроелементів в організмі, максимально регулюються обмінні процеси, краще засвоюються поживні речовини кормів, підвищується продуктивність [1]. Проте вирішити дану проблему повноцінної годівлі не завжди можливо у час ринкової економіки. Так, у більшості провідних господарств нагальною проблемою є одержання максимальної кількості продукції, урожаю від рослинництва. Це досягається за рахунок інтенсивних технологій, максимального використання мінеральних добрив, зокрема азотних, калійних, фосфорних. Елементи живлення добрив створюють конкурентні умови

для мікроелементів, яких і так не вистачає у раціонах тварин зони Полісся та Лісостепу України. Тому, одним із шляхів повноцінної годівлі тварин є введення до складу їх раціонів мікроелементів. Відомо, що засвоєння мікроелементів із раціонів є низьким, у середньому може становити не вище 10% від кількості, яка надходить з раціоном. Отже, наразі використання солей мікроелементів у годівлі тварин є вже неактуальним.

Підвищити засвоєння мікроелементів можна шляхом введення їх у раціони у вигляді більш доступних хелатних комплексів подвійної дії [2]. Ці комплекси дозволяють збільшити відсоток засвоєння мікроелементів в організмі, а також поліпшити живлення тварин за рахунок самих хелатів – амінокислот, білків та інших речовин [3]. Проте, при надмірному надходженні мікроелементів до раціону тварин, підвищення рівня їх засвоєння можливий прояв їх токсичності, токсикоз може проявлятися і від негативної дії хелатів. У зв'язку із розробкою нами ефективних сполук комплексоутворювачів мікроелементів, комплексом яких є етилендіаміндибуруштинова кислота, нами була проведена оцінка їх токсичної та продуктивної дії на різних тваринах і птиці [4].

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Проведено ряд досліджень із вивчення впливу комплексу етилендіаміндибуруштинової кислоти включеними до її складу заліза, міді, кобальту, марганцю, цинку на продуктивність, якість їх продукції та деякі показники резистентності організму тварин. Отримані позитивні дані щодо впливу вищевказаних сполук Feedds, Cuedds, Mnedds, Znedds, Coedds на продуктивні якості тварин та їх фізіологічний стан. Нами досліджувався токсичний та продуктивний вплив сполук металів з edds на тваринах і птиці.

#### **Мета, завдання та методика досліджень**

Залізовмісний препарат Feedds на токсичність вивчався в Інституті токсикології ім. Л. І. Медведя та Інституті гігієни харчування МОЗ України. Дослідження проводилися тривалий час. Для його проведення щоденно лабораторним тваринам перорально вводили препарат. Гостра токсичність препарату для теплокровних тварин визначалася на білих пацюках живою масою 220 – 270 г. Основним критерієм оцінки токсикологічної дії препаратів були дози, що викликають загибель тварин, на підставі яких за методом пробіт-аналізу розраховувалися середньолетальні дози (ЛД<sub>50</sub>). Місцево-подрознююча і резорбтивна дія препарату вивчалася шляхом нанесення на шкіру білих пацюків за методикою Ю. І. Кундієва. Дія препарату на слизову оболонку визначалася на кроликах за стандартною методикою. Досліди з використанням препаратів Feedds, Cuedds, Mnedds, Znedds, Coedds як кормових добавок з метою підвищення продуктивності тварин, проводилися у Кримській філії Українського НДІ птахівництва і дослідному господарстві Національного аграрного

університету «Великоснітенське». Також досліджувалася продуктивна дія препаратів Cuedds, Coedds, Znedds, Mnedds на молочних коровах с. Селець СТОВ «Полісся» Народицького району Житомирської області. Препарати вводилися у концентровані корми. Молочну продуктивність корів вивчали шляхом проведення контрольних удоїв один раз у місяць, якість молока на вміст жиру та білка досліджували на приладі «Екомілк». При проведенні дослідів у тварин відбирали кров, у якій визначали вміст еритроцитів, лейкоцитів, із лейкоцитарної формули – лімфоцити. Дані обробляли статистично.

### Результати досліджень

У результаті проведених досліджень встановлено, що ЛД<sub>50</sub> для білих пацюків становить 6500 мг/кг. Показано, що препарат не чинить негативного впливу на організм пацюків, зокрема функцію печінки, нирок, імунну систему. У дослідних тварин порівняно із контрольними, вміст у тканинах печінки малонового діальдегіду – показника перекисного окиснення ліпідів і SH-груп, діуретична і концентраційна функція нирок були однаковими. Не змінилась фагоцитарна активність і бактерицидні властивості крові, а також маса внутрішніх органів. Гематологічні показники периферичної крові мали явну тенденцію до покращення, як і показники перекисної резистентності еритроцитів, про що свідчить підвищення в організмі дослідних тварин антиоксидантних функцій.

Зовнішній вигляд тварин був однаковим як у контрольних, так і дослідних. Відношення пацюків до їжі та води, їх поведінка були однаково схожими.

Після внесення препаратів на шкіру пацюків в дозі 2000 мг/кг місцево-подразнююча і шкіро-резорбтивна дія не зафіксовані. На оброблених ділянках шкіри надалі спостерігали інтенсивний ріст шерсті. Закапування препарату у вигляді 25%-го водного розчину в кон'юнктивальний мішок ока кроликів спричиняло слюзотечу, яка через 20–25 хвилин припинялась. Змін з боку склери і зіниці не спостерігалися.

Отже, відповідно до гігієнічної класифікації Л. І. Медведя, препарат Feedds відносять до малотоксичних сполук VI класу зі слабо вираженою подразнюючою дією.

Для дослідження продуктивної ефективності Feedds у годівлі курчат-бройлерів було сформовано 4 групи птиці по 200 голів у кожній. Препарат впоювали курчатам шляхом додавання у воду з п'ятиденного віку у кількості 15, 25 і 35 мг/кг живої маси протягом усього дослідного періоду вирощування. Результати досліджень наведені у таблиці 1.

Таблиця 1. Результати випробовувань препарату Feedds  
на курчатах-бройлерах

| Групи<br>курчат-<br>бройлерів | Доза препарату, мг/кг     |                                     |                           |                                      |                           |                                      |
|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|
|                               | 15                        |                                     | 25                        |                                      | 35                        |                                      |
|                               | жива<br>маса<br>курчат, г | кількість<br>витрачено<br>корму, кг | жива<br>маса<br>курчат, г | кількість<br>витрачено<br>кормів, кг | жива<br>маса<br>курчат, г | кількість<br>витрачено<br>кормів, кг |
| Дослідна                      | 1530                      | 2,85                                | 1561                      | 2,70                                 | 1489                      | 2,84                                 |
| Контрольна                    | 1468                      | 2,87                                | 1468                      | 2,87                                 | 1467                      | 2,87                                 |

Після 56 діб випоювання жива маса курчат становила, відповідно до дози препарату 1530 г, 1561 г і 1489 г, тоді як у контрольній групі – 1467 г. Найбільш ефективною виявилася доза препарату 25 мг/кг. Жива маса курчат у цій групі перевищувала на 6,3% масу курчат контрольної групи. Дози 15 і 35 мг/кг виявилися менш ефективними, хоча у цих групах спостерігалось збільшення живої маси птиці на 4,2 і 1,4%, відповідно. Збереженість курчат протягом всього дослідження у всіх піддослідних групах була високою і становила 93 – 95%. Витрати корму в дослідних групах становили 285, 2,70 і 2,84 кг на 1 кг приросту живої маси, тоді як у контролі вона складала 2,87 кг.

Таким чином, використання препарату Feedds сприяло збільшенню живої маси курчат-бройлерів та збереженості, зменшенню витрати кормів.

Також вивчався вплив препарату Feedds на збільшення живої маси поросят і телят. Для цього було сформовано 2 групи телят по 30 голів та поросят по 50 голів. Тваринам дослідних груп випоювали: телятам з молоком 1000 мл, поросят – з кип'яченою водою 20 мл. Дані досліджень наведені у таблиці 2.

Таблиця 2. Результати випробовування препарату Feedds  
на поросятах і телятах

| Вид і вік<br>тварин  | групи      | лінькість<br>голів | доза<br>препарату | приріст<br>живої<br>маси, % | збільшення<br>рівня<br>гемоглобіну,<br>% | збільшення<br>кількості<br>еритроцитів,<br>млн |
|----------------------|------------|--------------------|-------------------|-----------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------|
| Поросята<br>5–30 діб | Дослідна   | 50                 | 3,0               | 10                          | 15                                       | 0,5                                            |
|                      | Контрольна | 50                 | -                 | -                           | -                                        | -                                              |
| Телят<br>1–10 діб    | Дослідна   | 30                 | 5,0               | 8                           | 17                                       | 1,0                                            |
|                      | Контрольна | 30                 | -                 | -                           | -                                        | -                                              |

Протягом дослідження у тварин дослідних груп не виявлено змін у температурі тіла, частоти пульсу і дихання. На 2-й та 3-й день дослідження у тварин відмічено зростання активності, покращення апетиту порівняно із тваринами контрольної групи. Прирости поросят дослідної групи були вищими на 10%, телят – 8%, порівняно із тваринами контрольної групи. У крові дослідних тварин відмічалось підвищення вмісту гемоглобіну і еритроцитів.



Таким чином, наведені дані таблиці свідчать, що препарат позитивно впливає на збільшення живої маси тварин та покращення їх фізіологічного стану.

Крім того, нами проводилися дослідження з вивчення впливу різних комплексонатів Edds +Zn, Mn і Edds +Zn, Mn, Cu на продуктивність молочних корів та їх фізіологічний стан. Для проведення дослідів було взято корів чорно-рябої породи, сформованих у 3 групи за принципом пар-аналогів, враховуючи їх живу масу, вік та продуктивність. Дані молочної продуктивності корів наведені у таблиці 3.

Таблиця 3. Молочна продуктивність дослідних корів

| Показ-<br>ник                                        | Групи<br>корів | Місяці дослідів |            |            |           |             |
|------------------------------------------------------|----------------|-----------------|------------|------------|-----------|-------------|
|                                                      |                | 1               | 2          | 3          | 4         | 5           |
| Надій<br>молока                                      | 1              | 285,2±25,3      | 331,8±     | 295,1±5,66 | 194,3±    | 64,0±21,61  |
|                                                      | 2              | 297,6±17,3      | 19,91      | 373,8±     | 21,50     | 68,0±6,18   |
|                                                      | 3              | 307,7±          | 343,8±     | 13,02      | 212,0±    | 71,0±26,19* |
|                                                      |                | 16,01           | 21,60      | 337,9±8,02 | 11,30     |             |
| Серед-<br>ньо-до-<br>бовий<br>надій<br>молока,<br>кг | 1              | 9,46±0,84       | 11,10±0,66 | 9,52±0,18  | 6,27±0,69 | 2,10±0,72   |
|                                                      | 2              | 9,60±0,56       | 11,46±0,76 | 12,00±0,42 | 6,84±0,36 | 2,30±0,20   |
|                                                      | 3              | 9,70±0,52       | 10,76±0,66 | 10,90±0,25 | 6,60±0,96 | 2,40±0,87*  |
|                                                      |                |                 |            |            |           |             |
| Відсот-ки                                            | 1              | 100             | 100        | 100        | 100       | 100         |
|                                                      | 2              | 101             | 103        | 109        | 109       | 110         |
|                                                      | 3              | 103             | 96         | 106        | 106       | 114         |

Дані таблиці свідчать, що комплексонати мікроелементів позитивно вплинули на збільшення надою корів. У відсотках зростання надою корів становило при використанні edds +Zn, Mn з 3 до 10%, а при використанні edds +Zn, Mn, Cu на 6 – 14%.

### Висновки та перспективи подальших досліджень

1. Препарат Feedds відноситься до низькотоксичних сполук і може успішно застосовуватися як кормова добавка до раціону сільськогосподарських тварин та птиці.

2. Використання Feedds у годівлі птиці сприяло збільшенню їх живої маси на 6,3%, кращому збереженню курчат та зменшенню витрати кормів на 1 кг приросту – на 8–10%.

3. Feedds сприяє підвищенню приростів живої маси поросят на 10%, телят – 8% порівняно із тваринами контрольної групи. У крові дослідних тварин спостерігалось підвищення вмісту гемоглобіну на 15–17%, еритроцитів – на 0,5–1,0 мільйон.

4. Підгодівля молочних корів комплексонатами мікроелементів, Znedds, Cuedds, Znedds сприяла підвищенню молочної продуктивності корів на 3–14% порівняно з надоями тварин 1-ї контрольної групи.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні впливу комплексонатів мікроелементів на перехід  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$ , елементів ТУЕ із ґрунту у рослини, продукцію тваринництва.

### Література

1. Микроэлементы человека / А. П. Авцын, А. А. Жаворонков, М. А. Риш, Л. С. Строчкова. – М. : Медицина, 1991. – 496 с.
2. Мазуренко Е. А. Биологически активные комплексы на основе янтарной кислоты / Е. К. Трунова // Український хімічний журнал. – 2001. – Т. 67, № 7. – С. 24–32.
3. Дятлова Н. М. Теоретические основы действия комплексонатов и их применение в народном хозяйстве и медицине / Н. М. Дятлова // Журнал ВХО им. Д. И. Менделеева. – 1984. – Т. 29, № 3. – С. 247–265.
4. Дятлова Н. М. Применение комплексонатов в сельском хозяйстве. Обзорная информация / Н. М. Дятлова, О. Ю. Лаврова, В. Я. Темкина [и др.]. – М. : НИИТЭХИМ, 1984. – 30 с.

УДК:636.084:636.592:637.54

В. А. Бурлака

д. с.-г. н.

В. В. Туманов

аспірант\*

О. О. Лавринюк

к. с.-г. н.

Житомирський національний агроекологічний університет

### ВПЛИВ АЛУНІТОВОГО БОРОШНА НА ЗАБІЙНІ ПОКАЗНИКИ ІНДИЧОК

У статті наведено ефективність застосування детергента алунітового борошна в годівлі індичок породи ВІА-6 віком 101–200 діб на початок дослідів, живою масою 8,23–08,91 кг та 16,18–17,28 кг у кінці відгодівлі у кількості 7–8 г із розрахунку на 1 голову на добу, впливу на вміст феруму та кобальту в індичатину.

Використання препарату дозволяє збільшити вміст Fe та Co на 16,1–33,3 %, або на 0,5–0,7 мг % і 0,002–0,001 мг %.

**Ключові слова:** алунітове борошно, мінеральні добавки, м'ясо індичок, ефективність.

В. А. Бурлака, В. В. Туманов, О. О. Лавринюк

\*Науковий керівник – доктор с.-г. наук В. А. Бурлака

4. Підгодівля молочних корів комплексонатами мікроелементів, Znedds, Cuedds, Znedds сприяла підвищенню молочної продуктивності корів на 3–14% порівняно з надоями тварин 1-ї контрольної групи.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні впливу комплексонатів мікроелементів на перехід  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$ , елементів ТУЕ із ґрунту у рослини, продукцію тваринництва.

### Література

1. Микроэлементы человека / А. П. Авцын, А. А. Жаворонков, М. А. Риш, Л. С. Строчкова. – М. : Медицина, 1991. – 496 с.
2. Мазуренко Е. А. Биологически активные комплексы на основе янтарной кислоты / Е. К. Трунова // Український хімічний журнал. – 2001. – Т. 67, № 7. – С. 24–32.
3. Дятлова Н. М. Теоретические основы действия комплексонатов и их применение в народном хозяйстве и медицине / Н. М. Дятлова // Журнал ВХО им. Д. И. Менделеева. – 1984. – Т. 29, № 3. – С. 247–265.
4. Дятлова Н. М. Применение комплексонатов в сельском хозяйстве. Обзорная информация / Н. М. Дятлова, О. Ю. Лаврова, В. Я. Темкина [и др.]. – М. : НИИТЭХИМ, 1984. – 30 с.

УДК:636.084:636.592:637.54

**В. А. Бурлака**

д. с.-г. н.

**В. В. Туманов**

аспірант\*

**О. О. Лавринюк**

к. с.-г. н.

Житомирський національний агроекологічний університет

### ВПЛИВ АЛУНІТОВОГО БОРОШНА НА ЗАБІЙНІ ПОКАЗНИКИ ІНДИЧОК

У статті наведено ефективність застосування детергента алунітового борошна в годівлі індичок породи ВІА-6 віком 101–200 діб на початок досліду, живою масою 8,23–08,91 кг та 16,18–17,28 кг у кінці відгодівлі у кількості 7–8 г із розрахунку на 1 голову на добу, впливу на вміст феруму та кобальту в індичатину.

Використання препарату дозволяє збільшити вміст Fe та Co на 16,1–33,3 %, або на 0,5–0,7 мг % і 0,002–0,001 мг %.

**Ключові слова:** алунітове борошно, мінеральні добавки, м'ясо індичок, ефективність.

В. А. Бурлака, В. В. Туманов, О. О. Лавринюк

\*Науковий керівник – доктор с.-г. наук В. А. Бурлака

### Постановка проблеми

Останні десятиріччя, у зв'язку з появою нових технологій та науково-технічним прогресом, ознаменувалися корінними змінами підходів до широкого використання природних мінералів (детергентів).

Із плином часу та накопиченням практичного і наукового досвіду щодо використання природних мінералів людство почало не тільки активно використовувати їх для виготовлення металу, цегли та інших будівельних матеріалів, але й вводити у корми для тварин й виготовляти з них різноманітні речовини та препарати в медицині для людей і у ветеринарії для тварин.

Використання органічних мінералів особливо необхідне в умовах промислового виробництва тваринницької продукції, де тварини піддаються різноманітним стрес-факторам.

Розвиток галузі як індиківництва дає змогу інтенсивно використовувати поживні речовини корму і отримувати біологічно повноцінну продукцію. Висока рентабельність виробництва м'яса індиків спонукає виробників використовувати більш прогресивні та дешеві технології, що забезпечує максимальний рівень продуктивності птиці, ефективне використання кормів і біологічно активних речовин.

В умовах промислового утримання та вирощування птиці необхідний і пошук стимуляторів природного походження, що веде до покращення процесів травлення і більш повного використання поживних речовин, у тому числі і мінеральної частини корму.

Останні 40–50 років широко вивчається проблема використання нетрадиційних мінеральних добавок, так званих природних детергентів. Їх нараховується більше десяти, до яких можна віднести і цеоліти, бентоніти, каоліни, анальцим, алуніти тощо.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Останнім часом широко вивчаються нетрадиційні мінеральні добавки – природні детергенти. Про ефективність застосування цих мінералів у годівлі сільськогосподарських тварин свідчать чисельні результати досліджень вітчизняних вчених: В. І. Георгієвського (1979), М. Ф. Кулика (2003), Г. Т. Кліценка (2001), Ю. І. Савченка (2012), В. А. Бурлаки (2014), В. Ф. Каравашенка (1986), А. Хеннига, Б. Д. Кальницького (1985), Я. І. Кирилів (1991), І. М. Савчука (2013).

Вивченню науково-теоретичних та практичних проблем, пов'язаних із моніторингом металів у трофічних ланцюгах, присвячені роботи ряду провідних вчених, як зарубіжних (Kapl D, Stopper Marcus, Thompson Jill, Leonard R.J.), так і вітчизняних: (Захаренко М. О., Кравців Р. Й., Бурлаки В. А., та ін.; Вайзенен Г. Н., Герман А. М., Розпутній О. І., Давидов Є. А., Тарасенко Л. О., Макаревич Т. В., Вікторова Ю. П.) [2, 3] та інші.

**Мета, завдання та методика досліджень**

Метою роботи є вивчення ефективності використання алунітового борошна в дозах 5–8 г у раціонах індичок кросу BIG-6 на вміст й динаміку Fe та Co у м'ясі індичок.

Для виконання завдання використовувалися такі методи: зоотехнічні (годовля, утримання, забійні показники, фізіологічні, хімічні (аналіз м'яса), статистичні (біометрична обробка отриманих даних); аналітичні (огляд літератури).

Наукові дослідження проводилися в умовах птахофабрики ТОВ СП «Володар» Київської області й на кафедрі годівлі тварин та технології кормів Житомирського національного агроєкологічного університету на індіках кросу BIG-6 за методом груп-аналогів. Вік птиці був 101–200 діб, живою масою 8,23–8,91 кг на початку та 15,580–17,274 кг у кінці досліджу.

Після відбору і підбору 150 голів індичок розподілили на п'ять груп по 50 голів у кожній. Основний період молодняк першої, другої, третьої, четвертої та п'ятої груп із раціоном отримували комбікорм промислового виготовлення. До основного комбікорму індичок 2-ї, 3-ї, 4-ї та 5-ї дослідних груп додавали алунітове борошно, фракцією 0,01–0,1 мм, із розрахунку 5, 6, 7 та 8 грамів на голову на добу.

Для визначення мінеральних елементів у м'язовій тканині птиці проводили контрольний забій піддослідних індичок у забійному цеху птахофабрики згідно із методикою, по 3 голови із кожної групи [4].

Алунітове борошно – це сипуча порошкоподібна речовина без запаху, від світло-сірого до ясно-зеленого кольору, адсорбує аміак та радіоактивні речовини. Мінеральний склад алуніту подано у таблиці 1.

За мінеральним складом алунітове борошно – це фізична суміш різноманітних мінералів: калієвий алуніт – 37%; натрієвий алуніт – 2,5; каолін – 1,7; опал – 3,7; халцедон – 4 % та інші.

*Таблиця 1. Мінеральний склад алунітового борошна в (1 кг)*

| Елемент  | Кількість | Елемент             | Кількість |
|----------|-----------|---------------------|-----------|
| Кремній  | 238,0     | Титан               | 29,9      |
| Алюміній | 11,6      | Барій               | 44,9      |
| Ферум    | 268,0     | Мідь                | 0,05      |
| Кальцій  | 6,0       | Цинк                | 1,5       |
| Магній   | 2,1       | Марганець           | 0,2       |
| Сірка    | 73,6      | Кобальт             | 0,1       |
| Калій    | 29,6      | Молібден            | 0,2       |
| Натрій   | 1,8       | Срібло              | 0,02      |
| Фосфор   | 0,6       | Інші ультраелементи | 1,21      |

Крім згаданих речовин, в алуніті містяться сполуки срібла, кобальту, хрому, молібдену та інших елементів [1].

### Результати досліджень

За період досліду (101–200 діб) валовий приріст живої маси індичок контрольної групи склав – 7,352 кг, 2-ї – 7,897, 3-ї – 8,005, 4-ї – 8,812 та 5-ї – 8,855.

Додавання алунітового борошна до раціону індичок протягом 100 днів відгодівлі у другій та третій групах у кількості 5 та 6 г на голову на добу дозволило додатково за основний період отримати 545–653 г живої маси, а збільшення мінеральної добавки до 7 та 8 г – 1460–1530 г.

Найвищі валові прирости за період відгодівлі зафіксовано у індичок четвертої та п'ятої груп, де вони були більшими за аналогічний показник контрольної групи, відповідно, на 19,8–20,4 %.

Після завершення науково-господарського досліду в умовах забійного цеху ТОВ СП «Володар» провели контрольний забій.

Показники забою свідчать, що додаткове введення алунітового борошна у кількості 5–6–7 та 8 грамів на одну голову на добу позитивно вплинули на забійні якості індичок. Основні показники забою вказані у табл. 2.

