
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 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. Ковальов В. Б.
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. Ковальов В. Б.
д.е.н. Цаль-Цалко Ю. С.

НАУКОВО-ТЕОРЕТИЧНИЙ ЗБІРНИК

№ 1 (58), т. 1

2017 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, 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. B. Kovaliov, Dr. of Agr. 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. Sydorchuk, Dr. of Eng. Sc.
V. P. Slavov, Dr. of Agr. Sc.
V. B. Kovalov, 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.

ISSN 2518-7279

Головний редактор

О. В. Скидан

Відповідальні за випуск

Л. Д. Романчук, Т. М. Тимошук

Науковий редактор

Л. Д. Романчук

Редагування англomовних текстів

Г. О. Хант, С. В. Кубрик

Редактор

Л. В. Якубовська

Редагування бібліографічних списків:

О. І. Касянюк, Н. Г. Яремчук

Комп'ютерний набір та верстка

О. М. В'юнцова

Макетування

О. М. В'юнцова

Друкуються за рішенням

Вченої ради ЖНАЕУ

протокол № 9 від 30.03.2017 р.

Підписано до друку 09.06.2017 р.

Формат 70х100/16.

Ум. друк. арк. 34,77

Наклад 300 пр. Зам. № 542

Адреса редакції видавця

та виготовлювача:

10008, м. Житомир,

бульвар Старий, 7, ЖНАЕУ

Контактні телефони:

(0412) 22–85–97, (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) 22–85–97, (0412) 22–04–17

Fax: (0412) 22–04–17

e-mail: skydano@mail.ru

© Житомирський національний
агроєкологічний університет, 2017

Екологія та охорона навколишнього середовища

УДК 631.423.3

І. В. Вагнер
аспірант*В. І. Чорна
д. б. н.

Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет

ВМІСТ РУХОМИХ ФОРМ БОРУ У ТЕХНОГЕННО-ПОРУШЕНИХ ҐРУНТАХ НІКОПОЛЬСЬКОГО МАРГАНЦЕВО-РУДНОГО БАСЕЙНУ

З'ясовані особливості розподілу концентрацій рухомого бору у просторі та по шарах педозему (насипний шар чорнозему південного на лесоподібних суглинках) і дерново-літогенних ґрунтів на сіро-зелених, червоно-бурих глинах та лесоподібних суглинках Нікопольського марганцеворудного басейну. Надано загальну оцінку стану техноземів за вмістом рухомого бору. Побудовані математичні моделі розповсюдження бору у просторі та дендрограми для оцінки його однорідності у шарах 0–10 ... 90–100 см кожного типу ґрунтів. Встановлено, що профілі досліджуваних ґрунтів неоднорідні. Техногенно-порушені ґрунти мають дуже високу концентрацію бору, що перевищує у 2–3 рази його вміст в еталонних зразках і у подальшому може призвести до борного засолення. Встановлено, що важливу роль у міграції бору грає муліста фракція та глинистий склад ґрунтів.

Ключові слова: мікроелементи, рухомі сполуки бору, родючість, рекультивація, техноземи.

Постановка проблеми

Техногенні едафотопи, які сформовані в процесі рекультивації, значно відрізняються від зональних ґрунтів рівнем родючості (трофності), фізичними, фізико-хімічними, агрохімічними і іншими екологічно важливими показниками. Неоднорідність ґрунтового-геохімічного середовища призводить до високої варіабельності концентрацій елементів у ґрунтовому покриві [9]. Дослідження балансу мікроелементів виступає в якості фактора, що визначає потенціал продуктивності вирощуваних культур.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Застосування мікродобрив – один із шляхів вирішення проблеми підвищення врожайності культур за рахунок малих витрат. Саме мікроелементи сприяють синтезу в рослинах повного спектру ферментів, які дозволяють інтенсивніше використовувати енергію, воду та макроелементи. Підвищення продуктивності

земель і біогеохімічних процесів не може бути вирішено без оптимізації мікроелементного складу ґрунтів, який є результатом взаємодії процесів їх утворення з вихідних материнських порід як джерел елементів у ґрунтах, а також латеральної і радіальної міграції елементів [4, 5, 8]. Бор є незамінним мікроелементом, необхідним для нормального росту і розвитку рослин. Управління бором є складним завданням, так як оптимальний діапазон застосування бору є вузьким і норми витрати варіюються в залежності від типу ґрунтів. Внесення бору зменшує вміст азоту і кальцію, але збільшує вміст фосфору, калію, марганцю, цинку і міді в тканинах рослин, за рахунок збільшення їх доступних форм у ґрунтах [12]. Найважливішими властивостями бору, які визначають його геохімічні особливості розподілу в ґрунтовому покриві, є відносно висока міграційна здатність у водних розчинах, а також активне біогенне поглинання і здатність адсорбуватися високодисперсними і органо-мінеральними компонентами ґрунтів [4]. Тому при вивченні техногенно-порушених ґрунтів та для пошуку шляхів їх відновлення є актуальним встановлення концентрації рухомих сполук бору у просторі та з глибиною.

Валовий вміст бору в дерново-підзолистих ґрунтах 2–5 мг/кг, в сірих лісових ґрунтах 3–9 мг/кг, в чорноземних 9–12 мг/кг ґрунту, але доступні для рослин водорозчинні сполуки бору складають всього від 3 до 10 % від його загальної кількості. Таким чином, велика частина бору знаходиться в ґрунтах у недоступних для рослин формах. Кількість водорозчинного бору в дерново-підзолистих ґрунтах 0,1–0,5 мг на 1 кг, в сірих лісових 0,3–0,7, а в чорноземних 0,4–1,7 мг на 1 кг ґрунту [13].

За ступенем забезпеченості водорозчинним бором (в мг на 1 кг) ґрунту поділяються на такі групи: I – дуже низький < 0,15 мг, II – низький 0,15–0,33 мг, III – середній 0,33–0,50 мг, IV – високий 0,50–0,70 мг, V – дуже висока > 0,70 мг [13].

На рухливість бору в ґрунті впливає вапнування, при якому вміст водорозчинного бору знижується. Це пояснюється тим, що під впливом вапнування в ґрунті посилюється діяльність мікроорганізмів, що використовують бор для побудови органічних речовин свого тіла. Значна частина бору пов'язана з органічною речовиною ґрунту. У процесі хімічного вивітрювання утворює аніони BO_2^+ , $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$, BO_3^{3-} , H_2BO_3^- , $\text{B}(\text{OH})_4$. Він може сорбуватися глинами, органічною речовиною і полуторними оксидами, останніми найбільш сильно. Основна роль у цьому процесі, мабуть, належить асоціації бору з кисневими і гідроксильними радикалами алюмосилікатів [6]. Найбільш звичайні в ґрунтових розчинах форми недисоційованого H_3BO_3 , в меншій мірі $\text{B}(\text{OH})_4$. При pH більше 7,0, ймовірно, присутні іони $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$ і H_2BO_3^- . Особливістю бору є його більша сорбція в ґрунтах у порівнянні з іншими аніонами [13]. Елементами-осаджувачами бору є кальцій, магній, алюміній, залізо, манган. Бор у ґрунті адсорбується оксидами заліза і алюмінію, глинистими мінералами. При цьому

абсорбція залежить від рН і досягає максимуму в лужному середовищі. В цілому, сполуки бору найбільш мобільні в кислому і лужному середовищах [1, 16].

У ґрунті бор знаходиться у вигляді різних сполук. А. П. Виноградов (1957) виділяв такі форми мікроелемента: водорозчинний; кислоторозчинний; що знаходиться в ґратках силікатів; в складі борних мінералів; пов'язаний з органічною речовиною [2]. Бор, що знаходиться в складі рослинних залишків, стає доступним після їх мінералізації. Бор досить інтенсивно звільняється при їх розкладанні, займаючи за темпами мобілізації з рослинної речовини друге місце після міді. Це дозволяє розглядати мікроелемент у даній формі доступним для рослин [6]. За даними А. П. Виноградова, в рухомій формі знаходиться близько 10% ґрунтового бору, дослідження інших авторів свідчать про менш значну його розчинність: від 0,4 до 5% від загальної кількості мікроелемента [1, 16]. У засолених ґрунтах розчинність сполук бору може істотно зростати, досягаючи 25% і навіть 80% від його валового вмісту [6].

На адсорбцію бору різними компонентами ґрунту впливають реакція середовища, присутність різних катіонів, ступінь зволоження ґрунту. При збільшенні рН середовища зростає адсорбція бору глинистими мінералами, а максимум поглинання елемента оксидами заліза спостерігається при рН = 8,0 – 8,5, оксиди алюмінію адсорбують максимальну кількість бору при рН = 6,0 – 7,0. Закріпленню бору в ґрунті сприяють реакції його хімічного осадження. Основними іонами-осаджувачами бору є кальцій і магній [16]. Дефіцит бору призводить до зниження максимальної швидкості утворення фотосинтетичного O_2 і впливає на накопичення розчинних вуглеводів у листі [14, 21]. Дефіцит бору швидко впливає на функції ферментів та інших білків у плазматичній мембрані, процеси переносу через цілісну мембрану [11, 15].

Характерною рисою геохімії бору є його участь у процесах галогенеза. У зв'язку з цим практично у всіх регіонах земної кулі засолення ґрунтів супроводжується акумуляцією в них бору і розвитком борного засолення [8]. У зв'язку з цим потрібна більш глибока теоретична проробка питань про вплив бору на продуктивність і хімічний склад рослин і розробка практичних підходів до використання ґрунтів з високим вмістом бору [12, 17].

Мета, завдання та методика досліджень

Метою нашого дослідження було визначення особливостей просторової варіабельності та вертикальної диференціації концентрацій рухомого бору у дерново-літогенних ґрунтах на сіро-зелених, червоно-бурих глинах та на лесоподібних суглинках і на насипному шарі (0–40 см) чорнозему південного на лесоподібних суглинках та його екологічна роль у процесах ґрунтоутворення.

Дослідження проведені на експериментальних ділянках стаціонару з рекультивації земель Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету (м. Орджонікідзе) із закладенням ґрунтових розрізів на дерново-

літогенних ґрунтах на червоно-бурих, сіро-зелених глинах та на лесоподібних суглинках та на насипному шарі чорнозему південному на лесоподібних суглинках (далі – педозем). Проби відібрали по шарах 0–10 см, 10–20 см, ...90–100 см з чотирьох розрізів у трьохкратній повторюваності. Відібрано 180 проб ґрунту через кожні 15 метрів (крім ділянки насипного шару чорнозему на піску) (відповідно з ділянок насипного шару чорнозему на лесоподібних суглинках (далі – педоземи) та дерново-літогенних ґрунтів на сіро-зелених глинах (далі – С/З), з дерново-літогенних ґрунтів на червоно-бурих глинах (далі – Ч/Б) і з дерново-літогенних ґрунтів на лесоподібних суглинках (далі – Л/С). Відбір був проведений з глибини 0–20 см по всьому дослідному полі (географічні координати південно-західного кута полігона 47°38'55.24"Пн.Ш., 34°08'33.30"С.Д.).

Визначення рухомих сполук бору було здійснено за методикою «ГОСТ Р 50688-94. Почвы. Определение подвижных соединений бора по методу Бергера и Труога в модификации ЦИНАО» у п'ятикратній повторюваності [3].

Статистична обробка проведена за допомогою Statsoft Statistica 10.0. Отримані дані середніх значень подані на рис. 1–4, стандартні відхилення не перевищують 5%, що відповідає нормативам контролю якості результатів аналізу внутрішньо лабораторного контролю и характеризує їх як достовірні [3].

Результати досліджень

Екологічна роль доступного бору полягає в тому, що він зустрічається в ґрунті у двох формах – органічній та неорганічній. Мікроорганізмам і рослинам для нормального розвитку потрібен бор, тому вони використовують неорганічний бор і перетворюють його в органічні форми. Коли мікроорганізми і рослини завершують свої життєві цикли і вмирають, органічний бор окиснюється і переходить у неорганічний бор. Завдяки процесам вивітрювання, воді та мікроорганізмам, концентрація рухомих сполук бору підтримується у ґрунті. Факторами, що призводять до дефіциту бора, є його втрати з вимиванням, перетворення розчинної форми бору в недоступні форми і підвищення потреби в борі у кращих сортів культур і при інтенсивних методах землеробства.

За даними визначення концентрацій бору у просторі, побудовані математичні моделі за допомогою Surfer 11.0, що основані на кластерному аналізі значень.