Так, маса парної туші у птиці всіх піддослідних груп коливалася від 12,137 кг до 14,680 кг. Вищими показники були у дослідних групах, до складу комбікорму яких входив алуніт. Маса парної туші в індичок, що отримували 5–6 та 8 г препарату, сягала, відповідно, 13,154; 13,382 та 13,932 кг, а у групі, де індички отримували 7 г добавки, – 14,680 грамів.

Така ж картина спостерігається і після охолодження тушок. Найменші втрати вологи відбулися у дослідних групах, вони складали: у 2-й дослідній – 0,201 кг; 3-й – 0,152 кг; 4-й – 0,165 кг; 5-й – 0,190 кг. Тоді, як у контролі ці втрати склали – 0,218 кг. Як видно, втрати вологи були вищими в першій контрольній групі на 28–53 та 66 грамів.

Вихід готової продукції складав у контрольній групі 13,742 кг, а дослідних (2–3–4–5) він був вищий на 1,178–1,349–2,730 та 1,918 кг. Технічні відходи складали на одну голову 1,838–1,604 кг.

Таблиця 2. Показники забою індичок  $n=3$ ,  $M \pm m$

| Показники                                    | Групи       |             |             |             |             |
|----------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                                              | 1           | 2           | 3           | 4           | 5           |
| 1                                            | 2           | 3           | 4           | 5           | 6           |
| Жива маса в кінці досліду (перед забоєм), кг | 15,580±0,09 | 16,778±0,04 | 16,918±0,06 | 18,281±0,08 | 17,264±0,09 |
| Маса парної туші, кг                         | 12,137±0,09 | 13,154±0,11 | 13,382±0,12 | 14,680±0,09 | 13,932±0,08 |

Закінчення таблиці 2

| 1                           | 2           | 3           | 4           | 5            | 6            |
|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| Маса охолодженої туші, кг   | 11,919±0,06 | 12,953±0,05 | 12,230±0,07 | 14,515±0,06* | 13,742±0,08* |
| Вихід готової продукції, кг | 13,742±0,09 | 14,920±0,08 | 15,091±0,09 | 16,472±0,11  | 15,660±0,10  |
| Технічні відходи            | 1,838±0,08  | 1,858±0,10  | 1,827±0,11  | 1,809±0,10   | 1,604±0,12   |
| Забійний вихід:             |             |             |             |              |              |
| Парна тушка                 | 77,9        | 78,47       | 79,1        | 80,3         | 80,7         |
| Охолоджена тушка            | 76,5        | 77,2        | 78,2        | 79,4         | 79,6         |

\* $p \leq 0,05$  порівняно з першою групою

Забійний вихід у всіх піддослідних групах відзначається високими показниками на рівні 77,9–80,7 %.

При охолодженні тушок втрати вологи склали від 1,4 % у контрольній групі до 1,2–0,9–0,9 та 1,1 % – дослідних групах.

Отже, використання алунітового борошна від 5 до 8 г на голову на добу, у якості мінеральної добавки до раціону індичок на відгодівлі, сприяло підвищенню забійного виходу та зменшенню технічних відходів.

Згодовування індикам представника алюмогідросилікатів – алунітового борошна – сприяло накопиченню зольних елементів у м'ясі, в тому числі і мікроелементів (табл. 3). Так, кількість заліза у м'ясі індиків, що отримували 5 г алунітового борошна на голову на добу, утримувалося більше на 0,3 мг%, а згодовування 6 г дозволило відкладати більше на 0,6 мг%, чим у контрольній групі.

Таблиця 3. Вміст мінеральних речовин у м'ясі індичок мг%,  $n=3$ ,  $M \pm m$ 

| Група          | Мікроелементи |               |
|----------------|---------------|---------------|
|                | Fe            | Co            |
| 1-а контрольна | 3,1±0,09      | 0,003±0,0007  |
| 2-а дослідна   | 3,4±0,10      | 0,004±0,0003  |
| 3-а дослідна   | 3,7±0,08      | 0,006±0,0004  |
| 4-а дослідна   | 3,8±0,11      | 0,005±0,0005  |
| 5-а дослідна   | 3,6±0,13      | 0,004±0,0003* |

\* $p < 0,05$ 

Позитивний вплив мала добавка і на вміст Co. Найкращими ці показники були у третій та четвертій дослідних групах.

### Висновки та перспективи подальших досліджень

Таким чином, на думку авторів, підвищення відкладання мікроелементів у м'язовій тканині індичок дослідних груп відбулося за рахунок додаткового введення в раціон молодняку алунітового борошна.

---

Подальші дослідження слід зосередити на вивченні переходу важких металів у продукцію тваринництва.

#### Література

---

1. Бабенко Г. А. О влиянии микроэлементов на обмен веществ и радиоактивность организма / Г. А. Бабенко // Биологическая роль микроэлементов и их применение в сельском хозяйстве и медицине. – М. : Наука, 1974. – С. 61–75.
  2. Годівля сільськогосподарських тварин : навч. посібник / В. А. Бурлака, М. М. Кривий, В. П. Славов [та ін.] ; під заг. ред. В. А. Бурлаки. – Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2004. – С. 140–160.
  3. Детергенти в раціонах молодняку як поліпшувачі екологічних показників продукції свинарства : наук.-метод. рекомендації до впровадження у виробництво / В. А. Бурлака, Е. А. Давидов, В. В. Борщенко [та ін.]. – Житомир : Вид-во ДВНЗ «ДАЕУ», 2007. – 55 с.
  4. Методика и техника лабораторных работ для студентов, лаборантов и аспирантов зооветеринарных институтов : учеб. пособие / А. Г. Хмельницкий, В. А. Бурлака, В. И. Костенко [и др.]. – К. : НАУ, 1992. – 186 с.
-



# Сторінка молодого вченого

УДК 574.472:528.854.4:(043.3)

А. В. Павленко

Державна екологічної інспекція у Чернігівській області

## **ДИНАМІКА ЧИСЕЛЬНОСТІ ПОПУЛЯЦІЙ ТВАРИН АСОЦІЙОВАНОГО БІОРІЗНОМАНІТТЯ ЯК ПОКАЗНИК ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИРОДООХОРОННИХ ЗУСИЛЬ (НА ПРИКЛАДІ ЧЕРНІГІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ)**

*Запропоновано розглядати реакції чисельності популяцій тварин економічно цінних видів асоційованого біорізноманіття на динаміку заповідності адміністративної одиниці як екологічний критерій оцінки ефективності природоохоронних заходів зі збереження in-situ на регіональному рівні. З метою встановлення взаємозв'язку багаторічної динаміки заповідності й чисельності місцевих популяцій кабана дикого (*Sus scrofa* L.) і зайця сірого (*Lepus europaeus* Pallas) досліджено 2 млн 789 тис. га різноманітних біотопів Чернігівської області. Як екологічні умови дослідження наведено стислу характеристику структури земельного фонду регіону і особливостей його використання у сільському господарстві, охарактеризовано місцеві природоохоронні території. У контексті підвищення ефективності спрямованих на збереження in-situ природоохоронних зусиль у регіоні, рекомендовано додатково дослідити основні детермінанти встановлених експериментом тенденцій.*

**Ключові слова:** асоційоване біорізноманіття, збереження in-situ, природно-заповідний фонд, заповідність, екологічна мережа, чисельність популяції, кабан дикий (*Sus scrofa* L.), зацьб сірий (*Lepus europaeus* Pallas).

### **Постановка проблеми**

Основним механізмом реалізації в Україні регламентованої Конвенцією про охорону біологічного різноманіття від 1992 року вимоги щодо збереження in-situ екосистем і природних місць мешкання біоти є створення територій і об'єктів природно-заповідного фонду та формування національної екологічної мережі [10, 11].

Результатом зазначених зусиль на регіональному рівні Чернігівської області станом на 01.01.2014 є збільшення заповідності майже утричі, при збільшенні кількості природоохоронних об'єктів на 16,5 %. Проте, питанню визначення ефективності природоохоронних зусиль зі збереження in-situ не приділено, на нашу думку, належної уваги науковців, а саме це питання потребує на опрацювання [4, 8].

### **Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Одним зі способів визначення стану біорізноманіття в економічних умовах сьогодення щодо його використання може стати аналізування даних

функціонуючої у країні системи динамічного моніторингу диких тварин, які є об'єктами полювання [1]. Такий моніторинг щороку проводять користувачі мисливських угідь. У зазначеному контексті, за екологічний критерій оцінки ефективності природоохоронних зусиль на регіональному рівні ми пропонуємо розглядати реакції чисельності місцевих популяцій тварин асоційованого біорізноманіття на динаміку заповідності адміністративної одиниці.

### Мета, завдання та методика досліджень

Об'єктом дослідження є природоохоронні заходи зі створення територій і об'єктів природно-заповідного фонду та формування національної екологічної мережі на території Чернігівської області. Метою дослідження є статистичний аналіз взаємозв'язку динаміки значень заповідності і чисельності популяцій тварин економічно цінних видів асоційованого біорізноманіття в регіоні.

Дослідженням упродовж 1992–2013 років було охоплено 2 млн 789 тис. га різноманітних біотопів Поліської і Лісостепової лівобережної природних зон Придніпровської низовини в адміністративних межах Чернігівської області, які як мисливські угіддя передані у користування спеціалізованим мисливсько-господарським підприємствам для ведення мисливського господарства. До складу досліджуваних біотопів входять як природні, так і змінені людиною екосистеми, агроекосистеми зокрема. Типологія біотопів є віддзеркаленням структури земельного фонду, яку наведено на рис. 1.

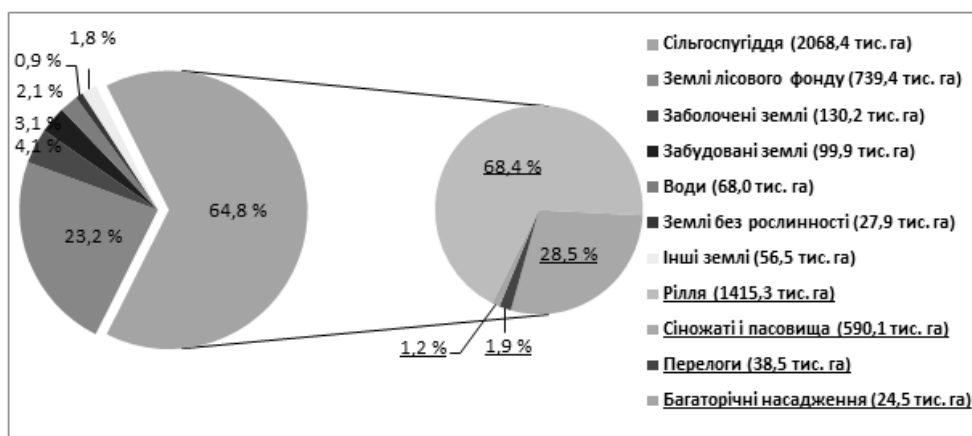


Рис. 1. Структура земельного фонду Чернігівської області станом на 01.01.2014

Домінуючим типом у структурі агроландшафтів є рілля. Розораність регіону становить близько 44 %. Основними напрямками використання орних земель є

виращування зернових і технічних культур, серед яких, за величиною задіяних площ, переважають кукурудза й пшениця озима та соняшник і соя, відповідно. Особливості використання ріллі у регіоні наведено на рис. 2.

Слід зазначити, що з 2001 по 2013 роки у регіоні відзначають збільшення обсягу виробництва зерна майже утричі – з 1083,6 до 3120,8 тис. тонн. Домінуючою культурою при цьому є кукурудза (рис. 3).

Станом на 01.01.2014 р. у регіоні значиться 656 об'єктів природно-заповідного фонду різних категорій загальною площею 253,47 тис. га. Це 2 національні природні парки, 1 регіональний ландшафтний парк, 2 дендрологічні парки, 52 заповідні урочища, 442 заказники, 137 пам'яток природи, 19 пам'яток садово-паркового мистецтва, 1 зоопарк. Середня площа заповідного об'єкта, за виключенням національних природних і регіонального ландшафтного парку, становить близько 200 га. Заповідні території і об'єкти включені до складу регіональної екологічної мережі Чернігівської області, яку розбудовують відповідно до Програми формування національної екологічної мережі у Чернігівській області на 2003–2015 роки, затвердженій рішенням

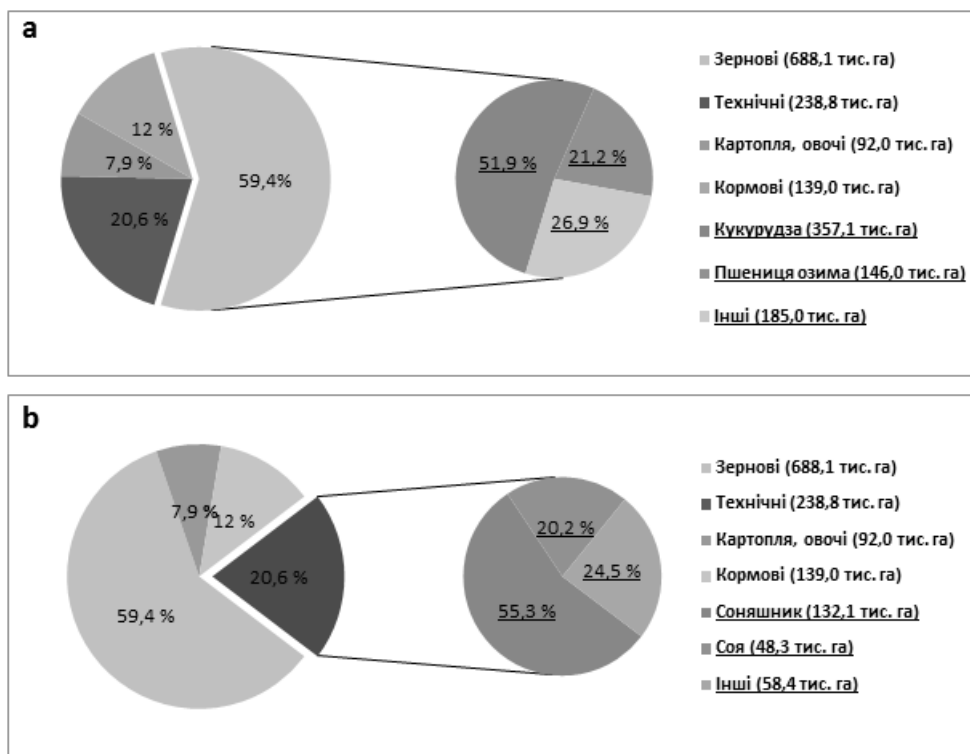


Рис. 2. Особливості використання ріллі під вирощування зернових (а) і технічних (б) культур на території Чернігівської області у 2013 році

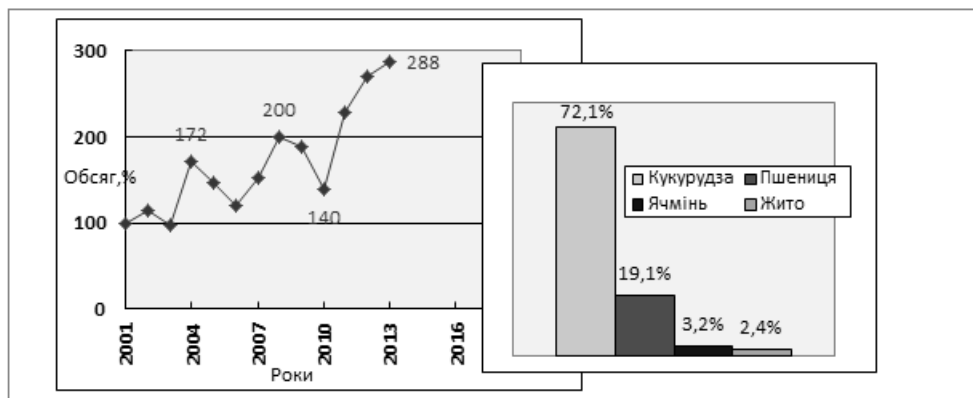


Рис. 3. Динаміка обсягу валового збору зерна у Чернігівській області

Чернігівської обласної ради від 14.08.2003 р. Станом на 01.01.2014 р. регіональною екологічною мережею охоплено територію площею 1817,4 тис. га, що становить 57 % загальної площі області. При цьому, площа складових елементів регіональної екологічної мережі, яким надано статус об'єктів природно-заповідного фонду України, становить 14 % загальної площі природоохоронної системи [4].

Основними видами мисливської теріофауни асоційованого біорізноманіття, яких як об'єкти полювання використовують у мисливській галузі народного господарства регіону, є кабан дикий (*Sus scrofa* L.), заєць сірий (*Lepus europaeus* Pallas) [1–4].

До основних біотопів кабана дикого в умовах області відносять ліси, лісовкриті площі, заболочені землі і сільськогосподарські угіддя, зокрема сади і задіяні під вирощування зернових та технічних культур території [2, 3, 9]. Добові переходи тварин, зазвичай, не перевищують 5–6 км, а взимку – 1–2 км. У разі потужного турбування або під час сезонних міграцій тварини можуть долати відстань у 20–40 км за добу. За сприятливих умов річний приріст популяції кабана дикого може досягати 80–120 % її чисельності. Основними лімітуючими умовами і факторами є несприятливі погодні умови, хижаки, епізоотії, браконьєрство і обмеженість кормових ресурсів території.

До основних біотопів зайця сірого в умовах області відносять ліси, лісовкриті площі, балки, прилеглі до боліт ділянки природних територій, багаторічні насадження, перелоги і сільськогосподарські угіддя [2, 3, 9]. Зайця сірого вважають осілим видом – ареал існування тварини умовно можна обмежити колом радіусом 3–5 км. Вид характеризується високою плодючістю у 7–12 зайченят на одну самицю у рік, та, одночасно, великими втратами тварин різних вікових груп від несприятливих умов й факторів. Зокрема, втрати молодняка сягають 70–80 % його загальної кількості [3]. Основними

антропогенними лімітуючими умовами і факторами є механізовані сільськогосподарські роботи, на втрати від яких припадає 46,7 % загального обсягу загиблих тварин, застосування пестицидів і агрохімікатів з обсягом втрат у 15,3 %, браконьєрство і вплив транспорту з обсягами втрат у 12,4 і 9,5 %, відповідно. Основними природними лімітуючими умовами і факторами є несприятливі погодні умови і вплив хижаків, які обумовлюють зазначені втрати у 9,5 і 6, 5 %, відповідно. Додаткову загрозу загибелі зайців сірих, особливо молоднякові, становить випалювання сухої рослинності навесні. На чисельність популяції суттєво впливають також епізоотії.

Основним методом визначення значень чисельності популяцій кабанів диких і зайців сірих у регіоні є метод шумового прогону на пробних ділянках, якими охоплюють від 20 до 30 % площ біотопів тварин. Дані щодо кількості облікованих на пробних ділянках тварин інтерполюють на загальну площу відповідних біотопів облікової території з врахуванням поправок, обумовлених неоднорідністю кормових і захисних властивостей біотопів облікової території. При підбитті підсумків обліків, дані щодо чисельності тварин уточнюють на підставі результатів систематичних спостережень тварин працівниками єгерської служби, користувачів мисливських угідь або даних щодо кількості тварин, отриманих іншими методами обліку [13].

У дослідженні, як первинні дані щодо значень чисельності популяцій кабана дикого і зайця сірого, ми використовували узагальнені дані користувачів мисливських угідь регіону за формою № 2-ТП (мисливство) «Про ведення мисливського господарства» за 1992–2013 роки.

Значення заповідності ми розраховували як відношення площі територій і об'єктів природно-заповідного фонду у регіоні до загальної площі області у розрізі 1992–2013 років.

Для встановлення ступеня статистичного взаємозв'язку динаміки значень заповідності і чисельності популяцій тварин ми розраховували коефіцієнт кореляції Пірсона  $r_{\text{емп}}$  за стандартними методами із застосуванням прикладної програми Microsoft Excel for Windows.

### Результати досліджень

Проведене дослідження висвітлює різні ступені і характер статистичного взаємозв'язку багаторічних змін значень заповідності й чисельності популяцій кабана дикого і зайця сірого в умовах Чернігівської області.

Багаторічну динаміку значень заповідності і чисельності популяцій кабана дикого в умовах Чернігівської області наведено на рис. 4.

Аналіз засвідчив, що коефіцієнт кореляції ( $r_{\text{емп}}$ ) між значеннями становить 0,8 (для досліджуваних баз даних ступінь свободи 20,  $r_{\text{кр}}$  для  $P \leq 0,05 = 0,42$ ,  $r_{\text{кр}}$  для  $P \leq 0,01 = 0,54$ ). Він додатний і знаходиться у зоні значимості  $r_{\text{кр}}$  для  $P \leq 0,01$ . Це висвітлює наявність тенденції збільшення чисельності популяції тварин при

збільшенні площі природоохоронних територій за наявності значного кореляційного зв'язку між змінами досліджуваних величин.

За час дослідження значення популяції кабана дикого набувало мінімального у 1806 особин у 1995 році і максимального у 3968 особин у 2010 році. Загалом, чисельність популяції кабана дикого упродовж часу дослідження зросла на 22 %. При цьому, обсяг вилучення тварин, як сумарна кількість тварин відстріляних і відловлених для переселення під час ведення мисливського господарства, а також загиблених з інших причин, у 1993–2005 роках фіксували у межах 10 % відповідних популяцій. У 2006–2013 роках обсяг вилучення фіксували у межах 12–19 %. Слід зазначити, що 99 % загального обсягу вилучення тварин припадало на відстріл і відлов.

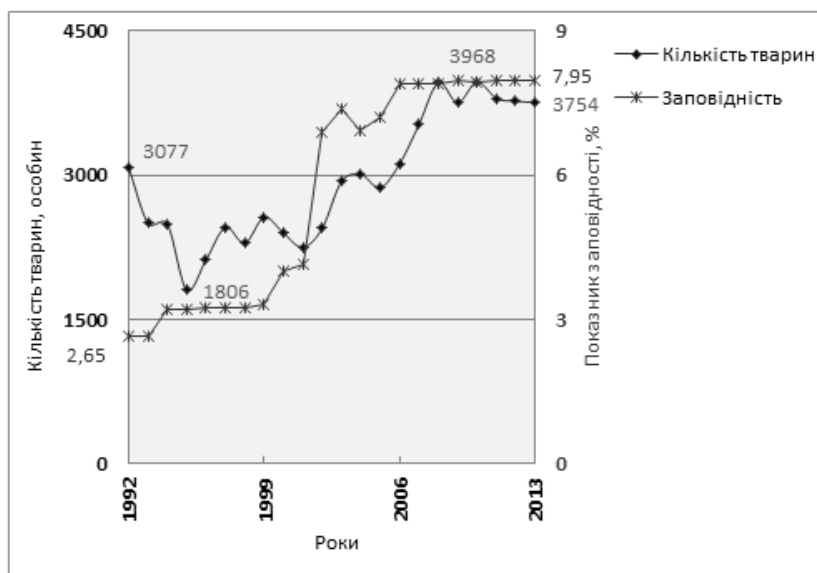


Рис. 3. Багаторічна динаміка заповідності і чисельності популяції кабана дикого в умовах Чернігівської області

Тенденція щодо зростання чисельності популяції кабана дикого, на нашу думку, може бути обумовлена особливостями біології тварин, які полягають як у феноменальній пристосованості виду до існування у сучасних штучно створених біотопах із гарними захисними і кормовими властивостями, на кшталт задіяних під вирощування кукурудзи і соняшника агроландшафтів, так і у властивому видові різкому збільшенні чисельності популяції при сприятливих умовах [3]. При цьому, наявність у регіоні «сприятливих» для існування тварин місць хоч і невеликих площ, проте у великій кількості, якими з певним припущенням можна вважати об'єкти і території природно-заповідного фонду, у поєднанні зі зростанням обсягів виробництва зернових як додаткової кормової бази та

спрямованими на розведення кабанів диких зусиллями користувачів мисливських угідь, здатне підтримувати таку тенденцію навіть при збільшенні обсягів господарського використання тварин.