Рухомі сполуки бору у просторі дуже мобільні та варіабельні і залежать від рельєфу місцевості, агрегатного складу ґрунтів, хімічного складу ґрунтів та багатьох інших факторів. Кількість рухомого бору у педоземі та лесах відповідно змінюється від 1,5 мг/кг до 3,8 мг/кг та від 2,2 мг/кг до 6,6 мг/кг. Ця математична модель наглядно демонструє розповсюдження даного мікроелементу. Найменше значення у педоземах визначено в північно-західній зоні ділянки, а загалом

середній показник бору на педоземах близько 3 мг/кг, що переважає у два рази вміст бору у еталонному чорноземі [13].

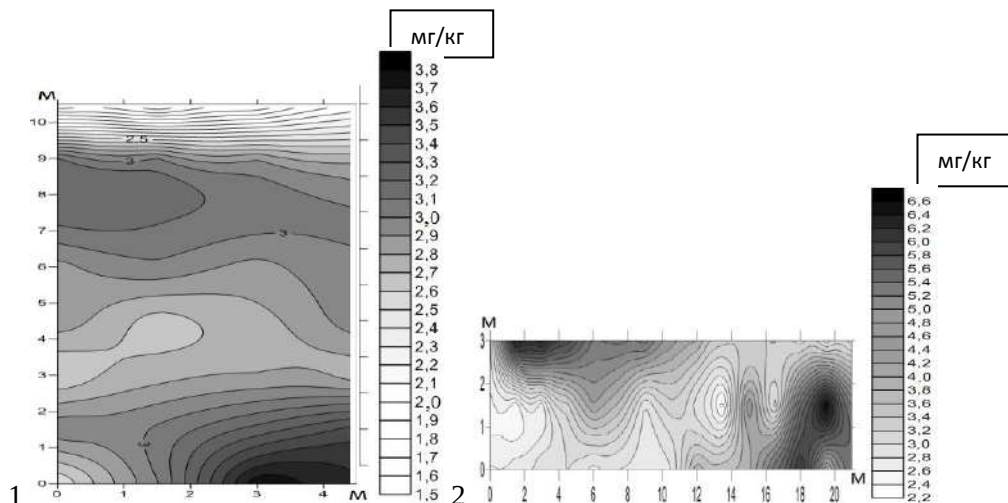


Рис. 1. Вміст рухомого бору на дослідних ділянках:

1 – насипний шар чорнозему південного (40 см) на суміші лесоподібних суглинках; 2 – дерново-літогенні ґрунти на лесоподібних суглинках, де: осі X,Y – довжина та ширина ділянки, кожен 1 м = 10 м;

На ділянці з Л/С спостерігаються дві зони з підвищеними концентраціями бору, які розташовані на північному сході і у центральній зоні, а також спостерігається перехідна зона, що формується між дерново-літогенними ґрунтами на Л/С і на С/З.

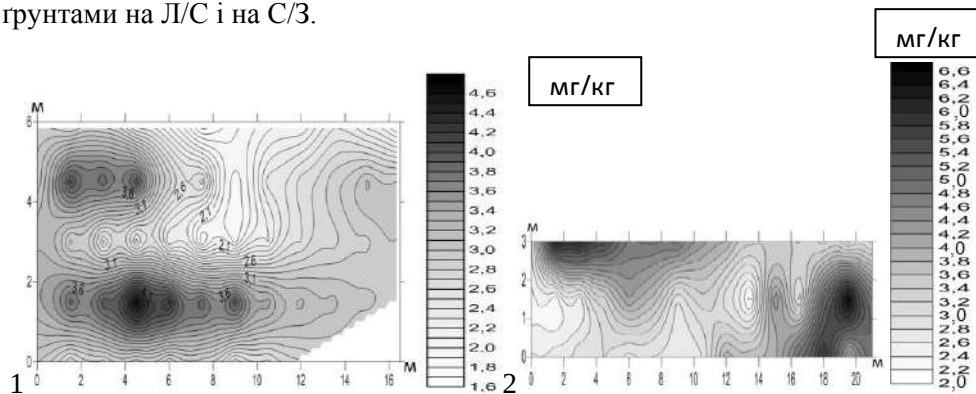


Рис. 2. Вміст рухомого бору на дослідних ділянках дерново-літогенних ґрунтів на суміші червоно-бурих (1) та сіро-зелених (2) глин, де: X,Y – довжина та ширина ділянки, кожен 1 м = 10 м

За вмістом рухомих сполук бору С/З схожі на педоземи і є більш придатними для нормального розвитку та росту рослин за цим показником. Ч/Б схожі на Л/С, де концентрація рухомого бору варіює від 2,0 мг/кг до 6,6 мг/кг, що у подальшому може призвести до борного засолення. Дослідження деяких авторів показали, що концентрації бору в ґрунті, що перевищують 5–10 мг/кг можуть стати причиною зниження врожайності сільськогосподарських культур [8, 9, 13, 18]. Бор характеризується особливими фізико-хімічними властивостями і своєрідною поведінкою в ландшафтах, де, завдяки високій міграційній здатності, піддається перерозподілу між ґрунтами підвищених і понижених ділянок території. Екологічна роль бору в системі ґрунт-рослини визначається, в першу чергу, його вмістом в ґрунтоутворюючій породі, яка є материнською основою ґрунту і встановлює ймовірність біогенного накопичення елемента у верхній частині профілю за рахунок рослинності, яка бере участь в ґрунтоутворенні [7].

Для визначення закономірностей вертикальної диференціації рухомих сполук бору за профілем техноземів був проведений кластерний аналіз.

При побудові дендрограми, яка визначає візуалізацію матриці подібності (чи відмінності) після об'єднання (або поділу) чергових двох об'єктів у кластер, був використаний метод одиночного зв'язку та евклідова відстань. Ці параметри засновані на тому, що відстань між двома класами визначається як відстань між найближчими їх представниками.

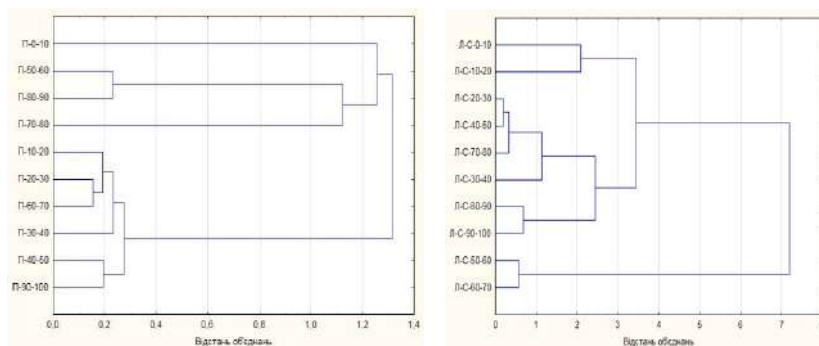


Рис. 3. Дендрограма вертикальної диференціації рухомих сполук бору у профілі педозему (А) та дерново-літогенних ґрунтів на лесоподібних суглинках (Б) методом одиночного зв'язку з використанням евклідової відстані

Примітка: П – педоземи, Л/С – дерново-літогенні ґрунти на лесоподібних суглинках; 0-10 см, 10–20 см,... – 90–100 см – шари відбору зразків.

Концентрація бору у профілі педозему варіює за глибиною та змінюється від 1,06 мг/кг до 2,98 мг/кг.

Розповсюдження рухомих сполук бору по шарах профілю характеризується їх об'єднанням у класи, що спостерігається на глибині 10–20 см, 20–30 см та 60–

70 см і 40–50 см та 90–100 см на відстані 0,25, далі з'єднується у другий клас з приєднанням шару 30–40 см, що характеризує ці шари як однорідні за вмістом бору. Важливу роль має відстань, на якій відбувається об'єднання показників. Чим вона менша, тим більш подібні досліджувані шари. Ця подібність дуже важлива саме у техногенно-порушених ґрунтах, які знаходяться на етапі формування.

Найбільш віддаленим значенням характеризується шар 0–10 см, що пояснюється тим, що при відмиранні основна біомаса рослин, яка містить бор, знаходиться саме у цьому шарі, там його концентрація і є найбільшою.

З даних, що представлені на рис. 5, видно, що вони варіюють у діапазоні від 1,90 до 9,56 мг/кг. Найбільша концентрації рухомого бору зафіксована на глибині 50–70 см, яка втричі перевищує максимальне значення, отримане на педоземах за вмістом рухомого бору по профілю з тенденцією його збільшення за глибиною. Відомо, що накопичення бору тісно пов'язане з буферною здатністю ґрунтів [19]. Дерново-літогенні ґрунти на лесоподібних суглинках найбільш неоднорідні за вмістом бору: прослідковуються клас у шарі 0–20 см, який є найбільш «активним» у етапі ґрунтогенезу дерново-літогенних ґрунтів у системі ґрунт-рослина; далі клас з шарами від 20–50 см, який є найбільшим сформованим об'єднанням у цьому профілі; класи 50–70 см, які є найбільш віддаленими та виходять з групи, що можливо пояснюється перехідною зоною темно-коричневих суглинків у червоно-бурій глини на цій глибині [10], де концентрується найбільша концентрація бору у профілі. Бор має тенденцію до накопичення в гумусовому горизонті, в той же час, може вимиватися до ґрунтових вод. Така поведінка бору пояснюється тим, що борорганічні з'єднання не володіють хімічною стійкістю [10, 20].

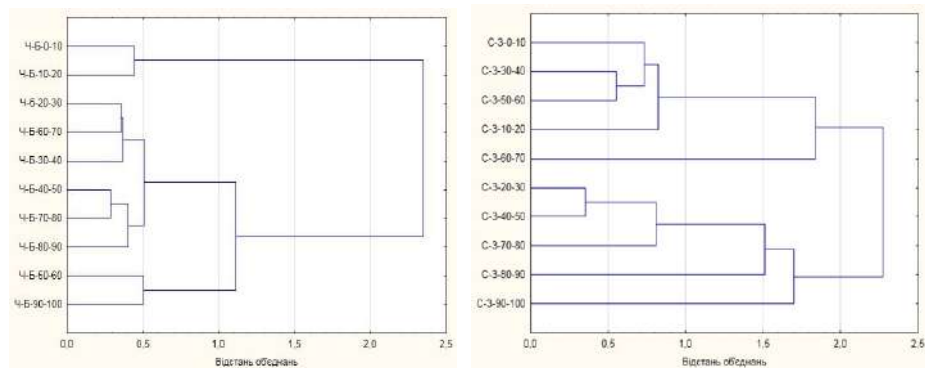


Рис. 4. Дендрограма вертикальної диференціації рухомих сполук бору у дерново-літогенних ґрунтах на червоно-бурих та сіро-зелених глинах методом одиночного зв'язку з використанням евклідової відстані

Примітка: Ч-Б – дерново-літогенні ґрунти на червоно-бурих глинах, С-З – дерново-літогенні ґрунти на сіро-зелених глинах; 0–10 см, 10–20 см,... – 90–100 см – шари відбору зразків.

За вмістом рухомого бору дерново-літогенні ґрунти на червоно-бурих глинах характеризуються неоднорідністю за профілем та варіюють від 1,11 до 3,41 мг/кг. Прослідковується тенденція збільшення концентрації з глибиною. Зафіксовані найменші значення концентрації рухомого бору на глибині 0–20 см (1,11 мг/кг), пояснюються тим, що бор дуже рухома сполука, яка добре розчиняється у воді, а при відсутності гумусового горизонту не затримується у верхніх шарах ґрунту [6, 12]. Найважливіші властивості бору, що визначають його розподіл в ґрунтовому профілі – відносно висока міграційна здатність у водних розчинах, активне біогенне поглинання, здатність адсорбуватися високодисперсними мінеральними і органо-мінеральними компонентами ґрунтів. Як правило, вміст бору вище в горизонтах з більшою часткою важких гранулометричних фракцій ґрунту. Вміст бору у дерново-літогенних ґрунтах на червоно-бурих глинах у шарах 20–90 см характеризується як однорідний, сформований, що пов'язане з ґрунтоутворними процесами та формуванням дерново-літогенних ґрунтів.

У дерново-літогенних ґрунтах на сіро-зелених глинах концентрація рухомого бору змінюється від 3,91 до 7,97 мг/кг. Дефіцит бору спостерігається в ґрунтах з низькою активністю глини [20], хоча дерново-літогенні ґрунти на сіро-зелених глинах мають найбільший вміст фізичної глини [7] серед досліджуваних ґрунтів, але за вмістом бору найбільше значення встановлене на дерново-літогенних ґрунтах на лесоподібних суглинках. Рекультоземи характеризуються специфічною агрегатної структурою, що підтверджується статистично та пояснює варіювання концентрації рухомого бору у профілі. Значна вертикальна неоднорідність є характерною властивістю рекультоземів так як розкривні гірські породи, які розробляються навіть з одного стратиграфічного ярусу, не можуть бути охарактеризовані як однорідні субстрати [19, 21]. Вміст бору у дерново-літогенних ґрунтах на сіро-зелених глинах формує два класи однорідності цього мікроелемента у шарах. Бачимо, тенденцію тісних зв'язків між шарами на глибині 0–50 см та 50–100 см по відстаням і утвореним класам.

Концентрація бору в ґрунтовому розчині контролюється реакціями абсорбції та десорбції цього мікроелемента. Швидкість десорбції бору залежить від значень рН, мінералогічного складу і розміру часток ґрунтів. Нами встановлено, що рН досліджуваних ґрунтів коливається у межах 7,0–7,9, що характеризує ґрунти як слабо лужні, що не повинно сприяти накопиченню бору. Тому можливо припустити, що його накопичення у нижніх шарах профілів досліджуваних ґрунтів пов'язане з абсорбцією глинистими фракціями. У роботах дослідників встановлено, що ці ґрунти характеризуються як важко суглинкові муловато-пилові, де домінує крупний пил та мулиста фракція, які складають >77%. Мулиста фракція є активною складовою будь-яких ґрунтів, що якраз і сприяє накопиченню та вивільненню цього елементу та його міграції по профілю [7, 10].

Висновки та перспективи подальших досліджень

Загальна оцінка стану досліджуваних техноземів за вмістом рухомих сполук бору за градацією зональних ґрунтів характеризується як дуже висока ($>0,7$ мг/кг), свідчить про високий потенціал для перспективи вирощування с/г культур.

Концентрація рухомого бору у техногенно-порушених ґрунтах перевищує значення еталонних зразків (чорнозем південний) та його вміст у чорноземних ґрунтах у декілька разів, що у подальшому може призвести до борного засолення.

Побудовані математичні моделі просторової варіабельності та дендрограми розмаху вертикальної диференціації рухомих сполук бору дослідних ділянок Нікопольського марганцеворудного басейну. Встановлено, що велика роль у міграції бору, його накопиченні, сорбції та десорбції грає материнська порода та рослини. Найбільші евклідові відстані і неоднорідність шарів профілів досліджуваних ґрунтів за вмістом рухомих сполук бору зафіксовані на дерново-літогенних ґрунтах на лесоподібних суглинках, де встановлене найбільше значення цього показника.

Усі типи ґрунтів знаходяться на етапі формування, тому у профілях є сформовані ділянки шарів, де відбувається сорбція та десорбція рухомого бору, але не по всій глибині. Згідно з проведеним кластерним аналізом найбільш сформовані профілі педоземі і дерново-літогенних ґрунтів на сіро-зелених та червоно-бурих глинах.

Подальші дослідження слід зосередити на процесах антагонізму та синергізму рухомого бору з іншими елементами (кальцій, азот, залізо, марганець), прослідкувати взаємовідносини аморфного кремнію та бору у ґрунтах.

Література

1. Азаренко Ю. А. Закономерности распределения и взаимосвязи микроэлементов в системе почва-растение в условиях юга Западной Сибири : автореф. дисс. на соискание учен. степени д-ра биол. наук : спец. 19.11.14 / Ю. А. Азаренко. – Тюмень, 2014. – 36 с.
2. Виноградов А. П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах / А. П. Виноградов. – 2-е изд., доп. – М. : Изд-во АН СССР, 1957. – 234 с.
3. Определение подвижных соединений бора по методу Бергера и Труога в модификации ЦИНАО : ГОСТ Р 50688-94. – М. : Изд-во стандартов, 1994. – 16 с.
4. Добровольский В. В. Основы биогеохимии : учебник / В. В. Добровольский. – М. : Академия, 2003. – 400 с.
5. Добровольский В. В. Геохимия микроэлементов в почве и биосфере / В. В. Добровольский // Почвоведение. – 1984. – № 12. – С. 68–78.

6. Орлова Э. Д. Микроэлементы в почвах и растениях Омской области и применение микроудобрений : учеб. пособие / Э. Д. Орлова, Е. Г. Пыхтарева. – 2-е изд., перераб. и доп. – Омск : Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2007. – 76 с.
7. Пространственная агроэкология и рекультивация земель : монография / [А. А. Демидов, А. С. Кобец, Ю. И. Грицан, А. В. Жуков]. – Днепропетровск : Свидлер А. Л., 2013. – 560 с.
8. Спицына С. Ф. Поведение бора в системе почва-растение на территории сухой засушливой и умеренно-засушливой Степи Алтайского края / С. Ф. Спицына, А. А. Томаровский, Г. В. Оствальд // Вестн. Алтайского гос. аграр. ун-та. – 2015. – № 11 (133). – С. 30–35.
9. Тарика А. Г. Агроэкологическое обоснование освоения и использования лессовидного суглинка при рекультивации земель в Никопольском марганцеворудном бассейне : автореф. дисс. на соискание научной степени канд. с.-х. н аук : спец. 03.00.16. «Экология»/ А. Г. Тарика. – Днепропетровск, 2006. – 25 с.
10. Чорна В. І. Екологічна роль бору у техногенно-порушених ґрунах. Вода: проблеми та шляхи вирішення / В. І. Чорна, І. В. Вагнер // 36. статей наук.-практ. конф. з міжнар. участю, м. Рівне, 6–8 липня 2016 р. – Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2016. – С. 270.
11. Uptake and transport of boron / P. H. Brown, N. Bellaloui, R. N. Sah, E. Bassil, H. Hu // Boron in plant and animal nutrition / eds. H. E. Goldbach, B. Rerkasem, M. Wimmer, P. H. Brown, M. Thellier, R. W. Bell. - New York : Kluwer Academic, 2002. – P. 87–102.
12. Response of Chickpea Cultivars to Application of Boron in Boron-Deficient Calcareous Soils / E. Ceyhan, M. Önder, M. Harmankaya [et al.] // Communications in Soil Science and Plant Analysis. – 2007. – Vol. 38, Issue 17/18. – P. 2381–2399.
13. Boron application improves on yield and chemical composition of strawberry / A. Esringü, M. Turan, A. Gunes [et al.] // Acta Agriculturae Scandinavica. Section B — Soil & Plant Science. – 2011. – Vol. 61, Issue 3. – P. 245–252.
14. El-Shintinawy F. Structural and functional damage caused by boron deficiency in sunflower leaves / F. El-Shintinawy // Photosynthetica. – 1999. – 36. – P. 565–573.
15. Rapid responses of plants to boron deprivation / H. E. Goldbach, M. A. Wimmer, F. Chaumont [et al.] // Boron in plant and animal nutrition / eds. H. E. Goldbach, B. Rerkasem, M. Wimmer, P. H. Brown, M. Thellier, R. W. Bell. – New York : Kluwer Academic, 2002. – P. 167–180.
16. Goldberg S. Reactions of boron / S. Goldberg // Plant and soil. – 1997. – Vol. 193. – P. 35–48.
17. Gu B. Observations on the effect of a soil polysaccharide fraction on boron adsorption by clay minerals / B. Gu, L. E. Lowe // Can. J. Soil Sci. – 1992. – Vol. 72. – P. 623–626.

18. Effects of Bio-Bor Fertilizer Applications on Fruit Yield, Antioxidant Enzyme Activity and Freeze Injury of Strawberry / A. Gunes, M. Turan, N. Kitir [et al.] // Erwerbs-Obstbau. – 2016. – Vol. 58, Issue 3. – P. 177–184.

19. Boron Nutrition and Chilling Tolerance of Warm Climate Crop Species / L. Huang, Z. Ye, B. Bell, R. W. Dell // Ann Bot. – 2005. – 96 (5). – P. 755–767.

20. Oyinlola E. Y. Effect of Boron Fertilizer on Yield and Oil Content of Three Sunflower Cultivars in the Nigerian Savanna / E. Y. Oyinlola // Journal of Agronomy. – 2007. – Vol. 6, Issue 3. – P. 421–426.

21. Boron as limiting factor in photosynthesis and growth of sunflower plants in relation to phosphate supply / M. Plesnicar, R. Kastori, Z. Sakac [et al.] // Agrochimica. – 1997. – 41. – P. 144–154.

УДК 504.53.052:504.53.062.4:633.584.3

Л. Д. Романчук

д. с.-г. н.

Л. Б. Борисюк

аспірант*

Житомирський національний агроекологічний університет

ДИНАМІКА АГРОХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РЕКУЛЬТИВОВАНОГО ГРУНТУ В АГРОЦЕНОЗАХ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ВЕРБИ

Приведені дослідження впливу вирощування рослин енергетичної верби на розмірність агрохімічних показників рекультивованого ґрунту після добування ільменітових руд. Встановлені певні закономірності в динаміці показників суми ввібраних основ, рНта гідролітичної кислотності ґрунт, вмісту рухомих форм макроелементів (P_2O_5 , K_2O , Nk) залежно від біологічних особливостей культивованих видів та досліджуваних прийомів агротехніки. Оцінка динаміки агрохімічних показників приведена в порівняння з показниками дерново-підзолистого ґрунту перелугу та показниками, означеними в ДСТУ.

Ключові слова: агроценоз, верба енергетична, рекультивований ґрунт, агрохімічні показники, сума ввібраних основ, гідролітична кислотність, контроль, компост, мульча, дерново-підзолистий ґрунт.

Постановка проблеми

В технології рекультивації порушених земель сільськогосподарського призначення важливою складовою є біологічний етап, який має забезпечувати повноцінне відтворення природних властивостей ґрунтів у не порушеному стані. У вирішенні завдань біологічної реабілітації техноземів проблемою стає активізації явища природної пертиненції. Оскільки, через низку специфічних особливостей рекультивованих ґрунтів, процеси відтворення ідуть з дуже малою

© Л. Д. Романчук, Л. Б. Борисюк

*Науковий керівник: д. с.-г. н., професор Л. Д. Романчук

18. Effects of Bio-Bor Fertilizer Applications on Fruit Yield, Antioxidant Enzyme Activity and Freeze Injury of Strawberry / A. Gunes, M. Turan, N. Kitir [et al.] // Erwerbs-Obstbau. – 2016. – Vol. 58, Issue 3. – P. 177–184.

19. Boron Nutrition and Chilling Tolerance of Warm Climate Crop Species / L. Huang, Z. Ye, B. Bell, R. W. Dell // Ann Bot. – 2005. – 96 (5). – P. 755–767.

20. Oyinlola E. Y. Effect of Boron Fertilizer on Yield and Oil Content of Three Sunflower Cultivars in the Nigerian Savanna / E. Y. Oyinlola // Journal of Agronomy. – 2007. – Vol. 6, Issue 3. – P. 421–426.

21. Boron as limiting factor in photosynthesis and growth of sunflower plants in relation to phosphate supply / M. Plesnicar, R. Kastori, Z. Sakac [et al.] // Agrochimica. – 1997. – 41. – P. 144–154.

УДК 504.53.052:504.53.062.4:633.584.3

Л. Д. Романчук

д. с.-г. н.

Л. Б. Борисюк

аспірант*

Житомирський національний агроекологічний університет

ДИНАМІКА АГРОХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РЕКУЛЬТИВОВАНОГО ГРУНТУ В АГРОЦЕНОЗАХ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ВЕРБИ

Приведені дослідження впливу вирощування рослин енергетичної верби на розмірність агрохімічних показників рекультивованого ґрунту після добування ільменітових руд. Встановлені певні закономірності в динаміці показників суми ввібраних основ, рНта гідролітичної кислотності ґрунт, вмісту рухомих форм макроелементів (P_2O_5 , K_2O , Nk) залежно від біологічних особливостей культивованих видів та досліджуваних прийомів агротехніки. Оцінка динаміки агрохімічних показників приведена в порівняння з показниками дерново-підзолистого ґрунту перелогу та показниками, означеними в ДСТУ.

Ключові слова: агроценоз, верба енергетична, рекультивований ґрунт, агрохімічні показники, сума ввібраних основ, гідролітична кислотність, контроль, компост, мульча, дерново-підзолистий ґрунт.