Багаторічну динаміку значень заповідності і чисельності популяції зайця сірого в умовах Чернігівської області наведено на рис. 4.

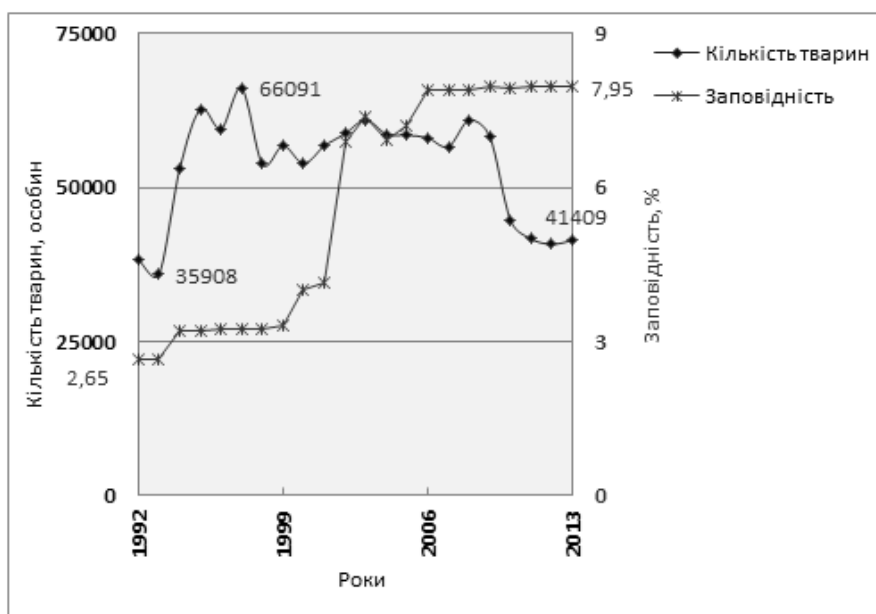


**Рис. 4. Багаторічна динаміка заповідності і чисельності популяції зайця сірого в умовах Чернігівської області**

Дослідженням встановлено, що коефіцієнт кореляції ( $r_{\text{емп}}$ ) між значеннями становить 0,02. Він від'ємний і знаходиться у зоні незначимості, зокрема близький до нуля. Це ілюструє відсутність кореляційного зв'язку між змінами досліджуваних величин.

За час дослідження чисельність популяції зайця сірого досягала мінімуму у 35908 особин у 1993 році і максимуму у 66091 особини у 1997 році. Загалом, чисельність популяції тварин у регіоні упродовж часу дослідження зросла на 8 %. При цьому, обсяг вилучення тварин фіксували у межах 7–15,3 % чисельності відповідних популяцій, який повністю припадав на відстріл під час полювання.

Наявність такої тенденції можна пояснити характерною зайцям сірим високою вразливістю у виді значних у 62 % втрат чисельності популяції тварин під час механізованих сільськогосподарських робіт і застосування пестицидів та агрохімікатів. В умовах інтенсифікації сільськогосподарського виробництва у

регіоні, зазначені втрати, на нашу думку, здатні, у певною мірою, нівелювати ефект від спрямованих на збереження тварин зусиль зі збільшення площ «сприятливих» для зайців сірих біотопів у вигляді територій та об'єктів природно-заповідного фонду й обумовленого зростанням обсягів виробництва зернових збільшення кормової бази. До речі, властива видові осілість також не сприяє відновленню втрат субпопуляцій зайця сірого за рахунок міграції тварин. Це може створювати додатково небезпеки демографічних флуктуацій, інбридингу та зниження пристосованості, які детермінують уповільнення швидкості зростання чисельності популяції тварин загалом [5]. Слід також зазначити, що загальний відсоток втрат суттєво збільшується за рахунок загибелі тварин від браконьєрства і випалювання сухої рослинності, особливо навесні.

### Висновки та перспективи подальших досліджень

Встановлено, що в умовах Чернігівської області зміни площі територій і об'єктів природно-заповідного фонду по-різному корелюють зі змінами чисельності популяцій економічно цінних видів тварин асоційованого біорізноманіття.

За 21 рік спостережень встановлено наявність значного, з вірогідністю помилки  $\leq 1\%$ , прямого кореляційного зв'язку між збільшенням площ територій з природоохоронним статусом і чисельністю популяції кабана дикого. Одночасно встановлено відсутність кореляційного зв'язку між збільшенням площ територій з природоохоронним статусом і чисельністю популяції зайця сірого.

Встановлені розбіжності, на нашу думку, спричинені особливостями адаптації тварин досліджених видів до впливів зовнішніх антропогенних умов і факторів у вигляді кормових й захисних властивостей агроєкосистем та обумовлених технологічними особливостями місцевого землеробства загроз загибелі тварин.

Перспективи подальших досліджень полягають у додатковому вивченні зазначених детермінант у контексті підвищення ефективності, спрямованих на збереження in-situ природоохоронних зусиль на території Чернігівської області.

### Література

1. Агробіорізноманіття України: теорія, методологія, індикатори, приклади / [О. О. Созінов, В. І. Придатко, О. Г. Татаріко та ін.] ; під ред. О. О. Созінова, В. І. Придатка. – К. : Нічлава, 2005. – Кн. 1. – 384 с.
2. Биология лесных птиц и зверей : [учеб. пособие] / Г. Г. Доппельмаир, А. С. Мальчевский, Г. А. Новиков, Б. Ю. Фалькенштейн ; под ред. Г. А. Новикова. – [3-е изд.]. – М. : Высшая шк., 1975. – 383 с.
3. Делеган І. В. Біологія лісових звірів і птахів / І. В. Делеган, І. І. Делеган, І. І. Делеган ; за ред. І. В. Делегана. – Львів : Поллі, 2005. – 600 с.



4. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Чернігівській області за 2013 рік / Департамент екології та природних ресурсів Чернігівської ОДА. – Чернігів, 2014. – 252 с.

5. Жизнеспособность популяций: Природоохранные аспекты : пер. с англ. / [Р. Бейкер, Дж. Ф. Бэрроуклаф, Г. Е. Беловски и др.] ; под ред. М. Сулея. – М. : Мир, 1989. – 224 с.

6. Марушевський Г. Б. Збереження біорізноманіття та створення екомережі / Г. Б. Марушевський, В. П. Мельничук, В. А. Костюшин. – К. : Wetlands International Black Sea Programme, 2008. – 168 с.

7. Мовчан Я. І. Національна екомережа України. Концепція та сценарії втілення / Я. І. Мовчан // Наук. записки Нац. ун-ту «Києво-Могилянська академія». – 2001. – Т. 19, ч. II. – С. 411–415.

8. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2012 році / Міністерство екології та природних ресурсів України. – К. : Мінприроди України, 2014. – 416 с.

9. Про затвердження Порядку упорядкування мисливських угідь [Електронний ресурс] : наказ Держкомлісгоспу України від 21.06.2001 р. № 56 / Держкомлісгосп України. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0771-01>

10. Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року [Електронний ресурс] : закон України від 21.12.2010 р. № 2818-VI / Верховна Рада України. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=2818-17>.

11. Про схвалення Концепції Загальнодержавної програми збереження біорізноманіття на 2005–2025 роки [Електронний ресурс] : розпорядження КМУ від 22.09.2004 р. / Кабінет Міністрів України. – Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=675-2004-%F0>.

12. Рослинництво: стан справ галузі, досягнуті результати [Електронний ресурс] / Департамент агропромислового розвитку Чернігівської обласної державної адміністрації. – Режим доступу: <http://apk.cg.gov.ua/sndex.php?id=7830&tp=1&pg=>

13. Рудышин М. П. Методические рекомендации по учёту численности охотничьих животных / М. П. Рудышин, Е. П. Авдеенко. – Львов, 1987. – 35 с.

# Ювіляри



## ***ЛЕОНІДУ ВАСИЛЬОВИЧУ ЛОСЮ – 80***

Учений з машинознавства, деталей машин, альтернативної енергетики, конструювання та технологій виробництва машин і приладів.

Заслужений діяч науки і техніки України, доктор технічних наук, професор, академік Інженерної академії України, учасник війни.

Народився 15 січня 1936 року в м. Житомир. Після закінчення технікуму з 1954 році був направлений на роботу в Росію у виробничий комплекс, пов'язаний з видобутком радіаційно-активних матеріалів. У 1959 році, у зв'язку з погіршенням стану здоров'я, повернувся в Житомир. Пропрацювавши майже 25 років на Житомирському заводі «Електровимірювач», пройшов шлях від рядового конструктора до Головного конструктора заводу. У 1984 році Л. В. Лось захистив кандидатську дисертацію в межах двох спеціальностей – конструювання приладів і технологія їх виробництва. На заводі впровадив у виробництво декілька винаходів, у творчій розробці яких брав безпосередню участь і які дали високий економічний ефект.

У 1988 році Л. В. Лося запросили працювати у Житомирський сільськогосподарський інститут, поставивши перед ним завдання у стислі строки підготувати та захистити дисертацію на науковий ступінь доктора технічних

наук, враховуючи, що такі дисертації в інституті не захищалися, але були конче потрібні для створення факультету механізації сільського господарства. У 1992 році Л. В. Лось захистив докторську дисертацію «Теорія структури конструкцій технологійних машин і приладів» із системою аксіом, що дозволило аналітично оцінювати конструкції щодо складальнопридатності, ремонтпридатності, уніфікації та функціональній насиченості вже на стадії конструювання. Такий підхід економить кошти на розробку і доводку конструкцій, забезпечуючи підвищення якості та надійності виробів.

Виробничий вишкіл Л. В. Лося вже на початку викладацької кар'єри дозволив йому створити студентське конструкторське бюро, робота в якому забезпечувала і забезпечує студентам можливість на стадії навчання побачити зв'язок теорії з прикладними конструкціями та технологіями.

Зі «Студентського конструкторського бюро» вийшов ряд талановитих конструкторів. Двом з них (Самиліну О. О., на превеликий жаль, покійному, та Цивенковій Н. М.) Президент України Віктор ЮЩЕНКО у 2009 році призначив і особисто вручив Грант Президента за «Створення універсального енергомодуля, що використовує місцеві відновлювальні енергоресурси на основі відходів біомаси та торфу».

Почавши активно займатися альтернативною енергетикою в 1993 році, Л.В.Лось, разом з аспірантами та студентами, з початку двотисячних років впевнено вийшов на телевізійний екран і газетно-журнальні публікації з показом нових зразків автомобілів, що мали біопаливні газогенераторні транспортні установки, чим була забезпечена першість ЖНАЕУ у відродженні альтернативної енергетики.

Л. В. Лось ще повний творчої наснаги як науковець і педагог. Тому ректорат, профком, редколегія «Вісника ЖНАЕУ», Вчена рада ЖНАЕУ, Рада ветеранів ЖНАЕУ, колективи Інженерно-технічного факультету і кафедри ВМ та ПМ сердечно вітають Вас, Леоніде Васильовичу, з 80-річчям і щиро бажають Вам міцного здоров'я, щастя, довголіття, нових творчих злетів в ім'я України.

*Колеги, учні, студенти*

# Анотації

П. П. Надточий, Ю. А. Билявский, Г. Н. Мартенюк

## РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ КАК КОМПОНЕНТ ПРОГРАММ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ

*Проведен анализ радиоэкологических составляющих как компонентов программ и планов действий социально-экономического развития по охране окружающей среды в Житомирской области за период 2010–2017 гг. В региональные стратегии и программы предложено дополнительно интегрировать конкретные научно-обоснованные меры с целью повышения уровня экологической безопасности населения.*

*Установлена удельная активность и плотность поверхностного загрязнения грунта  $^{137}\text{Cs}$  в районе хранилищ низкорadioактивных отходов «Журба» и «Деркачи», которые находятся в Овручском районе Житомирской области. Установлено, что удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в почве на несанкционированных свалках отходов поблизости с. Журба оказалась в несколько раз выше, чем в могильнике, и варьировала в пределах 1247–1396 Бк/кг почвы.*

**Ключевые слова:** удельная активность, плотность загрязнения, цезий-137, зона радиационного загрязнения, хранилища радиоактивных отходов.

P. Nadtochyj, Yu. Bilyavskiy, G. Martenuk

## RADIOECOLOGICAL COMPONENT AS A PARTS OF A PROGRAMS OF SOCIAL AND ECONOMIC DEVELOPMENT OF THE REGIONS

*The analysis of radioecological components as a parts of a programs and action plans for social and economic development and environmental protection in the Zhytomyr region for the period 2010-2017 years. It was suggested to integrate the specific scientific and reasonable measures in regional strategies and programs to enhance the environmental safety of the population.*

*The specific activity and the density of surface contamination of soil with  $^{137}\text{Cs}$  in the area of low radioactive waste storage "Zhurba" and "Derkachi", located in the Zhytomyr region Ovruch district was established. The specific activity of  $^{137}\text{Cs}$  in the soil of illegal dumps waste near the village Zhurba was several times higher than in the cemetery and varied within 1247-1396 Bq/kg of soil.*

**Key words:** specific activity, density of contamination, cesium-137, a zone of radioactive contamination, radioactive waste.

С. И. Веремеенко, А. С. Мороз

## РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОДЕРЖАНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

*В статье приводится анализ почв, которые попали под загрязнение радионуклидами. Проанализировано общее состояние изученности данного вопроса. Также указаны известные методы и методики составления прогноза накопления радионуклидов в сельскохозяйственной продукции.*

Авторами предлагается методика составления графического метода определения накопления радионуклидов. Представлены рисунки с номограммами для определения прогнозного содержания радионуклидов для различных сельскохозяйственных культур, построенные на основе математических моделей содержания Cs-137 в сельскохозяйственных культурах в зависимости от показателей плодородия дерново-подзолистых почв.

Кроме этого, для более точного прогноза содержания радионуклидов в сельскохозяйственной продукции, авторами предложено использовать зависимость, которая учитывает содержание в почве гумуса и физической глины.

**Ключевые слова:** радионуклиды, прогноз, загрязнения, номограммы, физическая глина, оглеение, гумус, математическая модель.

S. Veremeenko, O. Moroz

## DEVELOPMENT OF FORECASTING METHODOLOGY AS TO RADIONUCLIDES IN AGRICULTURAL PRODUCTION

The article deals with the analysis of the soils with are under radionuclei contamination. There are also given there graphical methods of radionuclei accumulation.

The principles with nomogrammes are for the forecast of nuclei contents in agricultural crops. They are built on bases of mathematical models of Cs-137 contents in crops depending on sod-podzolic soils fertility index.

For a more precise forecast of radionuclei in agricultural products the authors propose to use dependence on humus contents and physical clay.

**Key words:** radionuclides, weather, pollution, nomograms, physical clay, clay, humus, mathematical model.

Т. Н. Мыслыва

## ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ И МИКРОЭЛЕМЕНТЫ В ОРГАНАХ И ТКАНЯХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ИХТИОФАУНЫ МАЛЫХ РЕК ЖИТОМИРСКОГО ПОЛЕСЬЯ

Распределение Fe, Mn, Cu, Zn, Pb, Cd в органах и тканях представителей ихтиоценозов малых рек Житомирского Полесья характеризуется неоднородностью и зависит как от физико-химических свойств тяжелых металлов, так и от функциональных особенностей органов и тканей рыб. Максимальные количества меди – 5,87–9,04 мг/кг и марганца – 1,0–1,81 мг/кг – концентрируются в печени и жабрах рыбы, цинка – 32,66–36,89 мг/кг – в почках и жабрах, кадмия – 0,024–0,050 мг/кг – в печени и почках, железа – 11,68–11,76 мг/кг и свинца – 1,22–1,32 мг/кг – в коже и жабрах представителей ихтиофауны. Повышенные концентрации практически всех тяжелых металлов и микроэлементов зафиксированы в жабрах, принимающих непосредственное участие в обмене химическими веществами между водной средой и организмами рыб. Имеет место опасность возникновения неканцерогенных эффектов при условии ежедневного употребления рыбы, среднее содержание свинца в которой составляет 0,96 мг/кг, а цинка – 29,11 мг/кг. При этом, наибольшая опасность существует для возникновения гормональных нарушений ( $HQ = 5,65$ ), поражения репродуктивной и

центральной нервной систем и возникновения дефектов развития ( $HQ = 4,59$ ), поражения почек ( $HQ = 1,06$ ).

**Ключевые слова:** вода, тяжелые металлы, микроэлементы, органы и ткани рыб, распределение, загрязнение, канцерогенный и неканцерогенный риск.

T. Myslyva

## HEAVY METALS AND TRACE ELEMENTS IN ORGANS AND TISSUES OF REPRESENTATIVES OF ICHTHYOPHAUNA OF SMALL RIVERS OF ZHYTOMYR POLISSYA

The distribution of Fe, Mn, Cu, Zn, Pb, Cd in organs and tissues of representatives of ichthyocenosis of small rivers of Zhytomyr Polessie is characteristic of dissimilarity and depends on physical and chemical properties of heavy metals as well as of functional features of organs and tissues of fishes. The maximum quantities of copper – 5,87-9,04 mg/kg and manganese – 1,0-1,81 mg/kg concentrates in a liver and brachiates, zinc – 32,66-36,89 mg/kg accumulates in kidneys and brachiates, cadmium – 0,024-0,050 mg/kg – in liver and kidneys, iron – 11,68-11,76 mg/kg and lead – 1,22-1,32 mg/kg – concentrates into the skin and brachiates of representatives of ichthyofauna. Increased concentrations of practically all heavy metals and trace elements are fixed in brachiates which take part into the exchange by chemical elements between the water environment and fish organisms. There is a risk of non-carcinogenic effects provided daily consumption of fish, the average lead content in which is 0,96 mg/kg, zinc – 29,11 mg/kg. Wherein the greatest danger exists for the occurrence of hormonal disorders ( $HQ = 5,65$ ), lesions of the reproductive and central nervous systems, the occurrence of defects ( $HQ = 4,59$ ) and kidney damage ( $HQ = 1,06$ ).

**Key words:** water, heavy metals, trace elements, organs and tissues of fishes, distribution, pollution, carcinogenic and non-carcinogenic risk.

Е. И. Семснова, Н. А. Бублиенко, А. Д. Марченко, Т. Н. Тимошук-Марценюк

## ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СТОЧНЫХ ВОД СВИНОКОМПЛЕКСОВ

В процессе исследования был определен состав микрофлоры стоков свиного комплекса до и после очистки. Бактериологический анализ сточных вод из прудов-накопителей свидетельствует о том, что эффективность биологической очистки не достигает необходимых технологических параметров. Определены коли-титр и коли-индекс сточных вод данной категории.

Результаты исследований показали, что очистка животноводческих стоков в биологических прудах обеспечивает более высокий эффект бактериального самоочищения, чем в искусственных сооружениях биологической очистки за счет использования высших водных растений – камыша, рогозы и др. Эффективная эксплуатация прудов происходит в теплое время, и уже при температуре воды ниже 6 °C резко ухудшается. При дальнейшем снижении температуры, и особенно после образования ледяного покрова, когда проникновение кислорода в воду не происходит, процесс окисления органических веществ почти полностью прекращается.

**Ключевые слова:** сточные воды свиного комплекса, бактериологические исследования, гельминтологические исследования, биологическая очистка, биологические пруды.

E. Semenova, N. Bublienko, O. Marchenko, T. Tymochuk-Martsenyuk, A. Kotelnyska

## THYGIENIC ASSESSMENT OF SEWAGE PIG COMPLEX

*In the process of research the composition of microflora sewage pig complex before and after cleaning. Bacteriological analysis of wastewater from storage ponds suggests that the effectiveness of biological treatment does not reach the required process parameters. Determined coli titre and coli-index of the wastewater category.*

*The results showed that treating livestock sewage in biological ponds provides a higher bacterial self-cleaning effect than synthetic biological treatment plants through the use of higher water plants - cane, reed mace, cane and more. Efficient operation ponds occurs in warm weather and water at a temperature below 6 ° C deteriorates. When the temperature drops further, especially after the formation of ice when the penetration of oxygen in the water is not there, the process of oxidation of organic substances is almost completely stops.*

**Ke ywords:** wastewater pig, bacteriological research, Helminthological research, biological treatment, biological ponds.

O. В. Иваненко, О. В. Тогачинская, Т. Н. Тимощук-Марценюк, А. Н. Котельницкая

## ТРАНСЛОКАЦИЯ КОБАЛЬТА В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ РАСТЕНИЯ

*Приведены результаты исследований влияния технологий выращивания сои, пшеницы яровой и рапса ярового на содержание подвижных форм кобальта в почве и вегетативных и генеративных органах растений. Определены коэффициенты биологического поглощения, установлена взаимосвязь между содержанием кобальта в вегетативных и генеративных органах сельскохозяйственных культур и количеством его в почве.*

*Проведено экологическое оценивание технологий выращивания сои, пшеницы яровой и рапса ярового по санитарно-гигиеническим показателям. Доказано, что накопление кобальта в генеративных органах сельскохозяйственных культур наблюдалось в такой последовательности: соя > пшеница яровая > рапс яровой.*

**Ключевые слова:** соя, пшеница яровая, рапс яровой, серо-лесная почва, кобальт, коэффициент биологического поглощения, экологическое оценивание.

O. Ivanenko, O. Tohachynska, T. Tymochuk-Martsenyuk

## TRANSLOCATION OF COBALT IN THE AGRICULTURAL PLANTS

*The results of studies on the impact of technology growing soybeans, spring wheat and spring rape the content of mobile forms of cobalt in soil and vegetative and generative organs of plants. A coefficients of biological absorption, established the relationship between the content of cobalt in the vegetative and generative organs of agricultural crops and the number of its soil.*

*Carried out environmental assessment technologies for growing soybeans, spring wheat and spring rape for sanitary indicators. It is proved that the accumulation of cobalt in the generative organs agricultural crops observed in the following order: soybean > spring wheat > spring rape.*

**Key words:** soybeans, spring wheat, spring rape, gray forest soil, cobalt, biological absorption coefficient, the environmental assessment.

П. И. Трофименко, Н. В. Трофименко, Е. В. Зубова, И. Ф. Карась

## ЗАПАСЫ ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ ПОЛЕСЬЯ УКРАИНЫ

*В статье освещена проблема учета запасов органического углерода в дерново-подзолистых почвах Полесья Украины в разрезе регионов. В работе дана опосредованная оценка отдельным регионам Полесья относительно их потенциальной роли в контексте участия в углеродном балансе биосферы.*

*В статье показано, что крупнейшие запасы органического вещества, содержащиеся в гумусовых горизонтах дерново-подзолистых почв пахотных земель, накоплены в Житомирской и Черниговской областях и составляют 61,8 Мгт, что соответствует >50% от общего его объема  $C_{org}$  в названных грунтах Полесья Украины.*

**Ключевые слова:** гумусовый горизонт, минерализация органического вещества, дегумификация почв, методология ДЗЗ, углеродный режим, пахотный слой.

P. Trofimenko, N. Trofimenko, O. Zubova, I. Karas

## ORGANIC CARBON STOCKS IN THE SOD-PODZOLIC ARABLE SOILS OF UKRAINIAN POLESIE

*This article describes the problem of reserves accounting of organic carbon in Ukraine Polesie sod-podzolic soils within regions. The paper provided an indirect assessment of separate Polesie regions on their potential role in the context of involvement in the biosphere carbon balance.*

*The article shows that the largest availability of organic matter contained in arable land humus of sod-podzolic soils, accumulated in Zhytomyr and Chernihiv regions and accordingly are 61,8 megatonnes, representing more than 50% of its total volume of  $C_{org}$  in mentioned Ukraine Polesie soils.*

**Key words:** humic layer, mineralization of organic matter, soil dehumidification, the methodology of remote sensing, carbon regime, topsoil.

М. С. Мороз

## БІОЛОГІЧНА АКТИВНІСТЬ НАНОАКВАХЕЛАТУ МАРГАНЦЮ У ШТУЧНІЙ ДІЄТІ ДЛЯ *PODISUS MACULIVENTRIS* SAY

*Встановлено, що на фоні активації загального метаболізму оптимальні концентрації наноаквахелату Mn формують захисні реакції, спрямовані на зменшення наслідків негативного впливу абіотичних чинників. І навпаки, високі концентрації наноаквахелату Mn порушують активацію захисних реакцій, знижують процеси метаболізму *Podisus maculiventris* Say.*

**Ключові слова:** генетичні ресурси, промислові культури, гемоцити, еноцидоїди, наноаквахелат Mn, *Podisus maculiventris* Say.



Н. С. Мороз

## БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ НАНООКВАХЕЛАТА МАРГАНЦА В ИСКУССТВЕННОЙ ДИЕТЕ ДЛЯ *PODISUS MACULIVENTRIS* SAY

Установлено, что на фоне активации общего метаболизма оптимальные концентрации нанооквахелата Mn формируют защитные реакции, направленные на уменьшение последствий негативного влияния абиотических факторов. И наоборот, высокие концентрации нанооквахелата Mn нарушают активацию защитных реакций, снижают процессы метаболизма *Podisus maculiventris* Say.

**Ключевые слова:** генетические ресурсы, промышленные культуры, гемоциты, еноцидоиды, нанооквахелат Mn, *Podisus maculiventris* Say.

О. А. Дереча, А. В. Бакалова

## ЭФЕКТИВНОСТЬ СОВМЕСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ И ФУНГИЦИДОВ НА СМОРОДИНЕ ЧЕРНОЙ ПРОТИВ АНТРАКНОЗА

Среди грибных болезней смородины черной наиболее вредоносной является антракноз, который в благоприятные годы уменьшает урожайность и качество ягод смородины черной в 3–4 раза. Результаты наших исследований свидетельствуют о том, что применение микроэлементов и фунгицидов на смородине черной сорта Санюта против антракноза обеспечивает уменьшение развития болезни на 13,8 %, а распространенность – 55,9 %. При этом, повышается урожайность ягод от 0,6 до 1,2 т/га, чистая прибыль увеличивается от 38005 до 50260 грн /га, при окупаемости затрат от 2,8–3,2 раза.

**Ключевые слова:** смородина черная, антракноз, ягодоводство, структура, микроэлементы, фунгициды, урожайность, эффективность, окупаемость, фитопатоген.

O. Derecha, A. Bakalova

## EFFICIENCY OF JOINT APPLICATION OF MICROELEMENTS AND FUNGICIDES ON BLACK CURRANT AGAINST ANTHRACNOSE

Among berry plants, the leading place is given to currant – one of the most spread in Ukraine. Among fungus diseases of black currant, the most hazardous is anthracnose, which decreases the yield of the crop and quality of berries of black currant in 3-4 times. The results of our examinations certify that the application of microelements and fungicides onto black currant, Saniuta variety, against anthracnose, ensuring the decrease of development of the disease for 13.8 %, and spreading – for 55.9. Herewith the yield of berries from 0.6 to 1.2 t/ha, net profit totals from 38005-50260 UAH/ha at self-cost of 2.8-3.2 times.

**Key words:** black currant, anthracnose, berry plants growing, structure, microelements, fungicides, yield, efficiency, self-cost, phytopathogene.

М. М. Ключевич

**РАЗВИТИЕ МИКОЗОВ ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО В ЗАВИСИМОСТИ  
ОТ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ И СИСТЕМ ЗАЩИТЫ В ПОЛЕСЬЕ УКРАИНЫ**

Исследовано этиологию основных болезней тритикале озимого в агроценозах Полесья Украины. Установлено развитие микозов культуры в зависимости от применения систем удобрения и защиты растений. Показано увеличение развития болезней листьев тритикале после внесения  $N_{30}P_{90}K_{90} + N_{30}$  (29-й этап) +  $N_{30}$  кг д. р./га (37-й этап) и  $N_{30}P_{40}K_{140} + N_{30}$  (29-й этап) +  $N_{30}$  (37-й этап) +  $N_{30}$  кг д. р./га (51-й этап) при минимальной и комплексной системе защиты культуры. Установлено, что совместное применение системы удобрения тритикале озимого:  $N_{30}P_{40}K_{140} + N_{30}$  (29-й этап) +  $N_{30}$  и Хлормекват-хлорид 750, в. р., 1,5 л (37-й этап) +  $N_{30}$  кг д. р./га (51-й этап) и комплексной его защиты (протравливание семян препаратом Ламардор 400 FS, ТН, 0,15 л / т, опрыскивание посева на 31-м этапе развития растений гербицидом Эллай Супер, 70, в. г., 0,015 кг / га и фунгицидом Талиус 20 к. э. 0,15 л / га) обеспечивает контроль развития мучнистой росы на уровне 1,6; бурой листовой ржавчины – 1,4; септориоза листьев – 5,3; корневых гнилей – 0,4 % и увеличение урожая зерна – на 1,71 т / га.

**Ключевые слова:** тритикале озимое, грибные болезни, минеральные удобрения, гербицид, фунгицид, урожайность зерна.

М. Kluchevich

**DEVELOPMENT OF MYCOSES OF WINTER TRITICALE DEPENDING ON  
MINERAL NUTRITION AND SYSTEMS OF PROTECTION IN UKRAINIAN POLISSIA**

The etiology of main diseases of winter triticales in agrocoenosis of Ukrainian Polissia was examined. There was observed the development of mycoses depending on application of systems of fertilization and plant protection. The increase in development of leaf diseases of triticales was observed after application of  $N_{30}P_{90}K_{90} + N_{30}$  (29<sup>th</sup> stage) +  $N_{30}$  kg of act. mat./ha (37<sup>th</sup> stage) and  $N_{30}P_{40}K_{140} + N_{30}$  (29<sup>th</sup> stage) +  $N_{30}$  (37<sup>th</sup> stage) +  $N_{30}$  kg of act. mat./ha (51<sup>st</sup> stage) under conditions of minimal and complex systems of plant protection. It was found that the combined application of fertilization system of winter triticales:  $N_{30}P_{40}K_{140} + N_{30}$  (29<sup>th</sup> stage) +  $N_{30}$  and Chlormequat chloride 750, aqueous solution, 1,5 l (37<sup>th</sup> stage) +  $N_{30}$  kg of act. mat./ha (51<sup>st</sup> stage) and its complex protection (seed disinfection with the preparation Lamardor 400 FS, TH, 0,15 l/t, spraying the crops on the 31<sup>st</sup> stage of plant development with the herbicide Ellay Super, 70, water soluble granules, 0,015 kg/ha, and fungicide Talius 20 e.c., 0,15 l/ha.) ensures the control of development of powdery mildew on the level of 1,6 %; leaf rust – 1,4 %; Septoria leaf blotch – 5,3 %; root rot - 0,4 % and increase in grain yield at 1,71 t/ha.

**Key words:** winter triticales, fungal disease, mineral fertilizers, herbicide, fungicide, grain yield.

В. В. Гамаюнова, В. Ф. Дворецкий

**ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ЯРОВЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ПУТЕМ  
ОПТИМИЗАЦИИ ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ СТЕПИ УКРАИНЫ**

В статье приведены результаты исследований по изучению эффективности обработки посевов яровых пшеницы и тритикале современными рострегулирующими препаратами в условиях южной Степи Украины на черноземе южном.

Експериментально доказано, что их применение при невысокой дозе минеральных удобрений  $N_{30}P_{30}$  по фону внесения до сева практически обеспечивает получение урожайности зерна на таком же уровне, как и проведение подкормки азотным удобрением в дозе  $N_{30}$ .

Установлено, что яровые зерновые культуры пшеница и тритикале существенно повышают зерновую продуктивность при внесении минеральных удобрений. Так, по фону внесения  $N_{30}P_{30} + N_{30}$  в подкормку в начале выхода растений в трубку зерна пшеницы яровой в среднем за два года сформировано 3,07 т / га, тогда как без удобрений 1,57 т / га, а зерна тритикале в соответствии 3,47 и 2,07 т/га.

Стабильный прирост урожайности обеспечивает обработка посевов исследуемых яровых культур современными рострегулирующими препаратами Эсорт и Д2.

**Ключевые слова:** тритикале яровое, пшеница яровая, урожайность зерна, подкормка растений, рострегулирующие препараты, ресурсосбережение.

V. Gamayunova, V. Dvoretzkiy

## THE INCREASING OF PRODUCTIVITY OF SUMMER GRAIN CROPS BY OPTIMIZING PLANT NUTRITION IN THE CONDITIONS OF UKRAINE SOUTHERN STEPPE

In this article are shown the results of researches about the study of efficiency of treatment of sowing summer wheat and triticale by modern growth regulating substances in the conditions of south steppe of Ukraine on the south black soil. It is experimentally well-proven that application of the said before mean of bringing a not high dose of mineral fertilizers –  $N_{30}P_{30}$  to sowing practically provides the receipt of the productivity of grain at the same level, as well as realization of sign up the nitrogen (urea) fertilizer in a dose  $N_{30}$ .

It is set that summer wheat and triticale, substantially promote the grain-growing productivity by applying of mineral fertilizers. Thus, by the background of making  $N_{30}P_{30} + N_{30}$  in nutrition early exit tube plants in summer wheat on average for two years are formed 3,07 t / ha, while without fertilizer 1,57 t / ha and triticale under 3,47 and 2,07 t / ha.

Proper treatment provides increase of crops yield of studied summer crops by means of modern growth regulating substances escort and D2.

**Key words:** summer triticale, summer wheat, productivity of grain, plant nutrition, modern growth regulating substances, resources - saving technologies.

В. В. Гамаюнова, А. А. Литовченко, Н. Н. Музыка

## ЗНАЧЕНИЕ ПРЕДШЕСТВЕННИКА У ФОРМИРОВАНИИ ЗЕРНОВОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ОЗИМЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ СТЕПИ УКРАИНЫ

В статье приведены данные исследований с озимыми культурами: пшеницей, ячменем, рожью и тритикале по влиянию на урожайность их зерна предшественника, фона питания, погодно-климатических условий года возделывания и сортовых особенностей.

Установлено, что, независимо от климатических условий года, наиболее высокой зерновая продуктивность всех исследуемых культур формируется при размещении их по черному пару. По другим предшественникам, а именно – по стерневому (пшенице

озимой) и по кукурузе на силос, урожайность зерна, по сравнению с паром, снижается, однако в оптимальные по увлажнению годы разница в уровнях урожайности между предшественниками практически нивелируется.

Применение минеральных удобрений по естественному фону предшественника способствует существенному увеличению урожайности зерна всех взятых на изучение озимых культур: пшеницы – 35,5 %, ячменя – 15,8 %, ржи – 23,5 % и тритикале – 31,2 % в среднем по исследуемым сортам. Вместе с тем, при возделывании озимых по фону удобренного предшественника, значительно улучшается качество зерна, например, возрастает содержание в нем белка и клейковины, увеличивается масса 1000 семян. Зерно пшеницы озимой при проведении внекорневой подкормки  $N_{30}$  в форме карбамида в период колошения по качественным показателям соответствует III–I классам.

**Ключові слова:** предшественник, озимая пшеница, ячмень, рожь, тритикале, сорта, фон питания, урожайность зерна.

V. Gamayunova, A. Litovchenko, N. Muzyka

## THE MEANING OF FORECROP IN FORMATION OF PRODUCTIVITY OF WINTER CROPS IN THE SOUTHERN STEPPE OF UKRAINE

The article presents a researching material about winter crops: wheat, barley, rye and triticale by influence on the productivity of their grain forecrop, form of nutrition, a year weather climatic conditions of cultivation and features of sorts.

It is established that irrespective of the year climatic conditions, the best grain efficiency of all studied cultures is formed by growing them on the black fallow soil. On other forecrops, namely – on the stubble crop (winter wheat) and on corn on a silo, productivity of grain in comparison with fallow decreases, however in years, optimum on humidification, the difference in productivity levels between forecrops is practically leveled.

Application of mineral fertilizers on a natural background of the forecrop promotes essential increase in productivity of grain of all winter crops which are taken in the research: wheat – for 35,5%, barley – for 15,8%, rye – for 23,5% and triticale – for 31,2% on average of the studied grades. At the same time at cultivation of winter crops on the background of the fertilized forecrop quality of grain considerably improves, for example, the content in it of protein and gluten increases, the mass of 1000 seeds increases.

**Key words:** forecrop, winter crops wheat, barley, rye and triticale, form of nutrition, productivity of grain.

А. Ф. Антоненко, Ю. М. Савчук

## ВЛИЯНИЕ СРОКОВ СЕВА И МИКРОУДОБРЕНИЙ НА РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ ОЗИМОГО РАПСА В УСЛОВИЯХ ПРАВОБЕРЕЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

В статье приведены результаты влияния сроков сева и микроудобрений на развитие растений озимого рапса. Установлено, что от посева и до начала зимовки накопления питательных веществ более интенсивно происходит предпосевного и внекорневого внесения микроудобрений.

*Установлен оптимальный срок посева – 21 августа. По раннему занял (11 августа) растения перерастают, а позднего (31 августа) – растения ослаблены. Как следствие, наблюдались опрелости и вымерзания неподготовленных к перезимовке растений.*

*По данным результатов исследований установлено, что у сорта рапса озимого Снежная Королева (оптимального срока посева) перед входом в зиму диаметр корневой шейки составлял 0,6–0,8 см, при оптимальной облиственности 6–8 листьев на растении. Положительные результаты получены в вариантах с предпосевной обработки семян, и внекорневой подкормки микроудобрениями Вуксал Микроплант и Вуксал Териос.*

**Ключевые слова:** рапс озимый, срок посева, микроудобрение, зимостойкость, корневая шейка, вегетация.

**A. Antonenko, Yu. Savchuk**

## **INFLUENCE OF SOWING AND FERTILIZERS PLANT DEVELOPMENT UNDER RAPE RIGHT BANK FOREST-STEPPE UKRAINE**

*The results of the effect of sowing dates and micronutrients in the development of plants of winter rape. It was found that by sowing and before the winter accumulation of nutrients takes place more intensively preplant application and foliar micronutrients.*

*The optimal sowing period – 21 August. In early won (11 August), the plants grow, and later (31 August) - the plants are weakened. As a consequence, there was a diaper rash and freezing unprepared for overwintering plants.*

*According to the results of research established that the varieties of winter oilseed rape Snihova Koroleva (optimal sowing period) before entering the winter root collar diameter of 0,6 – 0,8 cm, the optimal oblistvlenosti 6–8 leaves on the plant. Positive results were obtained in variants with pre-sowing seed treatment and foliar feeding microfertilizers Wuxal Mikroplant and Wuxal Terios.*

**Key words:** winter rape, sowing time, microfertilizer, winter hardiness, root collar, vegetation.

**А. Н. Данильченко, Г. А. Жатова**

## **УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО СЕМЯН КОРМОВЫХ БОБОВ И ЧЕЧЕВИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИНОКУЛЯЦИИ БАКТЕРИАЛЬНЫМИ ПРЕПАРАТАМИ И ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ**

*Приведены результаты исследований по изучению влияния элементов технологии выращивания на формирование симбиотического аппарата, урожайность и качество семян кормовых бобов и чечевицы. Зафиксировано влияние инокуляции семян бактериальным препаратом на основе азотфиксирующих микроорганизмов на фоне соответствующих доз удобрений как одного из важных элементов технологии выращивания для получения высоких урожаев бобовых культур в условиях северо-восточной Лесостепи Украины.*

**Ключевые слова:** кормовые бобы, чечевица, инокуляция, минеральные удобрения, клубеньковые бактерии, урожайность, белок.

A. N. Danilchenko, G. A. Zhatova

## YIELD AND SEED QUALITY OF BEANS AND LENTILS DEPENDING ON BACTERIAL INOCULATION AND FERTILIZATION

*The research results concerning the influence of elements cultivation technology on the formation of the symbiotic system, yield and quality of beans and lentils seed were presented.*

*It was fixed the impact of inoculation with bacterial substance (based on nitrogen-fixing bacteria) and mineral fertilizers application as the important element of cultivation technology of legume crops in the conditions of North-East Forest-Steppe of Ukraine.*

**Key words:** beans, lentils, inoculation, fertilizers, nodule bacteria, yield capacity, protein.

В. А. Нидзельский

## АГРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КОРМОВЫХ БОБОВ

*В статье приведены результаты исследований сроков посева и глубины заделки семян бобов кормовых сорта Билун и влияние на них погодных условий ранневесеннего периода за годы исследований. Одной из причин, сдерживающей распространение бобов кормовых, является их капризность к почвенно-климатическим условиям региона выращивания. Капризность прослеживается в отношении к почвам, которые должны быть плодородными, с достаточным содержанием извести и нейтральной реакцией почвенного раствора, а также отношении температур, которые должны быть умеренными, без резких колебаний в течение вегетационного периода (оптимальная температура 20°C). Недостаток влаги, особенно в период образования бобов, приводит к резкому снижению урожайности. Поэтому, детальное изучение растений бобов кормовых в сортовой плоскости и их реакция на применение технологических элементов под воздействием погодных условий региона выращивания даст возможность раскрытия потенциала их производительности, целесообразности их выращивания и места в структуре посевных площадей Украины.*

**Ключевые слова:** бобы кормовые, сроки посева, глубина заделки семян, погодные условия.

V. A. Nidzelskiy

## AEROBIOLOGICAL RECEPTIONS OF TILL OF FORAGE BOBS

*The results of studies and the timing of sowing depth of seeding broad beans varieties "Bilun", and the impact of weather conditions on them early spring period of years of research.*

*Attractive advantage of broad beans as legumes is that they coexist in symbiosis with nodule bacteria able to fix free nitrogen air leaving the soil from 65 to 95 kg, depending on the length of the growing season, freely available nitrogen, which makes them valuable a precursor for other crops.*

*The global area under crops of beans is about 5 mln. Ha in Ukraine - 5 thousand. Ha. One of the reasons holding back distribution of broad beans is their quaintness to the soil and climatic conditions of the region growing. Moodiness seen in relation to the soil to be fertile with plenty of lime content and neutral reaction soil Roshchina. In relation to the temperature to be moderate, without sharp fluctuations during the growing season (the optimum temperature 20°C). With regard to water, the lack of which, especially during the formation of*

the beans, leading to a sharp decrease in yield. Therefore, a detailed study of broad beans plants in varietal plane, and their reaction to the use of technological elements under the influence of weather conditions in the region growing, will enable the potential disclosure of their performance and prove the expediency of the cultivation and distribution in the structure of sowing areas in Ukraine.

**Key words:** the Forage bobs, terms of sowing, depth of sealing-off of seed, influence of weather terms.

П. У. Ковбасюк, М. В. Бойко

## ВЫСОКОУРОЖАЙНЫЕ ЛЮЦЕРНО-ЗЛАКОВЫЕ ТРАВΟΣМЕСИ В ИНТЕНСИФИКАЦИИ И БИОЛОГИЗАЦИИ КОРМОПРОИЗВОДСТВА

*В статье приведены результаты исследований за 2013–2015 гг. По формированию высокопродуктивных люцерно-злаковых травостоев в зависимости от их состава и способа посева. Изучено влияние элемента технологии (полосные посевы) на густоту, листовую поверхность, ботанический состав, сохранение люцерны и урожайность надземной массы. Установлено, что, в одинаковых условиях роста, высокую урожайность травосмеси обеспечивали при полосном способе посева 36,8–47,1 т/га зеленой массы и 7,1–9,5 т/га сухой массы. Наименьшую урожайность травосмеси формировали при посеве их не полосами 30,8–39,8 т/га зеленой массы и 6,2–8,7 т/га сухой массы. Установлено, что полосные посевы обеспечивали высокую урожайность за счет сохранения и продления долголетия люцерны, вызывая при этом максимальную реализацию биологического потенциала травостоя.*

**Ключевые слова:** люцерно-злаковые травостои, полосной способ сева, листовая поверхность, ботанический состав, азотфиксация травостоя, химический состав, производительность, обеспечение кормовой единицы протеином.

P. U. Kovbasyuk, M. Boiko

## HIGH-PRODUCTIVE TO THE CEREAL OF ALFALFA-CEREAL MIXTURES INTENSIFICATIONS AND INBIOLOGIZING OF PRODUCTION SCIENCE

*To the article the results of researches are driven for 2013–2015 from forming of high-performance alfalfa-cereal mixtures depending on their composition and method of sowing. Influence of element of technology (band sowing) is studied on density, puff surface, botanical composition, maintenance of alfalfa and productivity of above-ground mass. It is set that in the equal terms of increase, the greatest productivity of alfalfa-cereal mixtures to provide at the band method of sowing of 36,8–47,1 t/ha and green mass and 7,1–9,5 t/ha and dry mass. The least productivity of alfalfa-cereal mixtures was formed at sowing their not stripes of 30,8–41,7 t/ha and green mass and 6,2–8,7 t/ha and dry mass. It is set that the band sowing provided the greatest productivity due to maintenance and lengthening of longevity of alfalfa, predetermining maximal realization here, biological potential of mixtures.*

**Keywords:** alfalfa-cereal mixtures, band method of sowing, puff surface, botanical composition.

А. Б. Марченко

**ИММУНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КОЛЛЕКЦИОННЫХ СОРТООБРАЗЦОВ  
CALLISTEPHUS CHINENSIS L. NESS.  
ПРОТИВ FUSARIUM OXYSPORUM SCHLECHT**

По результатам иммунологической оценки коллекционных сортобразцов *C. chinensis* L. Ness. установили, что генотипы имеют различную устойчивость к фузариозному увяданию, но преимущество имеет группа практически устойчивы ( $R +$ ) – 44,3 % образцов, среднестойкие ( $S /$ ) и иммунные ( $R$ ) – 24,9 и 23,3 %, соответственно, восприимчивы ( $S$ ) – 5,3 % и очень восприимчивы ( $S +$ ) – 2,2 %. В разрезе классов распределение сортобразцов по типу реакции устойчивости к фузариозному увяданию было таким: Язычковые: ( $R$ ) – 20,2 %, ( $R +$ ) – 48,9 %, ( $S /$ ) – 23,4 %, ( $S$ ) – 5,3 %, ( $S +$ ) – 2,2 %; Переходные – ( $R$ ) – 26,4 %, ( $R +$ ) – 47,2 %, ( $S /$ ) – 26,4 %. По результатам иммунологического анализа сортобразцов предложено для дальнейшей селекционной работы по устойчивости к фузариозному увяданию сортобразцы, которые на природном инфекционном фоне имеют высокий уровень стабильности признака «полигенная устойчивость».