Постановка проблеми

В технології рекультивації порушених земель сільськогосподарського призначення важливою складовою є біологічний етап, який має забезпечувати повноцінне відтворення природних властивостей ґрунтів у не порушеному стані. У вирішенні завдань біологічної реабілітації техноземів проблемою стає активізації явища природної пертиненції. Оскільки, через низку специфічних особливостей рекультивованих ґрунтів, процеси відтворення ідуть з дуже малою

© Л. Д. Романчук, Л. Б. Борисюк

*Науковий керівник: д. с.-г. н., професор Л. Д. Романчук

швидкістю. Тому є досить актуальним науковим питанням використання рослинних ценозів енергетичної верби в посиленні відтворних процесів. Одним з головних критеріїв, що визначають ефективність прийомів біологічного етапу рекультивації є динаміка агрохімічних показників.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Відтворенню, рекультивації земель, що зазнали впливу промисловості приділяють увагу у багатьох країнах, таких як США, Англія, Німеччина, Болгарія, Чехія, Словаччина, Польща та інші. Численні наукові дослідження вітчизняних вчених – М. Т. Масюка (1974), В. Н. Данько (1976), М. О. Бекаревича (1986), І. Х. Узбека (2012), Р. М. Панаса (2007, 2008), В. О. Забалуєва (2003) та інших, присвячені науковим принципам та підходам у реабілітації порушених земель. В областях з розповсюдженням родючих та нетоксичних розкритих порід і повернутих матеріалів сільськогосподарський напрямок рекультивації доцільний під рілля, сади, пасовища. При цьому, на біологічному етапі рекультивації продуктивність рекультивованих земель має бути доведена до рівня староорних земель прилеглих територій [2].

Негативна тенденція утворилася внаслідок недосконалості технологій проведення біологічної рекультивації та необхідності впровадження інноваційних підходів їх проведення. Одним із нових способів біологічної рекультивації земель є вирощування енергетичних рослин, які здатні рости на неродючих ґрунтах. Це дає можливість не тільки відновлювати порушений ґрунт, а й отримувати додатковий прибуток із вирощеної продукції.

Мета, завдання та методика досліджень

Мета роботи – дослідити ефективність вирощування енергетичної верби на рекультивованих землях як одного з прийомів біологічної рекультивації техногенно порушених земель після добування ільменітових руд у Поліссі України.

Об'єкт дослідження – динаміка агрохімічних показників рекультивованого ґрунту в агроценозах енергетичної верби за різних технологічних прийомів у біологічному етапі рекультивації порушених земель.

Дослідження були проведені на рекультивованій після добування ільменітового піску Іршанським ГЗК земельній ділянці загальною площею 1450 м² біля с. Лісівщина Коростенського району Житомирської області. На території була проведена технічна рекультивація. Було посаджено 4 варіантів енергетичної верби:

I варіант – Верба прутоподібна варіант Гігантська *Salix viminalis* var. *Gigantea* (Польща);

II варіант – *Salix Tordis* (Швеція);

III варіант – *Salix viminalis* L. сорт – Панфілівська 2;

IV варіант – Верба тритичинкова *Salix triandra* L. сорт Панфілівська.

Досліджувалися два прийоми регулювання ґрунтової родючості: внесення щорічно 4 т/га компосту та мульчування поверхні 5 т/га сіном злаково-бобової травосумішки (райграс пасовищний і конюшина червона). За контроль взята ділянка, де проведені роботи у відповідності до проекту рекультивації території.

Ґрунт характеризується високим ступенем насиченості основами (>90%), вміст рухомого фосфору коливається від середнього до високого (51–25 мг/кг ґрунту), низький вміст обмінного калію (41–80 мг/кг ґрунту), дуже низький вміст гідролізованого азоту (<100 мг/кг ґрунту) та гумусу (<2,0 %), реакція рН переважно нейтральна (6,0–7,1).

Визначення агрохімічних властивостей: рухомий фосфор та обмінний калій – метод Кірсанова в модифікації ННЦ ІГА ДСТУ 4405:2005; лужногідролізований азот – метод Корнфілда; обмінна та гідролітична кислотність – ДСТУ 7537:2014 та ДСТУ ISO 10390:2007 відповідно; гумус – ДСТУ 4289:2004; сума ввібраних основ – метод Каппена.

Результати досліджень

Ріст та розвиток рослин багато в чому визначається рівнем забезпеченості рослин макроелементами та якісними параметрами ґрунтової родючості. Порушені землі мають несприятливі режими, на них навіть багаторічні трави потребують удобрення [1]. Екологічні ніші, які заповнює верба, можуть бути вторинними сукцесіями, це означає, що вона пристосована до зростання в суворих умовах і не вимагає оптимального стану ґрунту [5]. Якісні показники ґрунтової родючості – вагомий критерій оцінки ефективності прийомів з меліорації техноземного ґрунту (табл. 1).

За результатами агрохімічного обстеження ґрунти на ділянці біологічної рекультивації кислі (рН 4,6) потребували вапнування при нормі внесення 2,5–3,0 т/га. За проектом біологічного етапу рекультивації було внесено – 3,0 т/га вапнякових матеріалів. Як свідчать дані таблиці 1 та графічне зображення розмірності показника суми ввібраних основ, на варіантах дослідів внаслідок розкислення ільменітових руд та привнесення вапнякових матеріалів, цей показник значно відрізняється від фоновий його значення (показника на перелозі та ДСТУ).

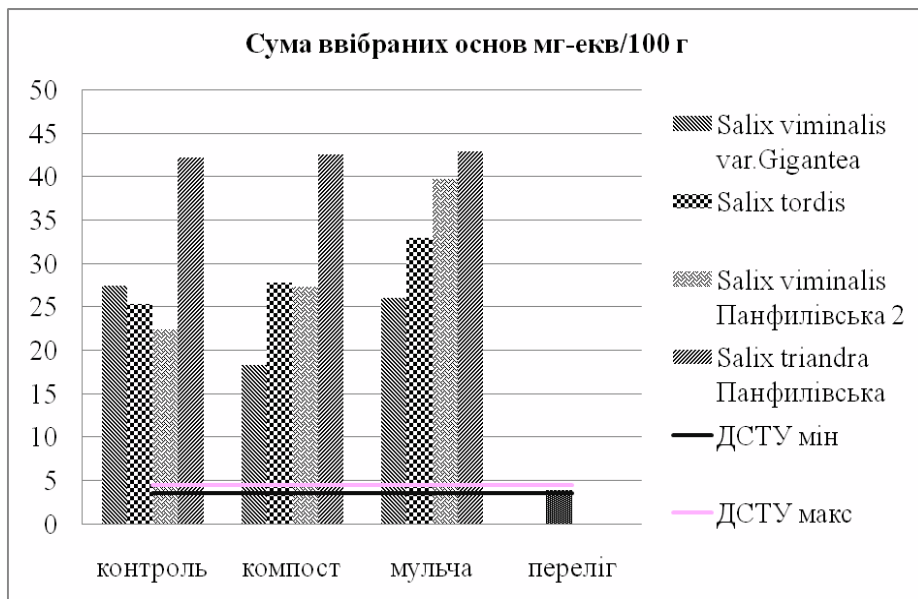


Рис. 1. Показники суми ввібраних основ на ділянках рекультивованого ґрунту
(Власні результати досліджень).

На трансформацію, зниження, показника суми ввібраних основ більш суттєвий вплив в агроценозах енергетичної верби мали біологічні особливості видів верби. Так, найбільш суттєвим зниженням показника суми ввібраних основ відмічено нами в посадках *Salix viminalis* var. *Gigantea* (Польща) за технології удобрення рекультивованого ґрунту компостом – 18,2 мг-екв/100 г.

Таблиця 1. Агрохімічні показники рекультивованого ґрунту в агроценозі енергетичної верби

Варіант досліджу	2015–2016 рр.						
	Сума ввібраних основ	Нг	P ₂ O ₅	K ₂ O	N _k	pH	Гумус, %
	мг-екв/100 г		мг/кг				
1	2	3	4	5	6	7	8
Salix viminalis var. Gigantea контроль	27,4 ±7,2	0,30 ±0,06	117,5 ±10,8	42,5 ±5,1	18,2 ±1,6	6,8 ±0,1	0,64 ±0,05
Salix viminalis var. Gigantea компост	18,2 ±4,5	0,33 ±0,11	91,0 ±1,1	52,5 ±13,0	18,9 ±5,5	7,0 ±0,2	0,52 ±0,27
Salix viminalis var. Gigantea мульча	26,0 ±3,6	0,26 ±0,03	104,5±11,9	46,0 ±4,5	25,9 ±8,7	7,2 ±0,1	0,66 ±0,08

Закінчення таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7	8
Salix tordis контроль	25,3 ±4,2	0,27 ±0,01	103,0±9,1	44,5 ±0,6	22,5 ±0,1	7,2 ±0,2	0,58 ±0,06
Salix tordis компост	27,7 ±7,8	0,37 ±0,11	135,0±44,1	75,0 ±12,4	32,2 ±7,9	7,2 ±0,4	0,90 ±0,24
Salix tordis мульча	32,9 ±3,3	0,44 ±0,20	129,5±2,8	59,0 ±3,4	22,4 ±1,6	7,1 ±0,3	0,73 ±0,13
Salix viminalis Панфілівська 2 контроль	42,1 ±0,1	0,27 ±0,02	168,5±6,2	72,5 ±6,2	19,7 ±11,2	7,3 ±0,2	0,66 ±0,08
Salix viminalis Панфілівська 2 компост	42,5 ±0,3	0,25 ±0,02	168,5±2,8	79,5 ±5,1	16,8 ±6,3	7,3 ±0,1	0,50 ±0,06
Salix viminalis Панфілівська 2 мульча	42,9 ±0,3	0,31 ±0,08	193,0±49,8	81,5 ±9,6	16,1 ±5,5	7,2 ±0,1	0,47 ±0,10
Salix triandra Панфілівська контроль	22,4 ±2,9	0,51 ±0,04	139,0±3,4	59,5 ±9,6	19,6 ±1,6	7,0 ±0,1	0,85 ±0,33
Salix triandra Панфілівська компост	27,3 ±8,2	0,47 ±0,07	144,5±5,1	72,5 ±17,5	21,7 ±2,4	7,0 ±0,3	0,86 ±0,02
Salix triandra Панфілівська мульча	39,7 ±1,2	0,27 ±0,01	139,0±2,3	64,0 ±10,2	16,1 ±7,1	7,2 ±0,1	0,67 ±0,20
Переліг	3,9 ±1,08	3,28 ±0,40	43 ±10,2	184,0±70,2	84 ±14,3	4,9 ±0,2	1,75 ±0,33
ДСТУ	3,5-4,5	1,7- 2,6	120-170	150-200	30- 40	5,0- 5,5	0,6-0,8

В значному ступені розмірність показника рН рекультивованого ґрунту після добування ільменітових руд, в досліді з вирощуванням енергетичної верби, визначається внесеною нормою вапнякових матеріалів. На всіх варіантах досліді показник рН був вищим порівняно з показниками перелогу та ДСТУ (рис. 2). Розмірність показника рН коливалася в діапазоні 7,0–7,3. Підкислення рекультивованого ґрунту спостерігається нами на варіанті з вирощуванням *Salix viminalis* var. *Gigantea* (Польща) – 6,8.

Розмірність показника гідрологічної кислотності в досліді на рекультивованих землях (табл. 1 та рис. 3) значно відмінна від непорушеного ґрунту та показників означених ДСТУ.

Незначний ріст цього показника до 0,51 мг-екв/100 г спостерігаємо в посадках *Salix triandra* L. сорт Панфілівська на контролі та внесення в ґрунт компосту 0,47 мг-екв/100 г. Привнесення в ґрунт компосту та мульчування поверхні позитивно позначились і на показниках гідролітичної кислотності у посадках енергетичної верби сорту *Salix Tordis* (Швеція) – 0,37 та 0,44 мг-екв/100 г відповідно.