**Ключові слова:** *Fusarium oxysporum* Schlecht., *Callistephus chinensis* L. Ness., коефіцієнт агрономічної стабільності, генотипи імунні, практично стійкі, середньостійкі, сприйнятливі, дуже сприйнятливі.

A. Marchenko

**IMMUNOLOGIC ASSESSMENT OF COLLECTION SAMPLES CALLISTEPHUS  
CHINENSIS L. NEES. AGAINST FUSARIUM OXYSPORUM SCHLECHT**

According to the results of immunologic assessment of collection samples *C. chinensis* L. Ness we have found that genotypes have various resistance to *Fusarium* wilt though the most numerous are practically stable ( $R +$ ) – 44,3 % group of samples, midstable ( $S /$ ) and immune ( $R$ ) – 24,9 and 23,3 %, respectively, susceptible ( $S$ ) – 5,3 % and very susceptible ( $S +$ ) – 2,2 %. In terms of grade distribution of the samples the type of reaction to *Fusarium* wilt resistance was as follows: reed ( $R$ ) – 20,2 %, ( $R +$ ) – 48,9 %, ( $S /$ ) – 23,4 %, ( $S$ ) – 5,3 %, ( $S +$ ) – 2,2 %; transitional – ( $R$ ) – 26,4 %, ( $R +$ ) – 47,2 %, and ( $S /$ ) – 26,4 %. According to the results of immunologic analysis of the samples we have suggested the ones of high stability characteristics "polygenic resistance" to be used for further selection for resistant to *Fusarium* wilt.

С. Н. Вьюнцов

**ФОРМИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА  
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ  
МИКРОБНОГО ПРЕПАРАТА ПОЛИМИКСОБАКТЕРИН**

В современном земледелии существует агроэкологическое направление, которое предусматривает применение новых технологий выращивания сельскохозяйственных культур, обеспечивающих получение экологически чистой и биологически полноценной продукции растениеводства. Высокую экологическую и экономическую эффективность



этих технологий обуславливают микробные препараты, которые способны улучшать азотное и фосфорное питание растений.

По результатам исследований было установлено, что применение микробного препарата полимиксобактерина, для бактеризации семян, положительно влияет на структуру урожая льна-долгунца. Что в конечном итоге позволило получить достоверные приросты урожая льнопродукции: соломы 2,0 т / га и семян 0,16 т / га.

**Ключевые слова:** лён-долгунец, бактеризация семян, микробный препарат, полимиксобактерин, урожайность.

S. Vyuntsov

## FORMATION OF PRODUCTIVITY OF FLAX, DEPENDING ON THE USE OF MICROBIAL DRUG POLIMIKSOBAKTERIN

In modern agriculture, there agroecological direction, which provides for the application of new technologies in growing crops, providing production of ecologically pure and biologically high-grade crop production. Highest environmental and economic efficiency of these technologies are responsible for microbial agents which are able to improve nitrogen and phosphorus nutrition of plants.

For results doslidzhen vstanovleno Bulo, scho zastosuvannya mikrobnogo drug polimiksobakterinu for bakterizatsii Nasinnya positively on the structure vplivae vrozhayu Lion-dovguntsya. Scho in kintsevomu rezultati gave mozhlivist otrimati dostovirni gains harvest lonoproductsii: Straw – 2.0 t / ha, Nasinnya – 0.16 t / ha.

**Key words:** fiber flax, bacterization seeds, microbial drug polimiksobakterin, productivity.

В. Г. Дидора, И. Ю. Деробон, Л. Д. Саврасых

## ФАКТОРЫ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ ЗА ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ СОИ

Установлено, что оптимальной нормой посева раннеспелых сортов сои, на светло-серых почвах, является: – 800 тыс. шт./га, которая обеспечивает формирование оптимальной площади литовок поверхности, фотосинтетического потенциала и чистой продуктивности фотосинтеза. За счет интенсивного развития бульбочковых бактерий в почве накапливается 118 кг. биологического азота, что эквивалентно 347 кг аммиачной селитры стоимостью 3296 грн/га .

**Ключевые слова:** сорта, сроки, нормы посева, температура почвы, урожайность, биологический азот.

V. Didora, I. Derebon, L. Savrasih

## FACTORS OF FERTILITY-IMPROVING SOIL FOR STUDY ELEMENTS OF TECHNOLOGY GROWING SOY

It was found that the optimum seeding rate of early maturing varieties of soybean on light - gray soils, is: – 800 thousand units / ha, which ensures the formation of optimum leaf area, photosynthetic potential and net photosynthetic productivity.

Due to the intensive development nitrogen-fixing bacteria in the soil accumulates 118 kg. biological nitrogen, which is equivalent to 347 kg of ammonium nitrate value of 3296 UAH / ha.

**Key words:** varieties, timing, seeding rate, soil temperature, yield, biological nitrogen.

В. Г. Куян, И. М. Евтушок, Н. В. Марциновский

## СОСТОЯНИЕ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ЖИТОМИРЩИНЫ И ПУТИ ОПТИМИЗАЦИИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

*Кратко охарактеризовано состояние земельных ресурсов и почв Житомирской области, в частности особенности их использования. Земельный фонд Житомирской области составляет 2982,7 тыс. га – 4,93% от общегосударственного. В шести районах области превышены показатели распашки земель за счет естественных угодий, что привело к деградационным процессам почв. Обращено внимание на антропогенное загрязнение земельных угодий. Особенное внимание необходимо обращать на территории Полесья с подзолистыми и торфяно-болотными почвами и высокой кислотностью на которых коэффициенты перехода радионуклидов из почвы в растения достаточно значительны. Разрабатывая программы производственной деятельности нужно предусматривать работы по мониторингу уровня загрязнения территории или продукции, по результатам которых осуществлять планирование противорадиационных мероприятий. Основой сельскохозяйственного производства должны быть специализированные (фермерские) хозяйства, объединенные добровольно у кооперативы обслуживания и реализации продукции. Предлагаются мероприятия относительно улучшения экологической ситуации в АПК, основанные на результатах исследований.*

**Ключевые слова:** земельные ресурсы, антропогенное загрязнение, экологическая ситуация, тяжелые металлы, пестициды, агрохолдинги, фермерские хозяйства.

V. Kuyan, I. Yevtushok, N. Martsinovskyi

## THE CONDITION OF LAND RESOURCES IN ZHYTOMYR REGION AND THE WAYS TO OPTIMIZE THEIR USAGE

*The article summarizes the condition of land resources and soils in Zhytomyr region, the special aspects of their usage in particular. Land fund of Zhytomyr region are 2982,7 thous. ha – 4.93% of the national part. The soil plowing index is exceeded in six areas of region due to natural lands, that leads to soil degradation processes. Anthropogenic pollution of agriculturally used areas is taken into consideration. It brings to notice the territories of Polissya with high-acidity podsolis and peat-bog soils in which the coefficients of radionuclide transfer from soil to plants are significant. It must be taken into consideration the works on the pollution level monitoring of the territory or crops while the developing productive activity programs, on the results of which planning of anti-radiation measures must be done. Farms should be the basis of agricultural production united into service and marketing cooperatives. It provides the measures of improvement the environmental situation in agricultural sector based on the research data.*

**Key words:** land resources, anthropogenic pollution, environmental situation, heavy metals, pesticides, agricultural holdings, farm enterprises.

Н. А. Макаренко, Л. В. Рудницкая

## ЦИТОТОКСИЧНОСТЬ НАНОПРЕПАРАТОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

*В статье рассматриваются вопросы цитотоксичности нанопрепаратов, применяемых для улучшения условий питания сельскохозяйственных растений.*

*Исследована токсичность наноагрохимикатов: Аватар-1 отечественного производства, размеры НЧ элементного состава которого составляют 25,8 – 40 нм, и Nano-Gro, производителем которого является компания Agro Nanotechnology Corp (США) с размером НЧ 90 нм. Результаты исследования цитотоксического эффекта на клетках Allium сера L. показали, что использование нанопрепаратов привело к нарушению структуры хромосом, повреждению митотического веретена, изменению хромосом на веретене деления. Показано, что токсичность НЧ непосредственно связана с их размерами, что обуславливает значительную химическую активность и высокую способность к проникновению. Токсическое действие Аватара-1 по сравнению с Nano-Gro, проявлялось сильнее, что может быть связано с меньшим размером НЧ, которые входят в его состав.*

**Ключевые слова:** нанопрепарат, цитотоксичность, биотестирования, Allium сера L., митотический индекс.

N. Makarenko, L. Rudnitska

## CYTOTOXICITY NANOPREPARATIONS USED IN PLANT GROWING

*The article deals with the cytotoxicity of nanopreparations witch use to improve agricultural plants research. Investigated the toxicity of nanoagrochemicals: Avatar - 1 domestic production, the size of bass element composed of up to 25,8 – 40 nm and Nano-Gro, whose manufacturer is the company Agro Nanotechnology Corp (USA) with a size of 90 nm NP. Rezultaty cytotoxic effecton the cells of Allium cepa L. showed that the use nanopreparations has disrupted the structure of chromosomes, mitotic spindle damage and change the behavior of chromosomes to the spindle. It is shown that NP toxicity is directly related to their size, which causes a significant chemical activity and high penetration ability. Toxic effects of Avatar-1, compared with Nano-Gro, manifested more that could be due to smaller size bass that are part of it.*

**Key words:** nanopreparations, cytotoxicity, bioassay, Allium cepa L., mitotic index.

В. А. Власенко, Е. Н. Осьмачко

## ХАРАКТЕРИСТИКА УРОЖАЙНОСТИ КОМЕРЧЕСКИХ СОРТОВ ПШЕНИЦЫ МЯГКОЙ ОЗИМОЙ, РАЗНОГО ЭКОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ, В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

*Представлен анализ гидротермического режима за 2012–2015 вегетационные года в условиях северо-восточной Лесостепи Украины, что позволило оценить образцы пшеницы мягкой озимой, различного эколого-генетического происхождения, по потенциальной урожайности и определить норму реакции. С помощью двухфакторного*

дисперсионного анализа доказано, что генотип сорта статистически наиболее значимо влияет на увеличение урожайности зерна. Урожайность озимой пшеницы существенно меняется в зависимости от погодных условий вегетационного года. Самый высокий уровень средней урожайности в опытах образцы сформировали в 2014 гг. – 771 г/м<sup>2</sup>, с варьированием от 1336 г/м<sup>2</sup> (max) до 282 г/м<sup>2</sup> (min). Наилучшие результаты наблюдались по трем годам исследований у подавляющего большинства сортов, относящихся к лесостеповому экотипу, в частности – Святкова, Лэгэнда мыронивська, Свитанок мыронивський, Ювіляр мыроновський, Пысанка, Мыронивська 65, Лисова писня и другие.

**Ключевые слова:** пшеница озимая, сорта, урожайность, пшенично-ржаные транслокации.

V. Vlasenko, O. Osmachko

## THE CHARACTERISTICS OF YIELD OF SOFT WINTER WHEAT COMMERCIAL SORTS OF DIFFERENT ECOLOGICAL-GENETIC ORIGIN UNDER THE CONDITIONS OF NORTH-EAST FOREST STEPPE OF UNRAINE

The analysis of hydrothermic regime within 2012-2013 vegetative years under the conditions of north-east forest steppe of Ukraine is presented. It gives an opportunity to assess the patterns of soft winter wheat of different ecological-genetic origin according to the potential yield and to define the norm of reaction. With the help of two-factor variance analysis it is proved that statistically the sort genotype influences significantly the growth of grain yield. The soft winter wheat yield varies greatly depending on weather conditions of vegetative year. The highest level of average yield in the researches the patterns formed in 2014 – 771 g/sq.m., with variation from 1336 g/sq.m. (max) to 282 g/sq.m. (min). The best results were observed during three years of researches in the most sorts which refer to forest-steppe ecotype, namely – Sviatkova, Lehenda myronivschiny, Svitanok myronivschiny, Pysanka, Myronivska 65, Lisova pisnia and others.

**Key words:** winter wheat, sorts, yield, wheat-rye translocations.

В. Г. Куян

## ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ ПЛОДОВ СЛИВЫ В РАЗНЫХ ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Изложено основные особенности интенсификации технологий выращивания плодов сливы в различных почвенно-климатических условиях на основании анализа достижений отечественной и зарубежной науки и передового производственного опыта, а также длительных исследований автора. Отмечено неотлагательную необходимость совершенствования технологий, обеспечивающих получение высоких (до 40 т/га и больше), экологически безопасных урожаев.

**Ключевые слова:** слива, урожайность, качество плодов, интенсификация

V. Kuyan

## THE INTENSIFICATION OF TECHNOLOGIES OF GROWING PLUM FRUITS UNDER VARIOUS SOIL AND CLIMATIC CONDITIONS

The paper presents the basic characteristics of the intensification of technologies of growing plum fruits under various soil and climatic conditions on the basis of the analysis of

domestic and foreign scientific achievements and advanced production experience as well as the author's long-term research. It also draws attention to the pressing necessity of the improvement of technologies ensuring high (up to 40 t./ha and more), ecologically safe yields.

**Key words:** prunus, productivity, fruits quality, intensification

Ф. С. Аль-Араджи, И. Н. Громов, Е. И. Большакова, С. П. Герман, М. М. Быковская

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ «ТЕРРАРИЧ-АНТИТОКС» ПРИ МИКОТОКСИКОЗАХ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

Скармливание цыплятам корма, экспериментально контаминированного токсинами грибов (афлатоксин В1, Т-2 токсин, деоксиниваленол, зеараленон, охратоксин, фумонизины) приводит к развитию у цыплят постовариальной гипотрофии, существенных морфологических изменений в печени и почках, наиболее выраженных в 29–36-дневном возрасте. Иммунизация цыплят вирус-вакциной против инфекционной бурсальной болезни из штамма «Винтерфильд 2512» на фоне экспериментального хронического сочетанного микотоксикоза усиливает тяжесть патоморфологических изменений в указанных органах. Применение цыплятам энтеросорбента «ТЕРРАРИЧ-АНТИТОКС» профилактирует явления гипотрофии, структурных изменений со стороны паренхимы печени и почек.

**Ключевые слова:** энтеросорбент, микотоксины, клинические признаки, патоморфологические изменения, печень, почки, цыплята, вакцинация, инфекционная бурсальная болезнь.

Ф. С. Аль-Араджи, І. М. Громов, О. І. Большакова, С. П. Герман, М. М. Биковська

## ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ «ТЕРРАРИЧ-АНТИТОКС» ПРИ МІКОТОКСИКОЗАХ КУРЧАТ-БРОЙЛЕРІВ

Згодовування курчатам корму, експериментально контамінованого токсинами грибів (афлатоксин В1, Т-2 токсин, деоксініваленол, зеараленон, охратоксин, фумонізину) спричиняє розвиток у курчат постоваріальної гіпотрофії, істотних морфологічних змін у печінці та нирках, найбільш виражених у 29–36-денному віці. Імунізація курчат вірус-вакциною проти інфекційної бурсальної хвороби з штаму «Вінтерфілд 2512» на фоні експериментального хронічного поєданого мікотоксикозу підсилює тяжкість патоморфологічних змін у зазначених органах. Застосування курчатам ентеросорбенту «ТЕРРАРИЧ-АНТИТОКС» профілактує явища гіпотрофії, структурних змін із боку паренхіми печінки та нирок.

**Ключові слова:** ентеросорбент, мікотоксини, клінічні ознаки, патоморфологічні зміни, печінка, нирки, курчата, вакцинація, інфекційна бурсальна хвороба.

Ф. С. Аль-Араджи, И. Н. Громов, Е. И. Большакова, С. П. Герман, М. М. Быковская

## ВЛИЯНИЕ «ТЕРРАРИЧ-АНТИТОКС» НА ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ И ИММУНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЦЫПЛЯТ, ВАКЦИНИРОВАННЫХ ПРОТИВ ИНФЕКЦИОННОЙ БУРСАЛЬНОЙ БОЛЕЗНИ НА ФОНЕ МИКОТОКСИКОЗА

В статье рассматривается влияние энтеросорбента «ТЕРРАРИЧ-АНТИТОКС» на гематологические и иммунологические показатели цыплят, вакцинированных против инфекционной бурсальной болезни (ИББ) на фоне экспериментального хронического

ассоциативного микотоксикоза. Установлено, что скормливание цыплятам корма, контаминированного токсинами грибов (афлатоксин В1, Т-2 токсин, деоксиниваленол, зеараленон, охратоксин, фумонизины) приводит к развитию у цыплят лейкопении и эритропении. Сходные, но более выраженные изменения гематологических показателей, отмечаются у цыплят, иммунизированных против ИББ на фоне экспериментального хронического сочетанного микотоксикоза. Применение цыплятам энтеросорбента «ТЕРРАРИЧ-АНТИТОКС» нормализует морфологический состав крови. Иммунизация цыплят сухой живой вирус-вакциной против ИББ из штамма «Винтерфильд 2512», на фоне хронического сочетанного микотоксикоза, не оказывает существенного влияния на показатели неспецифической иммунной реактивности и напряженность специфического поствакцинального иммунитета.

**Ключевые слова:** энтеросорбент, микотоксины, кровь, иммунная реактивность, цыплята, вакцинация, инфекционная бурсальная болезнь.

**Ф. С. Аль-Араджи, І. М. Громов, О. І. Большакова, С. П. Герман, М. М. Биковська**

## **ВЛИВ «ТЕРРАРИЧ-АНТИТОКС» НА ГЕМАТОЛОГІЧНІ І ІМУНОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ КУРЧАТ, ВАКЦИНОВАНИХ ПРОТИ ІНФЕКЦІЙНОЇ БУРСАЛЬНОЇ ХВОРОБИ НА ФОНІ МІКОТОКСИКОЗУ**

У статті розглядається вплив ентеросорбенту «ТЕРРАРИЧ-АНТИТОКС» на гематологічні та імунологічні показники курчат, вакцинованих проти інфекційної бурсальної хвороби на фоні експериментального хронічного поєданого мікотоксикозу. Встановлено, що згодовування курчатам корму, контамінованого токсинами грибів (афлатоксин В1, Т-2 токсин, деоксініваленол, зеараленон, охратоксин, фумонізینی) спричиняє розвиток у курчат лейкопенії та еритропенії. Подібні, але більш виражені зміни гематологічних показників, відзначаються у курчат, імунізованих проти інфекційної бурсальної хвороби на фоні експериментального хронічного поєданого мікотоксикозу. Застосування курчатам ентеросорбенту «ТЕРРАРИЧ-АНТИТОКС» нормалізує морфологічний склад крові. Імунізація курчат сухою живою вірус-вакциною проти інфекційної бурсальної хвороби зі штамму «Вінтерфілд 2512», на фоні хронічного поєданого мікотоксикозу, не впливає істотно на показники неспецифічної імунної реактивності і напруженість специфічного поствакцинального імунітету.

**Ключові слова:** ентеросорбент, мікотоксины, кров, імунна реактивність, курчата, вакцинація, інфекційна бурсальна хвороба.

**В. Ф. Галат, Ю. Ю. Довгий, М. Ю. Довгий**

## **РАСПРОСТРАНЕНИЕ КИШЕЧНЫХ ПАРАЗИТОЗОВ У СЕЛЬСЬКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПТИЦ В ХОЗЯЙСТВАХ ЖИТОМИРСКОЙ ОБЛАСТИ**

В результате проведенных исследований установлено, что в центральном регионе Житомирщины наиболее распространенными инвазиями кишечного тракта курей являются: нематодозы (аскаридоз, гетеракоз) и протозоозы (эймериоз). Инвазии проявлялись как смешанные, так как вызваны были исключительно двумя видами нематод с простейшими. Интенсивность инвазии имела сезонный характер.

Аскаридиозно-гетеракозная инвазия составила 57,3 %, а аскаридиозно-гетеракозно-эймериозная инвазия – 32,7%.

Наивысший показатель ЭИ зарегистрирован осенью – 33,0%, зимой – 28,5%.

Пик эймериозной инвазии весной составлял 19,7% в сравнении с летним и осенним периодами.

**Ключевые слова:** эймериоз, аскаридиоз, гетеракоз, инвазия, простейшие.

V. Galat, Yu. Dovgiy, M. Dovgiy

## DISTRIBUTION OF INTESTINAL PARASITOSIS IN POULTRY AT FARMS OF ZHITOMIR REGION

Research has established that in the Central region of Zhytomyr the most common infestations of the intestinal tract of chickens are nematodosis (ascaridae, heterakis) and protozoas (eimeriosis). Mixed infestations, as caused exclusively by two species of nematodes and protozoa. The intensity of infestation was seasonal, ascaridioze-heteracoza invasion 57.3 %, and ascaridioze-heterokosa and eimeriosa invasion – 32,7 %.

The highest extensiveness registered in fall – 33 %, in winter to 28.5 %. The peak of eimeriosa was infestation in the spring from 19.7 % in comparison with summer and autumn period.

**Key words:** eimeriosis, ascaridiosis, heteracosis, invasion, protozoa.

И. Ю. Горальская, И. А. Волкивский

## ВЛИЯНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО КОРМЛЕНИЯ ХЛОРИДА ХРОМА КРОЛИКАМ НА ИХ ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

В работе представлены результаты исследований по экспериментальному кормлению кроликам хлорида хрома и их влияние на гематологические показатели. Определено, что дополнение к основному рациону подопытных кроликов премикса с хлоридом хрома в дозе 0,4–0,8 мг/кг комбикорма положительно влияет на их функциональное состояние организма, но дозировка этого премикса 1,2 мг/кг комбикорма снижает уровень гемоглобина крови кроликов, вызывает лейкоцитоз, напряженность состояния иммунной системы, нарушение целостности клеток желчевыводящих путей и печени клеток с выходом в русло крови ферментов АсАТ, ГГТП и повышение уровня общего билирубина.

**Ключевые слова:** кролики, гематологические показатели, хлорид хрома, комбикорм.

I. Goralska, I. Volkivskij

## INFLUENCE OF FEEDING CHROMIUM CHLORIDE EXPERIMENTAL RABBITS AT THEIR HEMATOLOGIC INDICATORS

In work presents the results of research on experimental rabbits feeding chromium chloride and their effects on haematological indices. It was determined that the addition to the basic diet premix with chromium chloride dose – 0,8–0,4 mg/kg complete feed has a positive effect on the functional state of an organism, but the dosage of the premix 1,2 mg/kg complete feed reduces the level of hemoglobin of the blood of rabbits, causes leucocytosis, tension of the

immune system, violation of the integrity of the cells of the liver and biliary tract cells release into the blood enzymes ASAT, GGTP and increasing the level of total bilirubin.