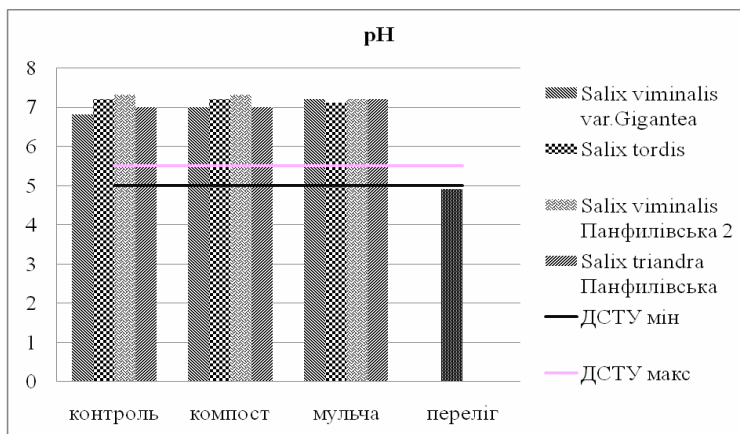


Рис. 2. Показники рН рекультивованого ґрунту в агроценозах енергетичної верби

Показники вмісту рухомого фосфору в рекультивованих ґрунтах під посадками різних видів енергетичної верби на дослідній ділянці (табл. 1, рис. 4) були значно вищими за показники природного стану дерново-підзолистого ґрунту, що було зумовлено закладкою в якості підстиляючого шару «хвосту збагачення» з високим вмістом сполук фосфору – 141 мг/кг. Разом з тим, відмічаємо позитивний приріст рухомих сполук фосфору до оптимального рівня означеного в ДСТУ за вирощування на рекультивованих землях; *Salix viminalis* L. сорт – Панфілівська 2 та *Salix triandra* L. сорт Панфілівська і також *Salix Tordis* за внесення компосту та мульчування.

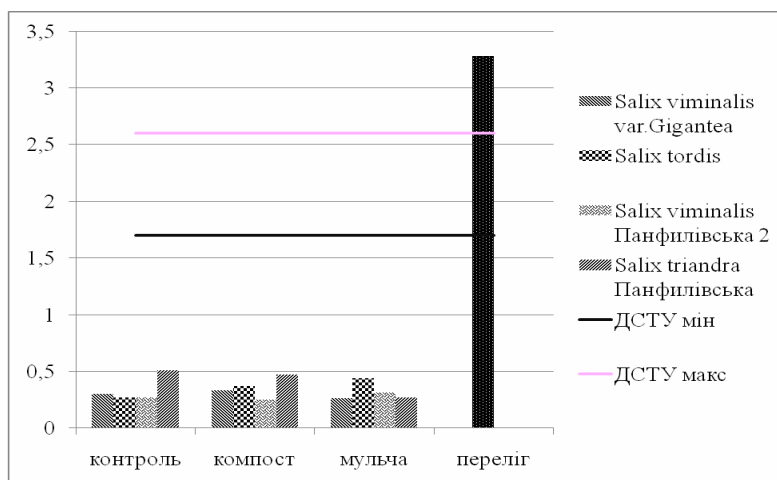


Рис. 3. Показники гідролітичної кислотності рекультивованого ґрунту в посадках рослин енергетичної верби

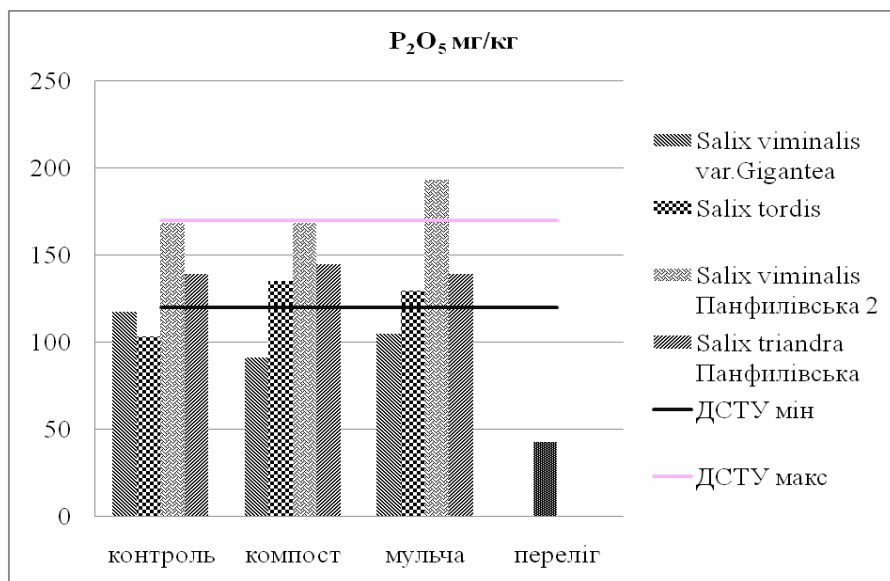


Рис. 4. Вміст рухомого фосфору в рекультивованому ґрунті в агроценозах верби енергетичної

Рівень забезпеченості рослин сполуками обмінного калію (табл. 1, рис 5) можна оцінити порівняно як низький (варіант контролю).

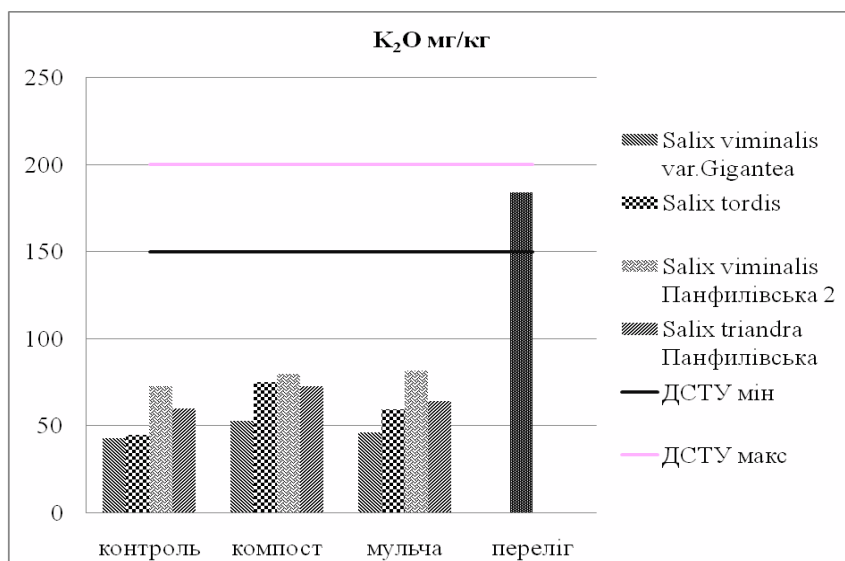


Рис. 5. Вміст обмінного калію в рекультивованому ґрунті в агроценозах енергетичної верби

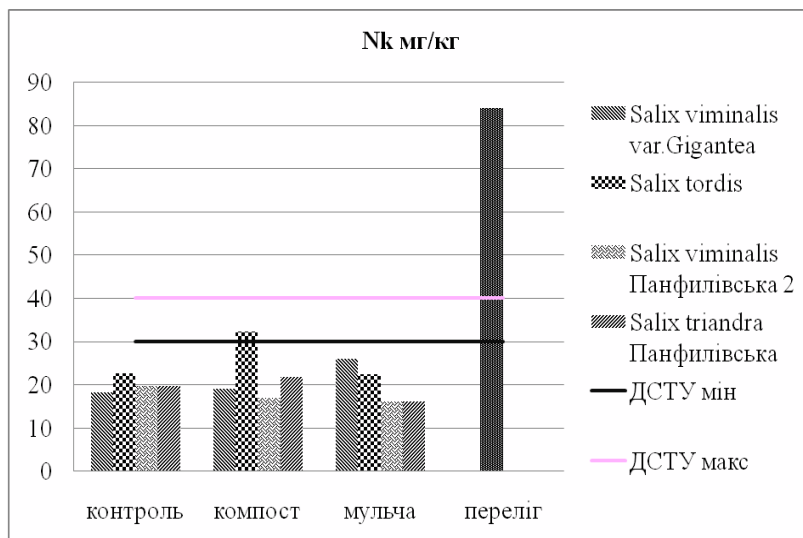


Рис. 6. Вміст азоту в рекультивованому ґрунті в агроценозах енергетичної верби

Культивування рослин видів *Salix viminalis* L. сорт – Панфілівська 2 та *Salix triandra* L. сорт Панфілівська, а також *Salix Tordis*, особливо при внесенні компосту та мульчуванні поверхні, активізує процеси, що сприяють зростанню показника вмісту K_2O в техноземі.

Слід відмітити, що культивування на рекультивованих землях енергетичної верби сорту *Salix Tordis* також активізує ґрунтоутворні процеси, пов'язані з підвищенням вмісту легкогідролізованих сполук азоту (рис. 6). Так, в агроценозі енергетичної верби *Salix Tordis* вміст легкогідролізованого азоту зростає до показника 32,2 мг/кг, рівня означеного ДСТУ для дерново-підзолистого ґрунту.

Висновки та перспективи подальших досліджень

Вирощування рослин енергетичної верби на рекультивованих землях сприяє підвищенню ефективності біологічного етапу рекультивації земель після добування ільменітових руд.

Низка видів культивованих енергетичних рослин сприяють відновленню деяких показників технозему до показників природного складення.

Подальші дослідження ефективності вирощування рослин енергетичної верби у біологічному етапі рекультивації земель пов'язані з оцінюванням динаміки вмісту гумусу, водно-фізичних та мікробіологічних показників.

Література

1. Охорона ґрунтів : навч. посіб. / М. К. Шикула, О. Ф. Гнатенко, Л. П. Петренко, М. В. Капштик. – К. : Знання, 2001. – 398 с.

2. Клименко М. О. Збалансоване використання земельних ресурсів : навч. посіб. / М. О. Клименко, Б. В. Борисюк, Т. М. Колесник. – Херсон : Олді-ПЛЮС, 2014. – 552 с.

3. Панас Р. М. Раціональне використання та охорона земель : навч. посіб. / Р. М. Панас. – Львів : Світ–2000, 2008. – 352 с.

4. Панас Р. М. Рекультивация земель : навч. посіб. / Р. М. Панас. – Вид. 2-ге, стереотип. – Львів : Новий світ–2000, 2007. – 224 с.

5. Kuzovkina Y. A. The characterization of willow (*Salix* L.) varieties for use in ecological engineering applications: Co-ordination of structure, function and autecology / Y. A. Kuzovkina, T. A. Volk // Ecological Engineering. – 2009. – 35. – P. 1178–1189.

УДК 622.331:631.8

С. І. Веремєєнко

Д. С.-Г. Н.

В. А. Стріха

К. Т. Н.

Національний університет водного господарства та природокористування

А. М. Озерчук

ДП «Укрторф», генеральний директор

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ТОРФУ ДЛЯ ВІДТВОРЕННЯ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ

Екологічний стан ґрунтів сільськогосподарського фонду України погіршується в результаті різкого зниження об'ємів внесення органічних та мінеральних добрив. Насиченість органічними добривами по Україні знизилась з 8,6 т/га до 0,6 т/га, норми внесення мінеральних добрив впали в 5–7 разів. За останні чверть століття спостерігається зниження вмісту гумусу, запасів поживних елементів, збільшення площ кислих ґрунтів. Особливо гостро стоїть питання дефіциту органічних добрив для компенсації втрат гумусу. У зв'язку зі зниженням поголів'я худоби, відсутністю тваринних ферм у багатьох господарства пропонується використовувати як джерело органічного вуглецю рослинні рештки, але це не дозволяє вирішити проблему втрат гумусу. Значним ресурсом для отримання органічних добрив в Україні є торфи. Аналіз показує, що країна має великі ресурси торфів, які за своїм складом придатні для використання у сільському господарстві для виробництва компостів, покривних ґрунтів тощо. В сучасних ринкових умовах торфи економічно доцільно використовувати як місцеві органічні добрива для покращення екологічного стану та відтворення родючості ґрунтів.

Ключові слова: екологічний стан ґрунтів, ресурси торфу, торфовий поклад, дегуміфікація, ґрунтосуміші, торфокомпости.

2. Клименко М. О. Збалансоване використання земельних ресурсів : навч. посіб. / М. О. Клименко, Б. В. Борисюк, Т. М. Колесник. – Херсон : Олді-ПЛЮС, 2014. – 552 с.

3. Панас Р. М. Раціональне використання та охорона земель : навч. посіб. / Р. М. Панас. – Львів : Світ–2000, 2008. – 352 с.

4. Панас Р. М. Рекультивация земель : навч. посіб. / Р. М. Панас. – Вид. 2-ге, стереотип. – Львів : Новий світ–2000, 2007. – 224 с.

5. Kuzovkina Y. A. The characterization of willow (*Salix* L.) varieties for use in ecological engineering applications: Co-ordination of structure, function and autecology / Y. A. Kuzovkina, T. A. Volk // Ecological Engineering. – 2009. – 35. – P. 1178–1189.

УДК 622.331:631.8

С. І. Веремєєнко

Д. С.-Г. Н.

В. А. Стріха

К. Т. Н.

Національний університет водного господарства та природокористування

А. М. Озерчук

ДП «Укрторф», генеральний директор

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ТОРФУ ДЛЯ ВІДТВОРЕННЯ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ

Екологічний стан ґрунтів сільськогосподарського фонду України погіршується в результаті різкого зниження об'ємів внесення органічних та мінеральних добрив. Насиченість органічними добривами по Україні знизилась з 8,6 т/га до 0,6 т/га, норми внесення мінеральних добрив впали в 5–7 разів. За останні чверть століття спостерігається зниження вмісту гумусу, запасів поживних елементів, збільшення площ кислих ґрунтів. Особливо гостро стоїть питання дефіциту органічних добрив для компенсації втрат гумусу. У зв'язку зі зниженням поголів'я худоби, відсутністю тваринних ферм у багатьох господарства пропонується використовувати як джерело органічного вуглецю рослинні рештки, але це не дозволяє вирішити проблему втрат гумусу. Значним ресурсом для отримання органічних добрив в Україні є торфи. Аналіз показує, що країна має великі ресурси торфів, які за своїм складом придатні для використання у сільському господарстві для виробництва компостів, покривних ґрунтів тощо. В сучасних ринкових умовах торфи економічно доцільно використовувати як місцеві органічні добрива для покращення екологічного стану та відтворення родючості ґрунтів.

Ключові слова: екологічний стан ґрунтів, ресурси торфу, торфовий поклад, дегуміфікація, ґрунтосуміші, торфокомпости.

Постановка проблеми

Реформування аграрної сфери в Україні супроводжувалося корінними структурними перетвореннями, які сприяли появі нових форм підприємств та зміні власності на землю. Перехід на ринкові засади та розпаювання земель супроводжувалося розпадом колгоспів та радгоспів, які були багатогалузевими господарствами та утворенням малих фермерських господарств, крупних агрохолдингів та інших сільськогосподарських підприємств. Такі структурні зміни негативно позначилися на родючості ґрунтів, що проявилось у прискоренні процесів дегуміфікації, збільшенні площ кислих ґрунтів, зниженні вмісту в них поживних елементів. Це обумовлено скороченням поголів'я худоби та скороченням об'ємів виробництва та застосування місцевих органічних добрив у сучасних умовах виробництва. Помітно знизилось також застосування мінеральних добрив. Якщо у 1990 році на 1 гектар ріллі вносилося понад 300 кг на гектар добрив у діючій речовині, причому збалансовано за азотом, фосфором та калієм, то в останні десять років цей показник коливається в межах 40–60 кг діючої речовини на 1 гектар ріллі. При цьому, до 70% складає азот мінеральних добрив. Застосування в сучасних умовах інтенсивних технологій, ріст урожайності сільськогосподарських культур потребує також широкого комплексу заходів з відтворення родючості ґрунтів для запобігання прискореної їх деградації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Так, за даними [1], лише за результатами агрохімічної паспортизації ґрунтів у період з 1986 р. по 2005 рік втрачено 0,5% гумусу (в абсолютних відсотках), причому 70% втрат припадає на останні п'ять років. У подальшому процес втрати гумусу ґрунтами лише прискорювався. Однією з головних причин є значне скорочення кількості органічних добрив, що вносяться у ґрунти. Рівень насичення ріллі органічними добривами скоротився з 8,6 т/га до 0,5 т/га наразі. Для компенсації втрат гумусу в орних землях пропонують використовувати поживні рештки, сидерати тощо [2]. Вирощування сидеральних культур, використання соломи та інших рослинних решток є відносно дешевим та ефективним методом компенсації втрат вуглецю гумусу, підвищення біогенності ґрунтів. Хоча і наразі значна частина соломи спалюється на полях, завдаючи шкоди ґрунтам. Але використання цих видів добрив не дозволяє компенсувати втрати поживних елементів, які виносяться з товарною частиною врожаю та повністю збалансувати втрати органічної речовини ґрунтів.

На жаль, в останні роки поза увагою залишають інші види місцевих органічних добрив, які раніше широко використовувались у рослинництві з високою ефективністю, такі як торф, сапропель і ресурси яких в Україні досить значні. Геологічні запаси торфу в Україні оцінюються в 2,171 млрд т, балансів –

близько 936,1 млн т [3]. За останні десять років рівень видобутку торфу коливався у межах 420, – 521,1 тис. тонн, мало коливаючись до 2013 року (рис. 1). І лише за останні роки намітилася тенденція росту видобування торфу, що обумовлено збільшенням споживання паливного торфу. При цьому, використання торфу в сільському господарстві в якості добрив постійно знижувалося, склавши у 2015 році лише 43,3 тис. тонн. Торф використовується наразі переважно для виробництва субстратів, стимуляторів росту рослин і практично не використовується для удобрення відкритого ґрунту. Це великий резерв, на який варто звернути увагу.



Рис. 1. Видобуток торфу підприємствами Державного концерну «Укрторф» 2007–2016 рр., тис. т.

Мета, завдання та методика досліджень

Здійснити оцінку ресурсів торфу в Україні, розподіл родовищ, запаси торфу по регіонах, їх склад та провести аналіз можливостей та перспектив використання торфу як місцевих органічних добрив для відтворення родючості ґрунтів.

Результати досліджень

Україна – найпівденніша країна Європи, в якій торфові ресурси ще мають промислове значення. Геологічні запаси цієї сировини складають 2,17 млрд т, сумарна площа торфових родовищ сягає 1 млн га, а в межах промислової глибини – 642 тис. га [3]. Торф утворюється з рослин, що ростуть на поверхні боліт. Завдяки постійному перезволоженню залишки відмерлих рослин під дією

мікроорганізмів розкладаються лише частково, а більша частина консервується у вигляді торфу або гуміфікується. В середньому на поверхні торфовищ щорічно утворюється шар торфу товщиною 0,4–0,7 мм [4].

Найбільші ресурси торфу зосереджені на Поліссі: Волинській, Рівненській і Чернігівській областях. На цих територіях виявлено і розвідано 1038 родовищ (36% всіх родовищ України), їх запаси складають 1,07 млрд т (50% запасів торфу і сапропелю України). Досить значні запаси мають Київська та Львівська області.

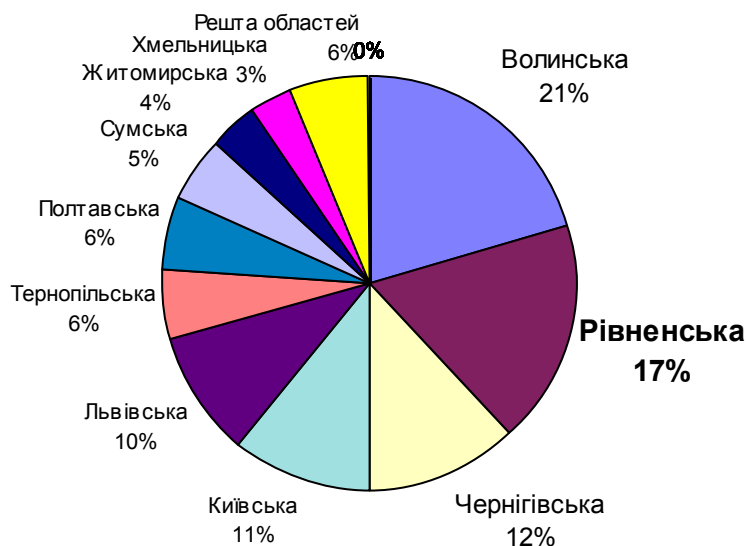


Рис. 2. Розподіл геологічних запасів торфу по областях України [5, 6].

У процесі формування торфових родовищ торфові поклади, залежно від водно-мінерального живлення, рослинного покриву, клімату і при їх зміні, можуть проходити певні стадії, пов'язані з накопиченням різних видів торфу. Тому в природі зустрічається велика різноманітність стратиграфічних особливостей торфових покладів.

Первинною одиницею класифікації є вид торфу [7]. Наразі виявлено 150 видів торфу, з яких 65 – низинних, 41 – перехідних, 44 – верхових. Всі види об'єднані в 6 груп – деревна, деревно-трав'яна, деревно-мохова, трав'яна, трав'яно-мохова, мохова.

Ці шість груп об'єднані в три підтипи – лісовий, лісо-драговинний, трясовинний. А підтипи утворюють 4 типи торфових покладів – низинний, верховий, перехідний і змішаний.

Торфовий поклад – це напластування видів торфу, на даний час нараховується 90 різновидів торфових покладів.

Низинний тип родовищ – це родовища з ґрунтовим живленням, тому в торфі підвищений вміст мінеральних солей. Зольність буває різною: від 15–25, до 30–40%.

Високозольні низинні родовища після гідромеліорації доцільніше використовувати у сільському господарстві в якості кормових угідь або орних земель. В своєму складі низинний торф містить вапно і торфовівіаніт, що стимулює високу родючість сільгоспкультур. Низинний торф з підвищеною зольністю, вмістом карбонатів та фосфору і з природно низькою кислотністю також є цінним добривом або компонентом для виробництва стимуляторів росту рослин, ґрунтосумішей при вирощуванні квітів, овочів, грибів, основою для виготовлення компостів тощо.

До торфового покладу низинного типу віднесені поклади, сформовані повністю або в значній мірі з низинного торфу. Наприклад, у Волинській області Богушівське родовище низинного типу, площа його 1055 га, геологічні запаси – 4,5 млн т, Коростянське родовище: площа – 2835 га, запаси – 6,7 млн т.

Верхові родовища живляться переважно атмосферними опадами, тому верхові види торфу (мохова група) мають низьку зольність, багаті бітумами (від 9 до 15%) та мають високу кислотність. Торф верхового типу використовують у тваринництві для підстилки, виробництва коксу, напівкоксу, воску, кормових дріжджів, він є важливим компонентом для виробництва легких ґрунтосумішей та субстратів для багатьох видів декоративних, овочевих, квітів, вирощування розсади, саджанців, отримання стимуляторів росту рослин тощо.

Торфові родовища верхового типу розповсюджені тільки в Західно-Поліському торфовому районі і Карпатах. Основні запаси верхового торфу виявлені на родовищах Рівненської області [3].

На торфових родовищах перехідного типу живлення поверхнево-стічне, тому поклад складений з різних видів торфу, знизу – низинний вид, а поверх низинного – верховий. Родовища з покладами торфу перехідного типу знаходяться, як правило, в невеликих і неглибоких улоговинах та котловинах.

На родовищах змішаного типу поклад представлений нашаруванням різних видів торфу – низинного і перехідного, перекритих верховим, потужністю не менше ніж 0,5 м.

За умовами утворення і накопичення торфу, тобто за типами покладу, торфові родовища і запаси торфу в Україні розподіляються наступним чином (табл. 1).

Таблиця 1. Розподіл запасів торфуги за типами покладу [8]

Тип покладу	Кількість родовищ	Площа, га	Запаси та прогнозні ресурси, млн т	Запаси та прогнозні ресурси, %
Низинний	2397	608421	2083,1	96,0
Верховий	57	14221	37,9	1,8
Змішаний	9	4150	13,5	0,6
Перехідний	38	12583	34,5	1,6
По Україні	2501	639375	2169,0	100

Заторфованість території є одним із найважливіших показників. Вона характеризує не тільки питому вагу покритої торфом площі, а й відносну величину запасів торфуги, які зустрічаються і поширюються, а отже – відносне багатство торфом. І якщо заторфованість території України не перевищує 1,7%, то цей показник для Волинської, Рівненської і Чернігівської областей складає відповідно 8,25; 9,30; та 3,72%, а у поліських районах цих областей і Житомирщини сягає 15% [9].

Більшість видів торфуги, що знаходяться на території України, придатні для виробництва органічних добрив, переважно компости на основі торфуги, підстилки для тварин, стимуляторів росту рослин, ґрунтосумішей, торфових стаканчиків для розсади тощо. Основні вимоги до торфуги, з метою їх використання для різних цілей, представлені в таблиці 2.