**Key words:** rabbits, haematological indices, chromium chloride, complete feed.

Ю. А. Глебова, А. І. Вертийчук

## ВЛИЯНИЕ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА ПИЩЕВЫХ ЯИЦ ПРИ РАЗНЫХ СПОСОБАХ УПОТРЕБЛЕНИЯ

*Показано разные подходы относительно употребления количества пищевых яиц и доказывается возможность их увеличения в питании в сыром виде по сравнению с подготовленными в пищу. Это объясняется тем, что при термическом воздействии естественное состояние белков, аминокислот, витаминов, холестерина, ферментов и других веществ яиц изменяется и мотивируется другое взаимодействие с организмом.*

*На основании противоположных мнений ряда ученых, относительно вредности яиц и проведенного эксперимента, авторы этой работы показывают возможность значительного увеличения употребления куриных яиц в пищу человека – до 500 штук за год.*

*Сущность методики увеличения употребления пищевых яиц заключается в приеме их преимущественно в сыром виде вместо приготовленных с помощью широко распространенных термических способов (жаренья, варки), под действием которых холестерин, очевидно, трансформируется в его метаболиты, отрицательно действующих на организм человека.*

**Ключевые слова:** куриные яйца, холестерин, употребление, приготовление, термические способы, сырые продукты, разное количество, здоровье, исследование.

J. A. Glebova, A. I. Vertiychyk

## IMPACT ON HUMAN HEALTH TAKING EGGS IN DIFFERENT WAYS

*There are showed different approaches regarding the use of the number of eggs and the possibility of increasing the number of taking eggs in raw form is proved compared with prepared ones. This is explained by the fact that upon thermal exposure to natural state of proteins, amino acids, vitamins, cholesterol, enzymes and other substances of eggs motivates other interaction with the body.*

*On the basis of a number of scientists with opposite views regarding the harmfulness of eggs and the experiment the authors of this work show the possibility of a significant increase in the use of eggs for human consumption - up to 500 per year.*

*Summary methods of increasing food consumption of eggs is mainly taking them raw instead of prepared in usual thermal processes (frying, cooking) that courses the cholesterol to transform into its metabolites, which has negative effect on the human body.*

**Key words:** chicken eggs, cholesterol, eating, cooking, thermal methods, raw foods, different number, health, study.



А. И. Драгальчук, Ю. Ю. Довгий

## ВЫЖИВАЕМОСТЬ ЯИЦ ФАСЦИОЛ В ЗОНЕ ЖИТОМИРСКОГО ПОЛЕСЬЯ

Результатами исследований установлено, что жизнеспособными были яйца фасциол, которые выделяли гельминты в лабораторных условиях, весной и летом – 70,0 и 75,0 %.

В середине яиц фасциол, которые были получены от гельминтов осенью и зимой, мирацидий развивался в 55,0 и 48,0%. В связи с повышенной температурой воздуха зимой, сложились условия для перезимовывания яиц фасциол на поверхности грунтов. Часть яиц фасциол оставалась жизнеспособными на протяжении 6-8 месяцев и перезимовывала, а весной становила угрозой для заражения промежуточных хозяев (моллюсков) и распространение фасциолеза среди животных.

**Ключевые слова:** фасциолез, яйца фасциол, моллюски, промежуточные хозяева.

A. Dragalchuk, Yu. Dovgiy

## SURVIVAL OF FASCIOLA EGGS IN A MEDIUM AREA OF THE ZHYTOMYR POLISSYA

Results of the study found that the viable eggs were fasciolae that worms were isolated in laboratory conditions in spring and summer 70,0 and 75,0%.

In the middle of Fasciola eggs, which were obtained by helminths autumn and winter miracidium developed in 55,0 and 48,0%. Due to the increased air temperature in winter had to wintered eggs of Fasciola in the zone of the soil. Part of the eggs of Fasciola remained viable for 6–8 months and wintered, and in the spring were a threat to infected intermediate hosts (molluscs) and distribution of ascioliasis in animals.

**Key words:** fasciolosis, eggs of fasciola, molluscs, intermediate hosts.

Н. Н. Зажарская, В. А. Грамма

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА МОЛОКА КОЗ НЕМЕЦКОЙ БЕЛОЙ, АЛЬПИЙСКОЙ И АНГЛО-НУБИЙСКОЙ ПОРОД

Приведена сравнительная характеристика показателей качества и сыропригодности молока коз разных пород. Были отобраны индивидуальные пробы молока от 21 козы англо-нубийской, немецкой белой и альпийской пород. Лучшие показатели качества молока наблюдали у коз англо-нубийской породы – самые высокие показатели жира (2,62%), белка (3,01%), сухого обезжиренного молочного остатка (8,2%), лактозы (4,55%) и казеина (2,46%). По содержанию жира превышение у коз англо-нубийской породы было достоверным по сравнению с молоком коз альпийской породы ( $P < 0,05$ ). Также утренний удой в среднем на 1 козу этой породы был самым высоким (340 мл). Среднее содержание кальция колебалось от 94,7 до 169,8 мг / 100г, превышение у коз немецкой белой породы было достоверным по сравнению с молоком коз альпийской породы ( $P < 0,05$ ). По содержанию соматических клеток молоко изученных пород соответствовало высшему сорту по ДСТУ 7006:2009. У коз немецкой белой породы отмечали самое меньшее количество соматических клеток (271 тыс/мл), также как и лучшую сыропригодность молока.

**Ключевые слова:** козье молоко, сыропригодность, кальций, казеин, немецкая белая, англо-нубийская, альпийская.

N. Zazharska, V. Gramma

## COMPARATIVE CHARACTERISTIC OF MILK QUALITY OF GERMAN WHITE, ALPINE AND ANGLO-NUBIAN BREEDS OF GOATS

*The comparative characteristic of quality indicators and suitability for cheesemaking of milk of different breeds of goat was conducted. We selected the individual milk samples from 21 goats of Anglo-Nubian, German White and Alpine breeds. The best indicators of milk quality were observed in the Anglo-Nubian breed – the highest fat content (2.62%), protein (3.01%), dry non-fat milk solids (8.2%), lactose (4.55%) and casein (2.46%). A significant increase in the fat was found in the Anglo-Nubian and Alpine goats ( $P < 0.05$ ). Also the morning milk yield by an average of one goat of Anglo-Nubian breed was the highest (340 mL). Average calcium content ranged from 94.7 to 169.8 mg/100 g, the significant difference was found between German White and Alpine breeds of goats ( $P < 0.05$ ). As to the somatic cells count milk of all breeds was corresponded to a higher grade in accordance with DSTU 7006:2009. In German White goats the smallest somatic cells count was noted (271 thousand / ml), as well as a best suitability of milk for cheesemaking*

**Key words:** goat's milk, suitability for cheesemaking, calcium, casein, German White, Anglo-Nubian, Alpine.

В. А. Котелевич

## МЯСО КРОЛИКОВ – ВАЖНЫЙ РЕЗЕРВ ОРГАНИЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

*Обеспечению населения экологически чистыми продуктами способствует органическое производство, в т. ч. кролятины, которая является высокопитательным экологически чистым диетическим продуктом. Развитие отрасли специализированного органического мясного кролеводства для украинского населения имеет большие экономические преимущества по сравнению с другими отраслями животноводства. Сравнительным анализом качества мяса кроликов калифорнийской скороспелой и фландров установлено, что живая масса, забойный выход мяса, обмускуленность тушек зависят от породы и сезона года. Продуктивность кроликов в весенне-летний период выше, чем в осенне-зимний. Наибольшую живую и забойную массу имели 4-месячные кролики, выращенные в весенне-летний период, соответственно: бельгийский великан (фландр)  $3375 \pm 27,0$  г и калифорнийская скороспелая –  $2956,5 \pm 6,74$  г.*

**Ключевые слова:** кролятина, органическое производство, экологически чистая и безопасная, живая и забойная масса.

V. Kotelevych

## RABBIT MEAT AS THE MAIN ORGANIC PRODUCTION RESERVE

*The organic production which includes the rabbit meat that is a highly nutritional ecologically pure diet product facilitates the supply of the population with the ecologically pure products. Nowadays the development of the specialized organic rabbit meat branch has particular economic advantages for the Ukrainian industry as compared to the other branches of animal breeding. The rabbit meat comparative analysis of Kalifornia and Flandria breeds shows that the live weight, output the slaughter of muscular tissues, carcasses muscularity*

depends on the breed and season. The productivity of rabbits in spring and summer period is higher comparing with the autumn and winter one. The 4-month rabbits raised in spring and summer period gained the highest live and slaughter weight: Flander –  $3375 \pm 27.0$  g and Kalifornia –  $2956.5 \pm 6.74$  g breeds correspondingly.

**Key words:** rabbit meat, organic production, ecologically pure and safe, live and slaughter weight.

Л. В. Нагорная

## ЭКТОПАРАЗИТЫ ВОДОПЛАВАЮЩЕЙ ПТИЦЫ В УСЛОВИЯХ МЕЛКОТОВАРНОГО ВЕДЕНИЯ ОТРАСЛИ

В статье приведены данные видового и количественного состава популяции временных эктопаразитов, выявленных в результате паразитологического и эколого-эпизоотологического обследования хозяйств птицеводства по разведению водоплавающей птицы (утки, гуси). Вследствие проведения комплекса акароэнтомологических исследований было установлено наличие на обследованном поголовье членистоногих - возбудителей постоянных эктопаразитов. В отдельных хозяйствах производственные помещения были контаминированы возбудителями временных эктопаразитов, в частности, выявляли колонии красного куриного клеща *Dermanyssus gallinae*. Установлен видовой состав акароэнтомофауны. На обследованном поголовье обнаружено паразитирование маллофаг нескольких видов, доминирующими среди которых у уток были виды *Trinoton guergueduiae*, гусей – *Anaticola crassicornis*. Излюбленными местами локализации постоянных эктопаразитов были область клоаки, задняя, нижняя и боковые области, реже – подкрыльные участки.

**Ключевые слова:** эктопаразиты, утки, гуси, дерманиссиоз птицы, интенсивность инвазии.

L. Nagorna

## ECTOPARASITES OF WATER-FOWL IN PRIVATE HOUSEHOLDS

The article presents the data of species and quantitative composition of the population of temporary ectoparasites identified as a result of parasitological and ecological and epidemiological survey of poultry farms with breeding waterfowl (ducks, geese). As a consequence of the complex acaroenhtomologic studies have shown the presence of the surveyed population of arthropods - pathogens permanent ectoparasites. In some farms, production facilities were contaminated with pathogens temporary ectoparasites, in particular, revealed a colony of red chicken mite *Dermanyssus gallinae*. Established specific composition selected akaroentomofauny. In the surveyed population was found parasitizing mallofag several species, dominant among which ducks was kind *Trinoton guergueduiae*, in geese - *Anaticola crassicornis*. Favorite places localization permanent ektoparazitovbyli cloacal region, back, bottom and side areas, at least - underwing area.

**Key words:** ectoparasites, ducks, geese, bird's dermanissioz, intensity of infection.

Т. В. Полтавченко

## СОСТОЯНИЕ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ РЫБ НА КРУСТАЦЕОЗЫ В РОВЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

*Крустацеозы – болезни прудовой рыбы, возбудителями которых являются эктопаразитические ракообразные. На прудовых рыбах паразитируют представители двух рядов ракообразных: веслоногие и жаброхвостые. Паразитические рачки вызывают эпизоотии и гибель рыбы в прудовых хозяйствах. В статье представлены краткое описание распространенных крустацеозов, изменения в организме рыб, а также результаты исследования эпизоотического состояния рыбоводческих хозяйств Ровенской области по ним в 2008–2014 гг. Были исследованы 17 хозяйств различной формы собственности, занимающихся разведением и выращиванием рыбы. За период 2008–2014 гг. в лабораториях Ровенской области отобранные экземпляры рыбы исследовались на такие заболевания, вызываемые паразитическими рачками, как лернеоз, аргулез. Согласно полученным данным, в хозяйствах ежегодно регистрируются данные заболевания. Для улучшения санитарно-гигиенического состояния хозяйств, а также предотвращения возникновения инвазионных заболеваний среди прудовой рыбы проводился комплекс ветеринарно-санитарных и рыбоводно-хозяйственных мероприятий, который включал: профилактическую дезинфекцию водоемов, ветеринарный контроль за рыбой, карантин завезенных производителей, а также летование прудов. Перечисленные меры обеспечили снижение заболеваемости рыб на крустацеозы, что было зарегистрировано в отчетах.*

**Ключевые слова:** крустацеозы, аргулез, лернеоз, карповые, зараженные рыбы, клетки крови, анемия, исследования, прудовые хозяйства.

T. V. Poltavchenko

## DISEASE INCIDENCE FISH ON KRUSTATSEOSIS IN RIVNE REGION

*Crustaceosis - pond fish disease caused by exogenous parasitic crustaceans. In pond fish parasites representatives of the two rows of crustaceosis, copepods and branchiura. Parasitic copepods cause epizootic diseases and death of fish in fish farms. This article provides a brief description crustaceosis widespread changes in fish and the results of research epizootic state fish farms Rivne region on them in 2008 - 2014 . It was investigated 17 farms of different ownership forms engaged in breeding and raising fish. During the period 2008 - 2014 in Rivne region selected laboratories fish specimens were tested for the following diseases caused by parasitic crayfish as lerneosis, argulosis. Each year these diseases are registered in the farms according to the data. To improve the sanitary status of farms, as well as for prevention of invasive disease among pond fish carried a set of veterinary and sanitary and fish-breeding and economic measures that included: preventive disinfection of water, veterinary control fish quarantine of imported sires. These measures are provided to reduce the incidence of fish crustaceosis that were recorded in reports.*

**Key words:** crustaceans, argulosis, lerneosis, carp, fish infected blood cells, anemia, research, pond farms.

В. П. Фасоля, И. П. Лигомина

## КЛИНИЧЕСКИЕ СИМПТОМЫ, ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ДИФФЕРЕНЦИОНАЯ ДИАГНОСТИКА ГИПОТИРЕОЗА СОБАК В ВОЗРАСТНОМ АСПЕКТЕ

*Проведены исследования клинических симптомов, гематологических показателей и выяснено дифференциальную диагностику у собак при развитии гипотиреоза. Установлено, что гипотиреоз взаимосвязан с возрастом у собак. Так, у большинства больных гиподисфункция железы проявляется в возрасте от 3 до 8 лет. Гипотиреоз сочетается с течением характерным для А-витаминной недостаточности и анемии. Неспецифическими лабораторными тестами гипотиреоза является эритроцитопения и гиперферментемия.*

*Дифференциальная диагностика гипотиреоза заключается в установлении некоторых внутренних болезней у собак, при которых развивается «эутиреоидный синдром» или так называемый феномен «нормальной больной щитовидной железы». Опухоли щитовидной железы регистрируются у собак старше 9 лет.*

**Ключевые слова:** *собаки, щитовидная железа, йод, обмен веществ, гормоны, клинические симптомы, гипотиреоз, дифференциальная диагностика.*

V. Fasolia, I. Ligomina

## CLINICAL SYMPTOMS, HEMATOLOGICAL PARAMETERS AND DIFFERENTIAL DIAGNOSTICS FOR DOGS HYPOTHYREOSIS IN AGE ASPECT

*The research of clinical symptoms, haematological parameters and found differential diagnosis in dogs for hypothyroidism. Established that hypothyroidism is correlated with age in dogs. In most patients the hypofunction of gland manifests itself between the ages of 3 to 8 years. Hypothyroidism is combined with flow which is characterised A-vitamin deficiency and anemia. Nonspecific laboratory tests of hypothyroidism is erythrocytopenia and hyperensymemia.*

*Differential diagnosis of hypothyroidism is to set of some internal diseases in dogs, in which “euthyreoid syndrome” or so-called phenomenon of “normal disease thyroid gland” develops. Thyroid tumors recorded in dogs older than 9 years.*

**Key words:** *dogs, the thyroid gland, iodine, metabolism, hormones, clinical symptoms, hypothyroidism, differential diagnostics.*

В. П. Фасоля, И. П. Лигомина

## ФИЗИЧЕСКИЕ, ХИМИЧЕСКИЕ И МИКРОСКОПИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МОЧИ У ЗДОРОВЫХ ДОМАШНИХ КОТОВ

*Проведено исследование физических, химических свойств мочи и микроскопическое исследование осадка мочи у здоровых домашних котов. При микроскопии осадка мочи в поле зрения микроскопа находили единичные эритроциты, лейкоциты, клетки эпителия почек, мочевого пузыря и мочевых путей. Установлено, что информативными*

диагностическими маркерами мочевой системы у здоровых домашних кошек является определение pH, белка, кетоновых тел, содержание мочевины и креатинина, характеризующих фильтрационную, концентрационную и реабсорбционную способность почек.

**Ключевые слова:** домашние коты, почки, лабораторные исследования, тест-полоски, мочевина, креатинин.

**V. Fasolia, I. Ligomina**

## PHYSICAL, CHEMICAL AND MICROSCOPIC PARAMETERS OF URINE IN HEALTHY DOMESTIC CATS

*A study of physical and chemical properties of urine sediment microscopic examination of urine in healthy domestic cats. When urine sediment microscopy in sight microscope we are found few red blood cells, white blood cells, epithelial cells of the kidney, bladder and urinary tract. It is found that determination of pH, protein, ketone bodies, urea and creatinine, characterizing filtration, concentration and ability of reabsorbtion in kidneys are informative diagnostic markers of urinary tract in healthy domestic cats.*

**Key words:** domestic cats, kidney, laboratory tests, test strips, urea, creatinine.

**С. Н. Кухарец**

## ДИНАМИКА ДВИЖЕНИЯ СОСТАВЛЯЮЩИХ СУБСТРАТА ВО ВРАЩАЮЩИХСЯ РЕАКТОРАХ

*В результате проведенных научных исследований предложен ряд технических решений, которые позволяют устранить расслоение биомассы за счет обеспечения перемешивания слоев биомассы с использованием погруженных вращающихся биореакторов. Теоретически установлены параметры движения минеральных и органических частиц биомассы в объеме биореактора в процессе его вращения. На основе классических уравнений движения создана математическая модель, описывающая движение составляющих субстрата внутри реактора. Также создана компьютерная модель, позволяющая графически отобразить траектории движения частиц биомассы внутри реактора, найти скорости перемещения и установить интенсивность перемешивания компонентов биомассы. На основе разработанной математической модели установлены рациональные значения угловой скорости вращающегося реактора и его конструктивные параметры с учетом необходимой интенсивности перемешивания частиц биомассы в объеме реактора. Предлагаемые уравнения могут быть использованы для расчета широкого спектра ротационных смесителей, оснащенных лопатками.*

**Ключевые слова:** биореактор, модель, биомасса, субстрат, перемешивание, вращение, параметры, скорость, перемещение.

S. Kukharets

## THE DRIVING DYNAMICS COMPONENTS SUBSTRATE IN A ROTATING REACTOR

*As a result of scientific research proposed a number of technical solutions that allow eliminate the stratification of biomass by providing biomass mixing layers with the use immersed rotating bioreactors. Theoretically established movement parameters of mineral and organic particles of biomass in the bioreactor volume in the process of rotation. On the basis of classical equations of motion created a mathematical model that describes the movement of the substrate components inside the reactor. Also, created a computer model to graphically display the trajectory of particles biomass inside the reactor, find the velocity and intensity of mixing components to install biomass. On the basis of a mathematical model established rational determination of the angular velocity of the rotating reactor and its design parameters with regard to the required intensity of mixing biomass particles in the volume of the reactor. The proposed equation can be used to calculate a wide range of rotary mixers that equipping blades.*

**Key words:** bioreactor, model, biomass, substrate, mixing, rotation, options, speed, movement.

О. М. Безвесільна, М. А. Войцицький, А. П. Войцицький

## ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ДВУХКАНАЛЬНОГО АВИАЦИОННОГО ГРАВИМЕТРА

*Знание гравитационного поля Земли необходимы во многих научных исследованиях, связанных с реализацией задач инженерной геологии, археологии, прогноза землетрясений и тому подобное.*

*Это требует совершенствовать характеристики точности измерения аномалий ускорения силы тяжести.*

*Рассмотрено предложение повышения точности измерения аномалий ускорения силы тяжести двухканальным авиационным гравиметром за счет усовершенствования пьезоэлектрического преобразователя, в случае применения дифференциального усилителя с буферными каскадами, соединенными с базовым дифференциальным усилителем.*

**Ключевые слова:** пьезоэлемент, пьезоэлектрический преобразователь, операционный усилитель, инерционная масса, синфазное напряжение, помехи.

O. Bezvesilna, M.Voytsytsky, A.Voytsytsky

## IMPROVING THE ACCURACY OF MEASUREMENT OF TWO-CHANNEL AVIATION GRAVIMETER

*Knowledge of the Earth's gravitational field is needed in many scientific research associated with the implementation of the tasks of engineering geology, archeology, earthquake prediction, and etc. This requires features to improve the accuracy of the measurement anomalies of the gravity acceleration.*

*The proposal as to the improvement of the accuracy of measurement of gravity acceleration dual channel aviation gravimeter due to the perfection of the piezoelectric*

transducer of application of differential amplifier with buffer stages connected to a basic differential amplifier has been considered.

**Key words:** piezoelement, piezoelectric transducer, operational amplifier, inertial mass, the common-mode voltage interference.

А. П. Войцицкий, Ю. А. Колос

## АНАЛИЗ ПРИЧИН УХУДШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ, КОТОРЫЕ ХАРАКТЕРИЗУЮТ ФОРМУ КРИВОЙ НАПРЯЖЕНИЯ

*В последнее время проблемы качества электроэнергии привлекли внимание многих исследователей, производителей электроэнергии и ее потребителей.*

*Ухудшение качества электроэнергии происходит как через возмущения вызванные переходными процессами (броски и проседания напряжения, импульсные помехи), так и в установившихся режимах (гармонические искажения, несимметричность, фликер). Из всех проблем наиболее подробно в этой статье описаны гармонические искажения.*

*Рассмотрены и проанализированы причины искажения формы кривой синусоидального периодического тока и влияние искажения на качество электрической энергии. Проанализированы меры по уменьшению несинусоидальности напряжения, обеспечение электромагнитной совместимости потребителей.*

**Ключевые слова:** напряжение, электрическая энергия, качество электрической энергии; коэффициент формы синусоидальной напряжения, нелинейные элементы, коммутация.

A. Voytsytsky, Y. Kolos

## ANALYSIS OF DETERIORATION QUALITY INDICATORS POWER THAT CHARACTERIZE THE SHAPE OF THE VOLTAGE CURVES

*At the last time, power quality problems have attracted the attention of many researchers, energy producers and consumers.*

*The deterioration of the quality of electricity going through a perturbation caused by transients (throws and sagging voltage transients), and in the steady state (harmonic distortion, asymmetry, flicker).. The harmonic distortion has been described more accurately in the given article.*

*The causes of shape distortion of the sinusoidal periodic glaring curve of distortion effect on the electrical energy quality have been considered and analyzed. The measures of nonsinusoidality voltage reduction and electromagnetic compatibility of consumers have been analyzed.*

**Key words:** voltage, electrical energy, the quality of the electrical energy; form factor of sinusoidal voltage; non-linear elements, switching.