Таблиця 2. Вимоги до торфуги як сировини для виготовлення різних видів продукції [8]

№ з/п	Вид продукції	Низинний торф	Верховий і перехідний торф
1.	Добриво	R – від 15% A ^c – до 35% CaO – від 10% P ₂ O ₅ – від 1%	R – від 15% A ^c – від 35%
2.	Паливо	R – 10% і вище A ^c – до 35%	R – від 20% A ^c – до 23%
3.	Гірничий віск	Всі типи торфуги A ^c – до 10%, R – від 30%, основні критерії - вміст бензинових бітумів – 5%	
4.	Дріжджі	-	R – від 35% A ^c – до 6%
5.	Активоване вугілля	-	R – від 35% A ^c – до 6%
6.	Підстилка	Всі типи торфуги R – від 15% - 20%, A ^c – до 15%	
7.	Горщики та пакувальний матеріал	Всі типи торфуги R – від 10% до 25%, A ^c – до 15%	

Враховуючи обмеженість запасів верхових торфів в Україні, а також ситуацію на ринку палив у нашій країні, можна погодитися з твердженням про те, що основне застосування торфу в сучасних умовах – виробництво торфового палива (торфобрикетів та кускового торфу) для комунально-побутового споживання [10, 11].

Разом з тим, в Україні більшість торфових родових низинного типу, значна частина яких непридатна для використання для технічних цілей та на паливо, згідно з даними таблиці 2. В той же час, більшість низинних торфів є доброю сировиною для використання в сільському господарстві. Є можливість розширення використання торфів для виробництва компостів, підстилки для зменшення дефіциту органічних добрив в орних ґрунтах.

Державним балансом запасів торфу України обліковано 1564 родовища торфу загальною площею в межах промислової глибини 540583 га і загальними балансовими запасами 933951 тис. т, з них за категоріями: А – 515741 тис. т, В – 4983 тис. т, С₁ – 142615, С₂ – 270612 тис. т. Позабалансові запаси складають 917196 тис. т [8].

На родовищах, що експлуатуються, зосереджено 37% розвіданих запасів, на резервних – 9%, на перспективних для розвідки – 8%, на охоронних (які знаходяться на території заповідників і заказників) – 12%, на осушених – 23%, на зазолених (Ас > 35%) – 4%, на мілкопокладових (середня глибина покладу менш 1,5 м) – 7% [8].

Видобування торфу в Україні відбувається не надто високими темпами. Так у 2003 році було видобуто 581 тис. т торфу, у 2004 – 573 тис. т, у 2005 – 539 тис. т. Втрати торфу за цей же період склали 106, 51 та 49 тис. т [12]. Тобто, сумарне зменшення ресурсів торфу (без урахування того, що вони за цей час частково відновилися за рахунок торфоутворення на неосушених родовищах) становить приблизно 0,5% від промислових запасів торфу в Україні. Практично припинено видобування торфу на малих родовищах площею менше 10 га для власних потреб сільськогосподарськими підприємствами.

Якихось чітких об'єктивних критеріїв визначення допустимого масштабу розробки торфових родовищ немає. Водночас досвід країн Євросоюзу в галузі охорони природи є загальноновизнаним і може в даному випадку бути взятим за взірець. В країнах Євросоюзу видобування торфу здійснюється не більше ніж на 1% від загальної площі торфових родовищ у межах їх промислової глибини [12]. Застосувавши цю норму для північно-західних областей України, одержимо такі значення екологічно допустимого масштабу видобування торфу що наведені у табл. 3.

Таблиця 3. Екологічно допустимі (за стандартом країн Євросоюзу) масштаби розробки торфових родовищ в північно-західних областях України [12]

Область	Площа торфових родовищ в межах промислової глибини, тис. га	Екологічно допустима площа торфових родовищ під розробку, тис. га	Екологічно допустимий масштаб видобутку торфу, тис. т
Волинська	137,16	1,37	685
Рівненська	134,1	1,34	670
Львівська	49,76	0,50	250
Житомирська	37,65	0,38	190
Хмельницька	18,56	0,19	95
Разом	377,25	3,78	1890

Аналіз даних таблиці 3 свідчить, що екологічно обґрунтований об'єм видобування торфів може складати 1,89 млн тонн. Навіть за умови нарощування кількості торфу, який буде споживатися в якості палива [12], є значний потенціал використання торфу в сільському господарстві з метою відтворення родючості деградованих та низькородючих ґрунтів, виробництва добрив, стимуляторів росту рослин, ґрунтосумішей тощо. Цьому сприяє і той фактор, що значні запаси торфу непридатні в якості палива.

Найбільш перспективними регіонами для використання торфів є північні та північно-західні області, де зосереджені основні запаси торфу, а ґрунти характеризуються низьким рівнем природної родючості. У першу чергу, це стосується Волинської, Рівненської, Чернігівської, Львівської, Житомирської областей. Залучення торфів в якості добрив дозволить значно покращити баланс органічної речовини орних ґрунтів, забезпечити підвищення продуктивності земель у зоні Полісся та відродити рослинництво в регіонах, де землі, в тому числі осушені, наразі не використовуються. Наявність в зоні Полісся великої кількості, в тому числі, невеликих мілких торфовищ, які непридатні для промислових розробок, дозволяє використовувати торфи на місці без значних транспортних витрат для удобрення ґрунтів. Це робить їх використання економічно рентабельним у сучасних умовах.

Висновки та перспективи подальших досліджень

На підставі викладеного можна зробити наступні висновки:

- торфові ресурси України достатні для їх промислового використання;
- структура торфових ресурсів, типи покладів і види торфів робить їх перспективними для використання, в першу чергу, в сільському господарстві для отримання добрив, стимуляторів росту рослин, компостів, ґрунтосумішей та на інші цілі;

- інтенсивність спрацювання ресурсів торфу, порівняно з їх величиною і темпом торфоутворення та торфонакопичення, відповідає екологічно допустимим масштабам ведення видобувних робіт та дозволяє збільшити видобування торфу.

Література

1. Національна доповідь про стан родючості ґрунтів. – К., 2010. – 112 с.
2. Шевчук М. Й. Агрохімія / М. Й. Шевчук, С. І. Веремєєнко, В. І. Лопушняк. – Луцьк, 2012. – Ч. 2 : Добрива та їх застосування. – 440 с.
3. Аналіз стану сировинної бази торфу і сапропелю України в 1991–1995 роках. Кн. 1. Торф. Аналіз стану сировинної бази торфу / Держ. комітет України по геології та використанню надр, Держ. інформаційний геологічний фонд України „Геоінформ”. – К., 1996. – 98 с.
4. Аналіз стану мінерально-сировинної бази України, облік родовищ і складання державних балансів запасів торфу і сапропелю станом на 01.01.2003–2005 років : звіт про наук.-дослід. роботу / Державне науково-виробниче підприємство Державний інформаційний геологічний фонд України «Геоінформ України». – К., 2005. – 45 с.
5. Hnyeushev V. Peat in the Ukraine: Reflections on the Threshold of a New Millennium / V. Hnyeushev // Peatland international. Finland. – 2000. – № 1. – P. 54–57.
6. Стріха В. А. Аналіз біохімічних процесів утворення та районування торфових родовищ / В. А. Стріха, А. Д. Калько // Вісник НУВГП. – Рівне, 2005. – Вип. 3 (31). – С. 414–419.
7. Пичугин А. В. Торфяные месторождения / А. В. Пичугин. – М. : Высш. шк., 1967. – 270 с.
8. Аналіз стану мінерально-сировинної бази України, облік родовищ і складання Державних балансів запасів торфу і сапропелю станом на 01.01.2003–2005 рр. : звіт про науково-дослідну роботу / Державне науково-виробниче підприємство Державний інформаційний геологічний фонд України “Геоінформ України”. – К., 2005. – 47 с.
9. Концепція розвитку торф’яної промисловості України до 2030 року / М-во вугільної промисловості України, Український концерн торф’яної промисловості «Укрторф». – К., 2006. – 54 с.
10. Географічна енциклопедія України : в 3-х т. / редкол.: О. М. Маринич (відповід. ред.) [та ін.]. – К. : Українська Радянська Енциклопедія ім. М. П. Бажана, 1990. – Т. 2. – 480 с.
11. Стріха В. А. Обґрунтування і розробка пошарового валкування фрезерного торфу : дис. ... канд. техн. наук / В. А. Стріха. – Кривий Ріг, 2008. – 133 с.
12. Анализ динамики развития экономики Украины / С. А. Жуков, А. В. Яковенко, С. А. Харин, Б. И. Захарчук // Економіка: проблеми теорії та практики. – 2006. – Вип. 212, т. III. – С. 636–641.

УДК 581.5:574.21

О. С. Заблоцька

д. пед. н.

Н. М. Опанащук

Житомирський національний агроекологічний університет

ПОРІВНЯННЯ ДІЇ ВИСОКИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ ДЕЯКИХ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ НА ПШЕНИЦЮ ОЗИМУ В УМОВАХ ВОДНОЇ КУЛЬТУРИ

Досліджено фітотоксичну дію іонів Cu^{2+} , Zn^{2+} і Ni^{2+} у межах молярних концентрацій (C_m) $0,5\text{--}100 \cdot 10^{-3}$ моль/м³ на проростки пшениці озимої в умовах водної культури. Виявлено, що зародкові корінці проростків виявляють вибіркову стійкість до дії досліджуваних іонів важких металів – поступово зменшують приріст і припиняють свій ріст за дії іонів Cu^{2+} з C_m на рівні $15 \cdot 10^{-3}$ моль/м³, Ni^{2+} з $C_m = 25 \cdot 10^{-3}$ моль/м³, Zn^{2+} з $C_m =$ вище $90 \cdot 10^{-3}$ моль/м³. Встановлено, що приріст зародкових паростків поступово спадає за дії іонів Ni^{2+} і Zn^{2+} в межах досліджуваних C_m , натомість повністю припиняється за C_m Cu^{2+} на рівні $15 \cdot 10^{-3}$ моль/м³. Обчислено середні кореневі й паросткові індекси, на основі чого виведено зростаючий ряд фітотоксичності досліджуваних іонів для пшениці озимої: Zn^{2+} ($K_{i \text{ серед.}} = 0,0866$; $P_i = 0,6382$) < Cu^{2+} ($K_{i \text{ серед.}} = 0,0171$; $P_i = 0,1832$) < Ni^{2+} ($K_{i \text{ серед.}} = 0,0099$; $P_i = 0,1703$). Обґрунтовано, що молярні концентрації іонів Cu^{2+} , Zn^{2+} і Ni^{2+} у межах $0,5\text{--}100 \cdot 10^{-3}$ моль/м³ не є летальними для пшениці озимої.

Ключові слова: фітотоксичність, важкі метали, пшениця озима, молярна концентрація, водна культура, кореневі і паросткові індекси.

Постановка проблеми

Вирощування сільськогосподарської продукції в наш час відбувається в умовах значного техногенного забруднення ґрунтів. Найбільше потерпають ґрунти від важких металів, які надходять разом із промисловими і побутовими відходами, викидами транспорту, мінеральними добривами та засобами захисту рослин. Ці екологічні забруднювачі мають високу токсичність, великий період напіввидалення, легко накопичуються [7]. Значні концентрації важких металів у ґрунтах унаслідок міграційних процесів надходять і кумулюються у продукції рослинництва, тим самим суттєво погіршуючи її якість [3, 5].

Статистичні дані засвідчують, що «пріоритетними» поміж важких металів, які забруднюють ґрунти, є Купрум, Цинк, Кадмій, Кобальт, Нікол, Плюмбум та інші. Концентрації цих іонів у ґрунтах на деяких територіях України перевищують відповідні ГДК у 20–50 разів і більше [8]. Все це створює несприятливі умови для ведення рослинництва та становить загрозу для здоров'я населення [5].

Враховуючи сучасний екологічний стан забруднення ґрунтів важкими металами, є необхідність у порівнянні стійкості сільськогосподарських рослин до фітотоксичної дії їхніх високих концентрацій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Знання про фітотоксичність йонів важких металів мають велике практичне значення. Ця проблема є предметом дослідження багатьох вітчизняних і зарубіжних науковців. Провідне місце посідають роботи з вивчення фітотоксичності сполук Плюмбуму (свинцю) [2, 14, 15, 17], Хрому [13, 18–21], Кадмію [10, 13, 15, 20], Мангану (марганцю) [20], Цинку [2, 13, 15, 16, 20], Меркурію (ртуті) [11], Купруму (міді) [2, 10, 15, 22], Кобальту [18], Ніколу (нікелю) [15, 20] та інших.

Порівняння фітотоксичного впливу певних концентрацій важких металів на пшеницю озиму (*Triticum aestivum* L.) проведене щодо Cu, Zn, Pb, Ni, Cr, Cd [13] (1991 р.), Cu, Zn [16] (2005 р.), Cu, Pb, Zn [2, 6, 16] (2007–2009 р.р.), Cu, Co, Cr [19] (2011 р.), Zn, Cd, Mn, Cr [20] (2013 р.).