С. В. Миненко, В. Н. Савченко, В. В. Крот

## **АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ ИНТЕНСИВНОСТИ ПРОДУКТИВНОГО ФОТОСИНТЕЗА ОТ РЕЖИМОВ МИКРОКЛИМАТА В ИНДУСТРИАЛЬНЫХ ТЕПЛИЦАХ**

*В статье проанализировано влияние температуры воздуха, влажности, освещенности и спектра солнечной радиации на урожайность растений при промышленном их выращивании в условиях защищенного грунта. Произведен анализ солнечной инсоляции для регионов, где размещены промышленные тепличные комплексы с оборудованными системами для экспериментальных исследований. Анализ зависимости интенсивности продуктивного фотосинтеза от микроклимата культивационных сооружений является определяющим для определения эффективных инженерных средств борьбы с перегревом от солнечной радиации в теплице и создания оптимальной агротехнической среды. Перспективой дальнейших исследований является разработка технических мероприятий по обеспечению оптимального микроклимата при выращивании продукции защищенного грунта, а также определение влияния технического состояния систем на качество и урожайность растений.*

**Ключевые слова:** защищенный грунт, микроклимат, температура, влажность, фотосинтез, перегрев растений.

V. Minenko, V. Savchenko, V. Krot

## **ANALYSIS OF DEPENDENCE OF INTENSITY OF PRODUCTIVE PHOTOSYNTHESIS ON MODES OF MICROCLIMATE IN INDUSTRIAL GREENHOUSES**

*The article analysis the impact of temperature of internal air, humidity, light and spectrum of solar radiation on the yield of plants at their industrial growing under the terms of protected soil. This give characteristics of solar insulation for regions where greenhouse complexes equipped with systems for experimental researches. Analysis of dependence of intensity of productive photosynthesis on microclimate of reclamation erections are determining for effective engineering means of preventing overheating from solar radiation in the greenhouse, in warm period of year, and creation of optimal agrarian and technical environment. The perspective for further researches is a development of technical means for maintaining optimal microclimate when growing products of protected soil, and determination of the impact of technical condition of the systems onto the quality and the yield of plants.*

**Key words:** protected soil, microclimate, ventilation, temperature, humidity, photosynthesis, plants overheating.

С. В. Миненко, В. Н. Савченко, В. В. Крот

## **КЛАССИФИКАЦИЯ СПОСОБОВ СНЯТИЯ ПЕРЕГРЕВА РАСТЕНИЙ В ИНДУСТРИАЛЬНЫХ ТЕПЛИЦАХ**

*В статье рассмотрены существующие способы снятия перегрева внутреннего воздуха при выращивании продукции растениеводства в условиях защищенного грунта, а именно в стеклянных и пленочных теплицах промышленного назначения. Приведено*

влияние температуры и влажности внутренней среды на процесс фотосинтеза растений, которые выращиваются в культивационных сооружениях. Обоснована целесообразность использования систем испарительного охлаждения и доувлажнения в комплексе с другими системами снятия перегрева (естественная, механическая вентиляция), которые активизируют процессы ассимиляции избытков тепла и нормализуют температуру лиственной поверхности биомассы. Перспективой дальнейших исследований является влияние технического состояния составляющих автоматизированных систем управления микроклимата, в том числе системы испарительного охлаждения и доувлажнения, на качественные и количественные характеристики продукции защищенного грунта.

**Ключевые слова:** защищенный грунт, микроклимат, вентиляция, температура, влажность, водоаэрозольное охлаждение, перегрев растений.

S. Minenko, V. Savchenko, V. Krot

## CLASSIFICATION OF MEANS FOR REMEDY OF OVERHEATING OF PLANTS IN INDUSTRIAL GREENHOUSES

The article researched existing methods of removing indoor air overheating in the growing crop production under conditions of protected soil, namely in the glass and film greenhouses of industrial purposes. It provided the impact of temperature and humidity of the internal environment on the process of photosynthesis of plants, grown in cultivation facilities. Expediency the use of evaporative cooling and additional humidity (ECAH) in combination with other systems for removing overheating (natural, mechanical ventilation) that activate the processes of assimilation excess heat and normalized surface temperature hardwood biomass. Prospects for further research is the influence of the technical state of the components of the automated control systems of microclimate, including evaporative cooling systems and additional humidity on qualitative and quantitative characteristics of products protected ground.

**Key words:** protected soil, microclimate, ventilation, temperature, humidity, water and air-cooling, plants overheating.

Р. С. Грудовой

## РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЕЛИЧИНЫ ТРАВМИРОВАНИЯ ЗЕРНА ВО ВРЕМЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ ВИНТОВЫМ КОНВЕЙЕРОМ С РАВНОМЕРНЫМ УВЕЛИЧЕНИЕМ ШАГА ВИТКОВ

В представленной научной работе приведены результаты экспериментальных исследований величины травмирования зерна пшеницы и ячменя при транспортировке винтовым конвейером с равномерным увеличением шага витков в направлении движения груза, получены уравнения регрессии для определения величины травмирования зерна  $T_{CM}$  в зависимости от прироста шага шнека на одном витке  $\Delta T$ , угла наклона конвейера  $\gamma$  и частоты вращения шнека  $n$  в таких пределах изменения входных факторов:  $0,003 \leq \Delta T \leq 0,007$  (м);  $15 \leq \gamma \leq 45$  (град);  $100 \leq n \leq 400$  (об / мин). С помощью приложения построено графическое воспроизведение промежуточных общих регрессионных моделей в виде квадратичной поверхностей отклика и их двухмерных сечений величины травмирования зерна.

**Ключевые слова:** винтовой конвейер, зерновой материал, травмирование зерна.

R. Grudovy

## RESULTS OF EXPERIMENTAL RESEARCHES OF THE SIZE OF GRAIN DAMAGE DURING TRANSPORTATION OF WHEAT ON THE SPIRAL CONVEYOR WITH EQUAL INCREASED VOLUTE STEP OF COIL

*In the Scientific Work the results of experimental researches of the size of grain damage during transportation of wheat and barley on the spiral conveyor with equal increased volute step of coil in the direction of the freight action are described; the regression equations of the size of grain damage  $T_{sm}$  in depends of the increasing of the whorl step on one volute step  $\Delta T$ , angle of slope of the conveyor  $\gamma$  and frequency of rotation of the screw  $n$  in such borders of changes of incoming factors:  $0,003 \leq \Delta T \leq 0,007$  (m);  $15 \leq \gamma \leq 45$  (degrees);  $100 \leq n \leq 400$  (turns/min) are received.*

*Due to the applied program the graphic reflection of the intermediate general regression models shown as quadratic review surfaces and their two-dimensional cuts of the grain damages.*

**Key words:** Screw Conveyor, grain material, grain damage.

A. Ю. Осипчук, М. Ю. Павленко, В. В. Чуба

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕАКТОРОВ-РАЗДЕЛИТЕЛЕЙ С ТАРЕЛЬЧАТЫМ СМЕСИТЕЛЕМ

*Разработана методика экспериментальных исследований по определению основных параметров реактора-разделителя для получения дизельного биотоплива из растительного масла. За основу была принята технология производства метиловых эфиров жирных кислот с использованием метилат калия без подогрева реактора переэтирификации и промывки готового биодизельного топлива. Установлены режимы работы гидростанции, которые обеспечивают минимальные затраты энергии на перемешивание эмульсии. С помощью исследовательской установки УВДБ-100Ф, циркуляционного смешивания производительностью 100л/ч, установлено влияние числа оборотов насоса на мощность, затрачиваемую на перемешивание и циркуляцию эмульсии. Полученное в результате предлагаемого технологического процесса с применением циркуляционных реакторов смесителей-разделителей дизельное биотопливо имеет характеристики, соответствующие ГОСТ 3868-99 и ДСТУ 6081: 2009.*

**Ключевые слова:** разделитель, дизельное биотопливо, перемешивания, мощность, тарелка.

O. Osypchuk, M. Pavlenko, V. Chuba

## RESEARCH ENERGY EFFICIENCY REACTOR SEPARATOR PLATE WITH MIXER

*The technique of experimental research to determine the basic parameters of the reactor-separator to produce biodiesel from vegetable oil. For a basis the technology of production of fatty acid methyl esters using potassium methylate unheated transesterification reactor washing the finished biodiesel. The operating mode is hydroelectric, which ensure the minimum energy consumption for mixing the emulsion. With research facility UVDB-100F, circulation mixing*

capacity 100 l/h The effect of the number of revolutions of the pump, on the power expended in mixing and circulation of the emulsion. Obtained as a result proposed technological process with circulation reactor mixers-separators, biodiesel has characteristics corresponding to GOST 3868-99 and DSTU 6081: 2009.

**Key words:** separator, diesel, biofuel, mixing, power, plate.

**А. В. Коновалов, М. А. Горкуша**

## ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ВИХРЕВЫХ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ

*Рассматривается сущность эффекта Ранка и основные понятия, необходимые для его изучения. Проведен обзор основных конструкций вихревых трубок и технические решения, обеспечивающие их энергоэффективность. Для повышения энергоэффективности вихревых трубок предлагается использовать ионизированный поток воздуха в поле коронного разряда и энергосберегающие источники формирования входного воздушного потока входящее сопло оборудовать цилиндрическим замедлителем скорости перифирийных слоев воздушного потока, что обеспечит увеличение неравномерности скорости слоев потока на входе в вихревую трубку.*

**Ключевые слова:** эффект Ранка, трубка Ранка–Хильша, газовый поток, энергоэффективность, ионизированный воздушный поток, электрогидравлический эффект.

**A. Kononov, M. Gorkusha**

## ENERGY IMPROVING OF EFFICIENCY VORTEX HEAT PUMP

*The essence of the Ranka effect and the basic concepts are studied necessary for their learning. A review of the main structures of vortex tubes and technical solutions to ensure their efficiency was made. Improving the energy efficiency of the vortex tubes is encouraged to use the ionized air flow in the corona and energy-efficient sources of input air flow. Incoming nozzle is equipped by a cylindrical moderator speed perifirynih layers of air flow, which will provide an increase of non-uniformity of flow velocity layers entering the vortex tube.*

**Key words:** Ranka effect, Ranka–Hilsha tube, the gas flow, energy, ionized air flow, electrohydraulic effect.

**А. Ю. Сазонов, Ю. Л. Новосилецкий**

## ОБОСНОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ ПАРАМЕТРОВ БИОГАЗОВЫХ И КОГЕНЕРАЦИОННЫХ УСТАНОВОК КАК АЛЬТЕРНАТИВНОГО ИСТОЧНИКА ЭНЕРГИИ

*В статье внимание уделяется энергетическому расчету биогазовой установки, созданию экологически чистых технологий переработки органических отходов. Определены параметры контроля, проведены исследования структуры биогазовой установки, которые являются основой производства биологического газа, проанализированы основные параметры контроля процесса производства биогаза, дана оценка работы биогазовой установки в вариациях в нескольких режимах при работе системы автоматизированного контроля температуры в реакторе. По такой*

технологии могут использоваться разные отходы сельскохозяйственных культур. Также для переработки и получения биогаза могут использоваться отходы любых других производств пищевой промышленности. Приведена структура регуляции количества производства тепла и электроэнергии, которые используют несколько видов регулирования: регуляция частоты оборотов агрегата, регуляции состава газовой смеси, регулирование напряжения в энергосистеме. На основе сопоставления, сравнения, обобщения научной информации о биогазе и когенерационных установках, уточняется сущность технологий, преимущества биогазового производства и его значения в уменьшении энергетической зависимости. Работа системы, создания новых рабочих мест, улучшение экологии, аспекты энергосбережения. Авторами конкретизированы технологии установки, методы внедрения.

**Ключевые слова:** альтернативная энергетика, автоматизация управления, электростанция, биогазовая установка, когенерация, когенерационная установка, газопоршневые установки.

**А. Сазонов, Ю. Новосилецкий**

## THE EVIDENCE OF THE STRUCTURAL PARAMETERS OF BIOGAS AND COGENERATION FACILITIES LIKE ALTERNATIVE ENERGY SOURCE

In article the attention is paid to power calculation of biogas installation, creation of environmentally friendly technologies of processing of organic waste, control parameters are determined, researches of structure of biogas installation which are a basis of production of biological gas are conducted, key parameters of control of process of production of biogas are analysed, evaluation of the work of biogas installation in variations in several modes during the work of system of automatized control of temperature in the reactor is given. On such technology different waste of crops can be used. Also for processing and receiving biogas waste of any other productions of the food industry can be used. The structure of regulation of number of production of heat and the electric power which use several types of regulation is given: regulation of frequency of turns of the unit, regulation of composition of air-gas mix, regulation of tension in a power supply system. Structure of gas-piston cogeneration installations, system of consumers when using a ratio of fuel and air in this mix, called by the topivoprovodny relation, a ratio "gas-air" or "air-gas" that "air-fuel ratio" (AFR) with an assessment of an economical expenditure of resources, power independence answers the name accepted in foreign practice when using biogas installations. On the basis of comparison, comparison, synthesis of scientific information on biogas and the cogeneration installations, the essence of technologies, advantages of biogas production and its value in reduction of power dependence is specified. Work of system, creation of new workplaces, improvement of ecology, aspects of energy saving. Authors have concretized technologies of installation, introduction methods.

**Ключові слова:** альтернативна енергетика, автоматизація управління, електростанція, біогазова установка, когенерація, когенераційна установка, газопоршневий агрегат.

Б. В. Емец, С. В. Пустовит, О. С. Полищук, Л. В. Емец

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЯГОВО-СКОРОСТНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ АВТОМОБИЛЯ ВО ВРЕМЯ ЕГО РАБОТЫ НА ВОДОТОПЛИВНЫХ ЭМУЛЬСИЯХ

*Методом моделирования показателей тягово-скоростных способностей (ТСС) автомобиля КамАЗ-5320 во время его работы на водотопливной эмульсии (ВТЭ) установлено, что показатели ТСС существенно снижаются, если ВТЭ имеет концентрацию воды более 5%. В случае использования ВТЭ для двигателя КамАЗ-740 с концентрацией воды 20% следующие показатели уменьшатся: максимальная скорость автомобиля КамАЗ-5320 – на 7% и максимальная сила тяги этого же автомобиля – на 8%, при этом увеличится путь выбега с 50 км/час – на 26 % и время разгона – до 60 км/час на 18 %.*

**Ключевые слова:** автомобиль, водотопливная эмульсия, тягово-скоростные способности, моделирование.

B. Yemets, S. Pustovit, O. Polischuk, L. Yemets

## MODELING OF TRACTION-SPEED CHARACTERISTICS INDEXES OF AUTOMOBILE WHILE ITS WORK WITH WATER FUEL EMULSIONS

*Using the method of modeling of traction-speed characteristics (TSC) of automobile KamAZ-5320 while its work with water fuel emulsions (WFE) it is determined that TSC indexes reduce essentially if WFE water concentration is more than 5%. In case of WFE using for KamAZ-740 engine with water concentration about 20% the following indexes will reduce: the top speed of automobile KamAZ-5320 to 7% and the top traction power of the same automobile to 8%. At the same time the run out way will increase from 5km/h to 26% and the time of acceleration to 60km/h which is 18%.*

**Key words:** automobile, water fuel emulsion, traction-speed characteristics, modeling.

Н. М. Цивенкова, А. А. Голубенко

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПРЯМОТОЧНОГО ГАЗОГЕНЕРАТОРА НА СОЛОМЕ

*Приведены результаты лабораторных исследований по определению тепловой производительности прямоточного газогенератора на соломе по компонентному составу генераторного газа. Представлена методика определения компонентного состава данного газа. Экспериментальными исследованиями обоснованы основные конструктивные параметры и режимы работы камеры газообразования прямоточного газогенератора. Определены условия, при которых тепловая производительность газогенератора наивысшая. Исследовано влияние на тепловую производительность газогенератора влажности соломы зерновых, объема воздуха, необходимого для процесса газообразования, и диаметра круга установки фурм, изменение которого обеспечивается перемещением подвижных фурм в осевом направлении. По результатам исследований, на основе системного анализа, представлено рекомендации по разработке конструкции камеры газообразования и прямоточного газогенератора,*

адаптированного к растительному сырью, которые позволяют повысить его теплопроизводительность.

**Ключевые слова:** теплопроизводительность, газогенератор, компонентный состав газа, диаметр круга установки фурм, режим газозвдушного дутья.

N. Tsyvenkova, A. Golubenko

## THE HEAT PRODUCTIVITY RESEARCH OF GAS PRODUCER ON THE STRAW

The results of the laboratory test of the gas producer heat productivity by producer gas component are given in the paper. The method for determining of gas producer as a component is shown. The main constructive parameters and the chamber operating modes of gas producer were grounded by experimental research. The gas producer heat productivity is maximized under specific conditions. The influence of straw humidity on the gas producer heat productivity, air volume which is necessary for gasification process and the diameter of tuyeres installation regulated by moving the tuyeres about an axis was investigated. The research results based on the system analysis show the recommendations of gas chamber engineering development and gas producer adapted for vegetable raw material and increase its heat productivity.

**Key words:** heat productivity, gas producer, gas component, tuyere circle diameter, gas blowing mode.

Я. Д. Ярош

## ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ДЛЯ СУШКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ

В статье сделан обзор современных подходов и технических средств для использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в процессах сушки сельскохозяйственных материалов (СМ). Проведен сравнительный анализ технико-экономической целесообразности использования различных типов ВИЭ в процессах сушки. Показано, что одними из самых перспективных направлений использования ВИЭ в процессах сушки сельскохозяйственных материалов является использование пиролизных установок и газогенераторов. Проведенные исследования доказывают эффективность применения биотоплива в процессах послеуборочной доработки сельскохозяйственного сырья. Установление рациональных конструктивно-технологических параметров и режимов работы при сушке, с позиции адаптации к имеющейся сырьевой базе для пиролизных установок и газогенераторов, требует дальнейшего исследования.

**Ключевые слова:** сушка, солнечная энергия, тепловой абсорбер, пиролиз, газификация, биогаз.

Ya. Yarosh

## PROSPECTS AND PROBLEMS USING RENEWABLE ENERGY FOR DRYING AGRICULTURAL MATERIALS

*The review of the current approaches and means to using renewable energy sources (RES) in the process of drying agricultural materials (AM) has been done in this article. A comparative analysis of the technical and economic feasibility of using different types of renewable energy in the drying process has been performed. It has been shown that one of the most promising renewable energy usage in the process of drying agricultural materials is the usage of pyrolysis plants and gas generators. Our studies demonstrate efficacy of biofuels in the process of post harvest handling of agricultural products. Determination rational structural and technological parameters and modes of drying on the basis of adapting to the available raw materials for pyrolysis plants and gas generators require further investigation.*

**Key words:** drying, solar energy, heat absorber, pyrolysis, gasification, biogas.

И. Г. Грабар

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ УПРУГИХ ВОЛН В ЩЕЛОЧНО-ГАЛОИДНЫХ МОНОКРИСТАЛЛАХ

*Построена модель распространения упругих волн от фактора кристаллографического направления  $R$  в монокристаллах кубической сингонии, как анизотропного тела, когда плоскости упругой симметрии не совпадают с координатными плоскостями. Проведена линеаризация модели. Данная модель апробирована для всех групп щелочно-галогидных монокристаллов и установлена почти функциональная связь скорости продольных упругих волн  $VL(R)$  ( $r > 0,999$ ) для любого кристаллографического направления всех ЦГК.*

**Ключевые слова:** моделирование; щелочно-галогидные кристаллы; упругие волны; кристаллографические направления.

I. Grabar

## MODELING OF THE REGULARITIES OF PROPAGATION OF ELASTIC WAVES IN ALKALI HALIDE SINGLE CRYSTALS

*The model of elastic wave propagation factor crystallographic direction  $R$  in single crystals of cubic system as anisotropic body when the plane of symmetry do not coincide with the coordinate plane. Conducted linearization model. This model is approved for all groups of alkali halide single crystals and found almost functional relationship longitudinal elastic wave velocity  $VL(R)$  ( $r > 0,999$ ) for any crystallographic orientation of AHC.*

**Key words:** modeling; alkali halide crystals; Elastic waves; crystallographic directions.

Н. С. Щербакова, А. А. Передера, С. Б. Передера

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАТУРАЛЬНОСТИ СЛИВОЧНОГО МАСЛА

*В статье приведены данные определения качества и безопасности сливочного масла, которое производит ЗАО «Белоцерковка». Проведены органолептические исследования, определено качество упаковки и маркировки. Сливочное масло исследовали*



на содержание токсичных элементов: свинца, кадмия, ртути, меди, цинка, мышьяка. Определено, что по физико-химическим показателям все образцы сливочного масла соответствовали требованиям стандарта: массовая доля жира была в пределах от 62,5 до 82,5 %, поваренной соли – 0,5–0,9 %, влаги – не превышала 25 %, pH плазмы, масла была от 6,3 до 7 %. Немолочных жиров ни в одном образце масла не обнаружено. Установлено, что по показателям качества сливочное масло маслозавода «Белоцерковка» соответствует показателям действующих нормативных документов.

**Ключевые слова:** масло сливочное, молочный жир, плазма масла, условно патогенные микроорганизмы.

N. Shcherbakova, Zh. Peredera, S. Peredera B.

## DETERMINING THE 'NATURALNESS' OF BUTTER

The article presents data concerning the quality and safety of butter which produces JSC "BILOTSEKIVKA." An organoleptic study determined the quality of packaging and labeling. Investigated butter content of toxic elements such as lead, cadmium, mercury, copper, zinc, arsenic. Determined that the physical and chemical indicators butter all samples meet the requirements of the standard: Fat content was in the range of 62,5 to 82,5 %, mass fraction of salt – 0,5–0,9 % moisture content does not exceed 25 % was oil plasma pH of 6,3 to 7 %. No milk fat in any sample of butter were found. Found that in terms of quality sweet creamery butter "Bilotsektivka" corresponds to parameters of current regulations.

**Key words:** butter, milk fat, butter plasma, conditionally pathogenic microorganisms.

В.Н. Биденко, Н.Н. Кураченко Е.К. Трунова

## ОЦЕНКА ТОКСИКОЛОГИЧЕСКОГО И ПРОДУКТИВНОГО ДЕЙСТВИЯ КОМПЛЕКСОНАТОВ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ НА ЖИВОТНЫХ И ПТИЦЕ

В институте общей и неорганической химии им. В. И. Вернадского НАН Украины синтезированы комплексонаты микроэлементов. Комплексонатом является этилендиаминдиантарная кислота. В ее состав включены микроэлементы Fe, Zn, Mn, Cu.

Изучено токсикологическое и продуктивное действие комплексонатов микроэлементов на разных животных. Экспериментально установлено, что при значительном поступлении микроэлементов в составе этилендиаминдиантарной кислоты в организм животных, птиц, в их организмах не наблюдается токсикоз.

Установлено что повышение продуктивности коров, телят, птицы, улучшено их физиологическое состояние.

**Ключевые слова:** микроэлементы, этилендиаминдиантарная кислота, комплексонаты, кормовая добавка, продуктивность.

V. Bidenko, N. Kurachenko, O. Trunova

## EVALUATION OF TOXICOLOGICAL AND PRODUCTIVE EFFECT KOMPLEXONATIV ON THE ANIMALS AND BIRDS

In the Institute of General and Inorganic Chemistry named after V.I. Vernadsky NAS of Ukraine were synthesized komplexonaty microelements. A complexone is an etylenandyburshtynova acid. The structure of it includes microelements Fe, Zn, Mn, Cu.

Were studied the toxicological and productive effect of komplexonativ microelements on the different animals. Experimentally set that even with significant amounts of microelements in the body composition of animals, birds in their system is not observed toxicosis.

The increasing productivity of cows, calves, poultry, improve their physiological condition.

**Key words:** microelements, etylendiandiburshtynova acid, kompleksonaty, feed additive, productivity

**В. А. Бурлака, В. В. Туманов, О. А. Лавринюк**

## **ВЛИЯНИЕ АЛУНИТОВОЙ МУКИ НА УБОЙНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ИНДЕЕК**

В статье говорится об эффективности применения детергента алунитовой муки в кормлении индеек породы ВИА-6 в возрасте 101–200 дней до начала опыта, живой массой 8,23–8,91 кг и 16,18–17,28 кг в конце откорма в количестве 7–8 г из расчета на 1 голову в сутки, влияния на содержание железа и кобальта в индюшатине.

Использование препарата позволяет увеличить содержание Fe и Co на 16,1–33,3%, или на 0,5–0,7 мг% и 0,002–0,001 мг%.

**Ключевые слова:** алунитовая мука, минеральные добавки, мясо индеек, эффективность.

**V. Burlaka, V. Tumanov, O. Lavrynyuk**

## **IMPACT ON FLOUR ALUNITOVOHO SLAUGHTERED TURKEYS INDICATORS**

The article refers to the effectiveness of the detergent alunitovoho meal feeding turkeys breed VIA-6 age 101–200 days at the beginning of the experiment, body weight 8,23–8,91 kg and 16,18–17,28 kg at the end of fattening of 7–8 g of 1 per head per day, influence the content of iron and cobalt in turkey.

Use of the drug can increase the content of Fe and Co in 16,1–33,3% or 0,5–0,7 mg% and 0,002–0,001 mg%.

**Key words:** alunitove flour, mineral supplements, turkey meat, efficiency.

**А. В. Павленко**

## **ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ ПОПУЛЯЦИЙ ЖИВОТНЫХ АССОЦИИРОВАННОГО БИОРАЗНООБРАЗИЯ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИРОДООХРАННЫХ УСИЛИЙ (НА ПРИМЕРЕ ЧЕРНИГОВСКОЙ ОБЛАСТИ)**

Предложено рассматривать реакции численности популяций животных экономически ценных видов ассоциированного биоразнообразия на динамику заповедности административной единицы как экологический критерий оценки эффективности природоохранных мероприятий по сохранению in-situ на региональном уровне. С целью выявления взаимосвязи многолетней динамики заповедности и численности местных популяций кабана дикого (*Sus scrofa* L.) и зайца-русака (*Lepus europaeus* Pallas) исследовано 2 млн 789 тыс. га разнообразных биотопов Черниговской области. Как экологические условия исследования представлена краткая

характеристика структуры земельного фонда региона и особенностей его использования в сельском хозяйстве, охарактеризованы местные природоохранные территории. В контексте повышения эффективности, направленных на сохранение in-situ природоохранных усилий в регионе, рекомендовано дополнительно исследовать основные детерминанты определённых экспериментом тенденций.

**Ключевые слова:** ассоциированное биоразнообразие, сохранение in-situ, природно-заповедный фонд, заповедность, экологическая сеть, численность популяции, кабан дикий (*Sus scrofa* L.), заяц-русак (*Lepus europaeus* Pallas).

**A. Pavlenko**

## THE DYNAMICS OF THE ASSOCIATED BIODIVERSITY ANIMALS' POPULATIONS SIZE AS AN INDICATOR OF THE NATURE PROTECTION EFFORTS EFFICIENCY (EXEMPLIFIED BY THE CHERNIHIV REGION)

*It has been suggested that the reactions of the size of the populations of animals belonging to the ecologically valuable species of the associated biodiversity to the dynamics of nature protection level in the administrative unit should be regarded as the ecological criterion of assessing the efficiency of nature protection measures aimed at in-situ preservation on the regional level. 2,789 thousand hectares of various biotopes of the Chernihiv Region have been researched with the purpose of identifying the interconnection between the dynamics of nature protection level and the size of the local populations of the wild boar (*Sus scrofa* L.) and the European brown hare (*Lepus europaeus* Pallas) within a many years' span. A concise characteristics of the region's land supply and the peculiarities of its utilization in agriculture as well as the structure of local nature protection territories is provided as the ecological basis of the research. An additional research of the major determinants of tendencies, revealed by the experiment, is recommended within the framework of increasing the efficiency of nature protection efforts aimed at in-situ preservation in the region.*

**Key words:** in-situ preservation, associated biodiversity, nature reserve fund, ecological network, nature protection level, population size, wild boar (*Sus scrofa* L.), European brown hare (*Lepus europaeus* Pallas).

# ВИМОГИ

## ВИМОГИ

### до матеріалів, що подаються до науково-теоретичного збірника «Вісник Житомирського національного агроекологічного університету»

«Вісник ЖНАЕУ» є науковим фаховим виданням, що видається двічі на рік, в якому друкуються статті зі сільськогосподарських, ветеринарних, технічних і економічних галузей науки.

Редакційна колегія збірника приймає до друку наукові статті українською російською, англійською мовами, що відповідають вимогам п. 3 Постанови Президії ВАК України від 15.01.2003 р. № 7-05/1 «Про підвищення вимог до фахових видань, внесених до переліків ВАК України», та Наказу МОНмолодьспорту України № 1111 від 17.10.2012 р. «Про затвердження Порядку формування Переліку наукових фахових видань України».

Рукопис наукової фахової статті слід подавати разом з його електронною версією у форматі *doc.*, виконаною у редакторі *Microsoft Word* (будь-яка версія). Обсяг статті не повинен перевищувати 10 сторінок тексту формату А4 (210х297 мм), включаючи таблиці, ілюстративний матеріал і бібліографічний список.

Параметри сторінки: орієнтація книжкова; поля – 20 мм з усіх боків. Параметри абзацу: відступ першого рядка (абзац) – 1,0 см, шрифт – гарнітура *Times New Roman*, розмір шрифту – 14 pt, інтервал – 1,0, вирівнювання – по ширині сторінки.

Таблиці мають бути набрані у редакторі *Microsoft Word* або *MS Excel*; шрифт – *Times New Roman Cyr*, 14 pt; виключка по центру; тільки книжкове розташування. Таблиці повинні мати назву (вирівнювання по центру, шрифт напівжирний *Times New Roman Cyr*, 14 pt) і бути пронумеровані арабськими цифрами (наприклад: Таблиця 1. **Розподіл коштів між...**).

Формули мають бути написані у редакторі *Equation Editor* (цей редактор є внутрішнім редактором формул у *Microsoft Word*); змінні математичні величини у тексті відповідно до формул набираються курсивом.

Рисунки виконують у редакторі *Microsoft Word* версії не нижче 98, за допомогою функції «Вставка – Рисунок – Створити рисунок». Рисунок має бути розташований по центру, без обтікання текстом. Графіки виконуються у редакторах *MS Excel*, *MS Word*. У схемах, діаграмах та графіках використовуються способи заливки «Узор»; фото, малюнки та рисунки надаються у чорно-білих тонах. Назву рисунка розміщують під рисунком (вирівнювання по центру, шрифт напівжирний *Times New Roman Cyr*, 14 pt) і нумерують арабськими цифрами (наприклад: Рис. 1. **Розподіл коштів між...**).

Таблиці, рисунки, графіки, формули подаються після посилання на них у тексті. Всі аббревіатури слід розшифровувати. У таблицях слова повинні бути написані повністю та вірно розставлені переноси.

Всі розмірності фізичних величин повинні подаватися відповідно до Міжнародної системи одиниць (СІ). Між одиницями виміру та символами і цифрами, до яких вони належать, ставиться пробіл.

Структура статті:

1. Індекс УДК (виключка по лівому краю).
2. Прізвище та ініціали автора (авторів) (виключка по правому краю).
3. Науковий ступінь автора (авторів) (виключка по правому краю).
4. Повна офіційна назва установи, де працює кожний з авторів (виключка по правому краю).

5. Назва статті (виключка по центру, прописними літерами, напівжирним шрифтом).

6. Анотація українською мовою (не менше 800 знаків) та ключові слова (не менше 5-ти, курсив, виключка по ширині), у кінці статті – російською та англійською мовами із зазначенням прізвищ й ініціалів авторів, назви статті та ключових слів.

7. Текст статті (вирівнювання по ширині).

8. Література (виключка по ширині).

Обов'язково додається розгорнута анотація англійською мовою (не менше 2000 знаків) для розміщення на веб-сторінці журналу.

Наукові статті повинні мати такі структурні елементи: *постановку проблеми; аналіз останніх досліджень і публікацій; мету, завдання та методику досліджень; результати досліджень; висновки та перспективи подальших досліджень.*

Список використаної літератури оформляється відповідно до існуючих стандартів бібліографічного опису (див.: стандарт «Бібліографічний запис. Бібліографічний опис» (ДСТУ 7.1:2006 та Форма 23, затверджена наказом ВАК України від 29 травня 2007 року № 342). Посилання на джерела слід позначати в тексті у квадратних дужках за порядковим номером цієї роботи у списку.

Англійський варіант статті приймається лише за умови її фахового перекладу. У разі надсилання англійського варіанту, перекладеного за допомогою інтернет-перекладачів (напр., Google), матеріали будуть відхилені. У разі необхідності, редколегія може надати контактні дані перекладача.

До статті додаються відомості про автора (авторів), оформлені окремим файлом і на окремому аркуші, де вказуються: а) прізвище, ім'я, по батькові автора; б) науковий ступінь, вчене звання; в) місце роботи, посада; г) адреса для листування; д) тел./факс, адреса електронної пошти (обов'язково).

Аспіранти вказують прізвище, ім'я та по батькові наукового керівника, його науковий ступінь й вчене звання.

Назва файлу повинна відповідати прізвищу автора із вказівкою для відомостей про автора – Відомості, для статті – Стаття, підтвердження сплати редакційного збору – Збір, рецензії – Рецензія.

Наприклад: Іванов\_Відомості, Іванов\_Стаття, Іванов\_Збір, Іванов\_Рецензія.

До матеріалів додається диск CD-RW або DWD-RW, на якому міститься електронна версія рукопису. Приймаються також статті, надіслані електронною поштою.

До статті обов'язково додається одна рецензія доктора наук з відповідного напрямку досліджень.

Відповідальність за достовірність фактів, цитат, власних імен, географічних назв, назв підприємств, організацій, установ та іншої інформації несуть автори статей. Висловлені у статтях думки можуть не збігатися з точкою зору редакційної колегії «Вісника ЖНАЕУ» і не покладають на неї ніяких зобов'язань. Відповідальність за наявність плагіату несе автор.

Для зручності авторів рекомендуємо у якості зразка оформлення розглянути приклад вже опублікованих статей у журналі на сайті університету.

Рукописи, відхилені редакційною колегією, авторам не повертаються і не рецензуються.

До статті можуть бути внесені редакційні правки.

Рішення про опублікування приймає редколегія збірника.

Передрук статей дозволяється лише за згодою редакції та автора.

Вартість публікації з 1 червня 2015 року становить 35 грн за кожен повну та неповну сторінку формату А-4. До матеріалів статті додається копія квитанції про сплату вартості публікації. Обов'язково слід вказати прізвище, ім'я та по батькові автора, який здійснює оплату за публікацію статті. Оплата здійснюється після прийняття рішення редколегією про опублікування статті.

На одну статтю редакція надсилає один примірник збірника незалежно від кількості її співавторів. Замовлення додаткових примірників слід заздалегідь погоджувати з редколегією.

Статті, опубліковані у збірнику «Вісник Житомирського національного університету», протягом 10 днів після виходу з друку чергового номера видання будуть розміщені у формі PDF-файлів на сайті університету.

З питань опублікування, будь ласка, звертайтеся до редакції збірника.

*Адреса редакції:* 10008, м. Житомир, бульвар Старий, 7,  
Житомирський національний агроекологічний університет

Відповідальні секретарі:

– сільськогосподарські, ветеринарні і технічні науки – Т. М. Тимошук,  
тел.: (096) 493–30–24, e-mail: visnyk\_znau@ukr.net;

– економічні науки – Н. О. Куровська,  
тел.: (063) 450–99–50, e-mail: nkurovska@mail.ru

Сторінка збірника: <http://www.znau.edu.ua/visnik-zhnaeu>.

# Зміст

## Екологія та охорона навколишнього середовища

|                                                                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>П. П. Надточій, Ю. А. Білявський, Г. М. Мартенюк</b><br>Радіоекологічна складова як компонент програм соціально-економічного розвитку регіонів.....       | 3  |
| <b>С. І. Веремєєнко, О. С. Мороз</b><br>Розробка методики прогнозування вмісту радіонуклідів в сільськогосподарській продукції.....                          | 15 |
| <b>Т. М. Мислива</b><br>Важкі метали і мікроелементи в органах й тканинах представників їх тіофауни малих річок Житомирського Полісся.....                   | 22 |
| <b>О. І. Семенова, Н. О. Бублієнко, О. Д. Марченко, Т. М. Тимошук-Марценюк</b><br>Гігієнічна оцінка стічних вод свиногокомплексу.....                        | 34 |
| <b>О. В. Іваненко, О. В. Тогачинська, Т. М. Тимошук-Марценюк, Г. М. Котельницька</b><br>Транслокація кобальту у сільськогосподарські культури.....           | 39 |
| <b>П. І. Трофименко, Н. В. Трофименко, О. В. Зубова, І. Ф. Карась</b><br>Запаси органічного вуглецю у дерново-підзолистих орних ґрунтах Полісся України..... | 46 |

## Захист рослин

|                                                                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>М. Moroz</b><br>Biological activity manganese nano-aquachelat in an artificial diet <i>Podisus maculiventris</i> Say.....                     | 53 |
| <b>О. А. Дереча, А. В. Бакалова</b><br>Ефективність сумісного застосування мікроелементів і фунгіцидів на смородині чорній проти антракнозу..... | 59 |
| <b>М. М. Ключевич</b><br>Розвиток мікозів тритикале озимого залежно від мінерального живлення і систем захисту в Поліссі України.....            | 65 |

## Рослинництво, плодощовівництво та кормовиробництво

|                                                                                                                                                                                                        |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>В. В. Гамаюнова, В. Ф. Дворецький</b><br>Підвищення продуктивності ярих зернових культур шляхом оптимізації живлення рослин в умовах Степу України.....                                             | 74  |
| <b>В. В. Гамаюнова, А. О. Литовченко, Н. М. Музика</b><br>Значення попередника у формуванні зернової продуктивності озимих культур в умовах Степу України.....                                         | 80  |
| <b>О. Ф. Антоненко, Ю. М. Савчук</b><br>Вплив строків сівби та мікродобрив на розвиток рослин ріпаку озимого в умовах Правобережного Лісостепу України.....                                            | 87  |
| <b>О. М. Данильченко, Г. О. Жатова</b><br>Урожайність і якість насіння кормових бобів та сочевиці залежно від інокуляції бактеріальними препаратами і внесення мінеральних добрив..                    | 94  |
| <b>В. А. Нідзельський</b><br>Агробіологічні засади вирощування бобів кормових .....                                                                                                                    | 101 |
| <b>П. У. Ковбасюк, М. В. Бойко</b><br>Високоврожайні, люцерно-злакові травосумішки в інтенсифікації та біологізації кормовиробництва.....                                                              | 107 |
| <b>А. Б. Марченко</b><br>Імунологічна оцінка колекційних сортозразків <i>Callistephus chinensis</i> L. Ness. проти <i>Fusarium oxysporum</i> Schlecht.....                                             | 114 |
| <b>С. М. В'юнцов</b><br>Формування продуктивності льону-довгунця залежно від застосування мікробного препарату поліміксобактерин.....                                                                  | 125 |
| <b>В. Г. Дідора, І. Ю. Деревон, Л. Д. Саврисих</b><br>Фактори родючості ґрунту за вивчення елементів технології вирощування сої.....                                                                   | 132 |
| <b>В. Г. Куян, І. М. Євтушок, М. В. Марцинівський</b><br>Стан земельних ресурсів Житомирщини та шляхи оптимізації їх використання.....                                                                 | 140 |
| <b>Н. А. Макаренко, Л. В. Рудніцька</b><br>Цитотоксичність нанопрепаратів, що застосовуються у рослинництві.....                                                                                       | 152 |
| <b>В. А. Власенко, О. М. Осьмачко</b><br>Характеристика врожайності комерційних сортів пшениці м'якої озимої, різного еколого-генетичного походження в умовах північно-східного Лісостепу України..... | 158 |
| <b>В. Г. Куян</b><br>Інтенсифікація технологій вирощування плодів сливи у різних ґрунтово-кліматичних умовах.....                                                                                      | 167 |



## Ветеринарія

|                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Furkan Al-Araji S., I. N. Gromov, E. I. Bolshakova, S. P. German, M. M. Bykovskaya,</b><br>Evaluation of terrarich-antitox on hematological and immunological parameters of broilers fed mycotoxin contaminated ration and vaccinated against infectious bursal disease..... | 174 |
| <b>S. Al-Araji Furkan, I. N. Gromov, E. I. Bolshakova, S. P. German, M. M. Bykovskaya</b><br>Evaluation of using terrarich-antitox on broiler performance during mycotoxycosis.....                                                                                             | 181 |
| <b>В. Ф. Галат, Ю. Ю. Довгій, М. Ю. Довгій</b><br>Поширення кишкових паразитозів у сільськогосподарських птахів у господарствах Житомирської області.....                                                                                                                       | 188 |
| <b>І. Ю. Горальська, І. А. Волківський</b><br>Вплив експериментального згодовування хлориду хрому кролям на їх гематологічні показники.....                                                                                                                                     | 193 |
| <b>Ю. А. Глєбова, А. І. Вертійчук</b><br>Вплив на здоров'я людини харчових яєць за різних способів споживання                                                                                                                                                                   | 201 |
| <b>А. І. Драгальчук, Ю. Ю. Довгій</b><br>Виживаємість яєць фасціол у довкіллі зони Житомирського Полісся.....                                                                                                                                                                   | 208 |
| <b>Н. М. Зажарська, В. О. Грамма</b><br>Порівняльна характеристика показників якості молока кіз німецької білої, альпійської та англо-нубійської порід.....                                                                                                                     | 214 |
| <b>В. А. Котелевич</b><br>М'ясо кролів – важливий резерв органічного виробництва.....                                                                                                                                                                                           | 220 |
| <b>Л. В. Нагорна</b><br>Ектопаразитози водоплавної птиці в умовах дрібнотоварного ведення галузі.....                                                                                                                                                                           | 227 |
| <b>Т. В. Полтавченко</b><br>Стан захворюваності риб на крустацеози у Рівненській області.....                                                                                                                                                                                   | 233 |
| <b>В. П. Фасоля, І. П. Лігоміна</b><br>Клінічні симптоми, гематологічні показники та диференційна діагностика за гіпотитреозу собак у віковому аспекті .....                                                                                                                    | 237 |
| <b>В. П. Фасоля, І. П. Лігоміна</b><br>Фізичні, хімічні і мікроскопічні показники сечі у здорових домашніх котів ...                                                                                                                                                            | 244 |

## Механізація

|                                                                                                                                                                                          |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>С. М. Кухарець</b><br>Динаміка руху складових субстрату в обертових реакторах.....                                                                                                    | 249 |
| <b>О. М. Безвесільна, М. А. Войцицький, А. П. Войцицький</b><br>Підвищення точності вимірювання двоканального авіаційного<br>гравіметра.....                                             | 259 |
| <b>А. П. Войцицький, Ю. А. Колос</b><br>Аналіз причин погіршення якості показників електроенергії, які<br>характеризують форму напруги.....                                              | 264 |
| <b>С. В. Міненко, В. М. Савченко, В. В. Крот</b><br>Аналіз залежності інтенсивності продуктивного фотосинтезу від<br>режимів мікроклімату в індустріальних теплицях.....                 | 270 |
| <b>С. В. Міненко, В. М. Савченко, В. В. Крот</b><br>Класифікація способів зняття перегріву рослин в індустріальних<br>теплицях.....                                                      | 276 |
| <b>Р. С. Грудовий</b><br>Результати експериментальних досліджень величини травмування зерна<br>під час транспортування гвинтовим конвеєром з рівнозбільшеним<br>кроком витків.....       | 282 |
| <b>О. Ю. Осипчук, М. Ю. Павленко, В. В. Чуба</b><br>Дослідження енергетичної ефективності реакторів-розділювачів із<br>тарілчастим змішувачем.....                                       | 290 |
| <b>О. В. Коновалов, М. А. Горкуша</b><br>Підвищення енергоефективності вихрових теплових насосів.....                                                                                    | 296 |
| <b>А. Ю. Сазонов, Ю. Л. Новосилецький</b><br>Обґрунтування структурних параметрів біогазових та когенераційних<br>установок як альтернативного джерела енергії.....                      | 304 |
| <b>Б. В. Ємець, С. В. Пустовіт, О. С. Поліщук, Л. В. Ємець</b><br>Моделювання показників тягово-швидкісних властивостей автомобіля<br>під час його роботи на водопаливних емульсіях..... | 317 |
| <b>Н. М. Цивенкова, А. А. Голубенко</b><br>Дослідження теплопродуктивності прямопотокового газогенератора на<br>соломі.....                                                              | 325 |
| <b>Я. Д. Ярош</b><br>Перспективи та проблеми використання відновлювальних джерел<br>енергії для сушіння сільськогосподарських матеріалів.....                                            | 335 |
| <b>І. Г. Грабар</b><br>Моделювання закономірностей розповсюдження пружних хвиль в<br>лужно-галоїдних монокристалах.....                                                                  | 346 |

## Тваринництво

|                                                                                                                                                               |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Н. С. Щербакова, Ж. О. Передера, С. Б. Передера</b><br>Визначення натуральності вершкового масла.....                                                      | 355 |
| <b>В. М. Біденко, Н. М. Кураченко, О. К. Трунова</b><br>Оцінка токсикологічної та продуктивної дії комплексонатів<br>мікроелементів на тваринах та птиці..... | 360 |
| <b>В. А. Бурлака, В. В. Туманов, О. О. Лавринюк</b><br>Вплив алунітового борошна на забійні показники індичок.....                                            | 365 |

## Сторінка молодого вченого

|                                                                                                                                                                                              |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>А. В. Павленко</b><br>Динаміка чисельності популяцій тварин асоційованого біорізноманіття<br>як показник ефективності природоохоронних зусиль (на прикладі<br>Чернігівської області)..... | 371 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

## Ювіляри

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| Леоніду Васильовичу Лосю – 80..... | 380 |
| Анотації.....                      | 382 |
| Вимоги.....                        | 422 |