Залежність між різними концентраціями важких металів та їхньою токсичною дією на пшеницю озиму (*Triticum aestivum* L.) у польових і лабораторних умовах, зокрема – водної культури, розкрита у працях таких учених: D. Singh, K. Nath, Y. K. Sharma [21] (Cu: 5, 25, 50, 100 мг/л) (2007 р.); T. Mahmood, K. R. Islam, S. Muhammad [22] (Cu, Pb, Zn: 10 ммоль/л) (2007 р.); Т. М. Мисливої, Л. О. Герасимчук, Т. В. Кобильник, І. С. Минайлюк [2, 6] (Cu, Pb, Zn: 1, 5, 10, 15 ГДК) (2009 р.); M. Lamhamdi, O. Galiou, A. Bakrim та ін. [14, 17] (Pb: 0,05; 0,1; 0,5; 1 г/л) (2011 р.); (1,5; 3 і 15 ммоль/л) (2013 р.); A. C. Goncalves, H. Nacke, D. Schwantes, I. A. Nava, L. Strey [19] (Cu, Co, Cr: 0.1, 1, 5, 10, 50, 100, 200, 300, 400, 500 ppm) (2011 р.); V. S. Bheemareddy [12] (Cd: 50 і 100 мг/кг) (2013 р.); I. R. Shaikh, P. R. Shaikh, R. A. Shaikh, A. A. Shaikh [20] (Cd, Cr, Mn, Zn: 2, 4, 6, 8 і 10 мг/л) (2013 р.); S. Idrees, S. Shabir, N. Batool, S. Kanwal [10] (Cd: 150, 200 і 250 мкмоль/л) (2015 р.) та інших.

Однак проблема впливу високих концентрацій йонів важких металів на пшеницю озиму, а також порівняння їхньої фітотоксичної дії на цю культуру за цих концентрацій залишається поза увагою дослідників.

Мета, завдання та методика досліджень

Відповідно до закону толерантності Шелфорда, існування виду визначається лімітуючими чинниками, які знаходяться не лише в мінімумі, але й у максимумі. Отже, за наявності у ґрунтах завищених концентрацій йонів кількох важких металів в умовах техногенного забруднення найнебезпечнішим для рослин є метал, уміст якого найбільший.

Зважаючи на це, метою нашого дослідження стало виявлення та порівняння фітотоксичного впливу йонів Купруму, Цинку і Ніколу на пшеницю озиму за високих концентрацій цих металів.

Відомо, що фітотоксичність як здатність токсичних речовин чинити отруйну (токсичну) дію на рослини виявляється за різними ознаками, зокрема хлорозами їх тканин, пригніченням росту і розвитку коренів та стебел тощо. Тому завдання

досліджень передбачали: встановити й порівняти гальмувальні і летальні концентрації йонів цих важких металів щодо росту зародкових корінців та паростків; стійкості пшениці озимої до фітотоксичної дії вказаних йонів.

Дослідження провели на базі кафедри хімії ЖНАЕУ у травні-червні 2015–2016 рр. в умовах водної культури. Цей метод використовується у фізіології рослин, агрохімії й агроекології для вивчення ролі окремих елементів у мінеральному живленні рослин та для дослідження їх специфічної дії, зокрема – фітотоксичної [1].

Для проведення дослідження обрали пшеницю озиму (*Triticum aestivum* L.), оскільки вона є однією з основних продовольчих культур України.

Схема досліду передбачала пророщування насіння цієї культури упродовж семи днів у затемненому термостаті при $+20^{\circ}\text{C}$. Для подальшого росту одержані проростки внесли у водну культуру на заздалегідь приготовлені розчини важких металів. Як джерело Купруму, Цинку і Ніколу були використані розчини їх солей, що містять йони цих металів із ступенем окиснення $+2$: $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$; $\text{ZnSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ в молярних концентраціях від $0,5 \cdot 10^{-3}$ до $100 \cdot 10^{-3}$ моль/м³. Вибір саме цих солей був зумовлений наявністю в них катіонів важких металів, які можуть засвоюватися рослинами і переважають у рухомих формах елементів природного ґрунтового середовища. Окрім того, ці солі містять однакові аніони, що забезпечує їх ідентичний вплив на результати експерименту. Контролем були рослини, вирощені у дистильованій воді.

Межі зазначених вище молярних концентрацій йонів важких металів обрали, зважаючи на їх середній уміст у відносно незабруднених та забруднених ґрунтових розчинах. Вибірка варіантів кожного досліду становила 100 проростків. Кількість повторень експерименту була п'ятикратною. На 10-у добу визначили показники інтенсивності росту проростків пшениці (довжину зародкових корінців та зелених паростків), а також візуальні ознаки фітотоксичного ефекту. Обробку експериментальних даних здійснили методами математичної статистики за допомогою пакета прикладних програм Microsoft Excel та Statistica 6.0.

Відомо, що важкі метали належать до групи акропозитивних елементів, тобто елементів, які здебільшого накопичуються в коренях і стеблах рослин. Тому стійкість пшениці озимої до високих концентрацій важких металів визначили методом кореневого тесту згідно з відповідною методикою [9]. Кореневий індекс (K_i) обчислили як співвідношення приросту зародкових корінців проростків пшениці дослідних варіантів (за впливу різних концентрацій важких металів) і приросту корінців контрольного варіанта. Також для дослідження стійкості рослин до надлишку важких металів, за аналогією з K_i , розробили та ввели в науковий обіг термін «паростковий індекс» (P_i). Його обрахували як співвідношення приросту зародкових паростків пшениці дослідних варіантів (за впливу різних концентрацій важких металів) і приросту паростків контрольного варіанта [4].

Результати досліджень

Відомо, що Купрум – це важливий мікроелемент, складова частина 19-и ферментів, які прискорюють процеси дихання рослин, вуглеводного обміну, засвоєння з ґрунту Ca, P, Fe, стимулюють біосинтез хлорофілу, фіксацію молекул N₂, сприяють стійкості рослин проти грибкових захворювань, посухи і низьких температур тощо. При нестачі йонів цього металу порушується перехід рослин у репродуктивну фазу розвитку, рослини в'януть, стають блідо-зеленими, сильно кущаться, кінчики листків біліють. З підвищенням концентрації Купруму в ґрунті вище норми виявляється його фітотоксична дія. Розглянемо результати впливу досліджуваних концентрацій Cu²⁺ на пшеницю озиму в умовах водної культури (табл. 1).

Таблиця 1. Результати дослідження впливу йонів Cu²⁺ у молярних концентраціях 0,5–100 · 10⁻³ моль/м³ на проростки пшениці озимої

С _м · 10 ⁻³ (моль/м ³)	Показники росту							
	зародкових корінців				зародкових паростків			
	l, мм		Δl, мм	K _i	l, мм		Δl, мм	Π _i
	до експ.	після експ.			до експ.	після експ.		
Дослідження 2015 року								
контроль	34,0	111,0	77,0	1,000	23,0	127,0	104,0	1,000
0,5	49,0	53,0	4,0	0,051	39,0	148,0	109,0	1,048
1,0	39,0	46,0	7,0	0,090	27,0	112,0	85,0	0,817
1,5	51,0	57,0	6,0	0,077	25,0	84,0	59,0	0,567
2,0	31,0	37,0	6,0	0,077	16,0	74,0	58,0	0,557
2,5	32,0	36,0	4,0	0,051	15,0	68,0	53,0	0,509
3,0	27,0	30,0	3,0	0,038	37,0	84,0	47,0	0,451
3,5	31,0	34,0	3,0	0,038	16,0	60,0	44,0	0,423
4,0	35,0	37,0	2,0	0,025	16,0	54,0	38,0	0,365
4,5	33,0	35,0	2,0	0,025	17,0	42,0	25,0	0,240
5,0	36,0	37,0	1,0	0,012	17,0	41,0	24,0	0,230
10,0	28,0	29,0	1,0	0,012	14,0	25,0	11,0	0,105
15,0	28,0	28,0	0	0	19,0	19,0	0	0
...								
50	30,0	30,0	0	0	16,0	16,0	0	0
Дослідження 2016 року								
контроль	31,4	151,8	120,4	1,000	26,6	176,4	149,8	1,000
55	36,6	36,6	0	0	26,0	26,0	0	0
...								
95	44,0	42,6	-1,4	0	27,2	27,2	0	0
100	42,2	40,6	-1,6	0	31,2	29,2	-2,0	0
K _i серед.				0,0171	Π _i серед.			0,1832

Умовні позначення: C_м – молярна концентрація йонів важкого металу в розчині; l – довжина; Δl – приріст довжини; K_i – кореневий індекс; П_i – паростковий індекс.

Дані експерименту надали можливість виявити деякі закономірності реакції проростків пшениці озимої на дію йонів Cu^{2+} за молярних концентрацій від $0,5 \cdot 10^{-3}$ до $100 \cdot 10^{-3}$ моль/м³: а) при $0,5 \cdot 10^{-3}$ моль/м³ виявляється стимулювальна дія йонів Купруму на зародкові паростки, порівняно з контролем; б) при C_m у межах $1,0\text{--}10,0 \cdot 10^{-3}$ моль/м³ приріст зелених паростків перебуває в обернено пропорційній залежності від зростання концентрації, про що свідчать величини відповідних Π_i ; в) досліджувані молярні концентрації йонів Cu^{2+} не стимулюють ріст зародкових корінців проростків пшениці озимої; г) у межах C_m $1\text{--}2 \cdot 10^{-3}$ моль/м³ спостерігається найбільша стійкість проростків до дії йонів Cu^{2+} , про що свідчать величини відповідних K_i і Π_i ; д) при C_m $15,0\text{--}100,0 \cdot 10^{-3}$ моль/м³ відбувається повне гальмування росту зародкових корінців і паростків, вони набувають блідого блакитно-зеленого кольору з коричневою плямою біля основи; е) при C_m цього йона $95,0\text{--}100 \cdot 10^{-3}$ моль/м³ спостерігається ламкість коренів, за рахунок чого їх приріст має від'ємне значення; є) досліджувані молярні концентрації йонів Cu^{2+} до $100,0 \cdot 10^{-3}$ моль/м³ не є летальними для пшениці озимої, проростки залишаються живими, спостерігається ефект їх консервування.

Цинк також є важливим мікроелементом, який входить до складу 39 ферментів рослин, що прискорюють різні біохімічні процеси (утворення хлорофілу, вітамінів, ростових речовин (ауксинів), білків, підвищують жаро- та морозостійкість, впливають на утилізацію Фосфору в тканинах тощо). При нестачі його у ґрунті сповільнюється синтез триптофану, утворення ростових речовин, що призводить до карликового росту, деформації плодів, листків та стебел рослин. При надлишковій концентрації Цинку гальмуються біохімічні процеси в рослинах, які виявляються, насамперед, у зменшенні довжини зародкових корінців і паростків. Результати дослідження впливу йонів Zn^{2+} на проростки пшениці озимої за цими показниками наведені в табл. 2.

Таблиця 2. Результати дослідження впливу йонів Zn^{2+} у молярних концентраціях $0,5\text{--}100 \cdot 10^{-3}$ моль/м³ на проростки пшениці озимої

$C_m \cdot 10^{-3}$ (моль/м ³)	Показники росту							
	зародкових корінців				зародкових паростків			
	l, мм		Δl , мм	K_i	l, мм		Δl , мм	Π_i
	до експ.	після експ.			до експ.	після експ.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Дослідження 2015 року</i>								
контроль	34,0	111,0	77,0	1,000	23,0	127,0	104,0	1,000
0,5	38,0	82,0	44,0	0,571	31,0	132,0	101,0	0,971
1,0	41,0	73,0	32,0	0,416	28,0	182,0	154,0	1,480
1,5	44,0	71,0	27,0	0,351	30,0	176,0	146,0	1,403
2,0	35,0	56,0	21,0	0,273	22,0	160,0	138,0	1,326
2,5	27,0	40,0	13,0	0,169	22,0	156,0	134,0	1,288

Закінчення таблиці 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3,0	38,0	51,0	13,0	0,169	25,0	144,0	119,0	1,250
3,5	34,0	44,0	10,0	0,130	28,0	158,0	130,0	1,153
4,0	33,0	41,0	8,0	0,104	25,0	144,0	119,0	1,144
4,5	38,0	41,0	3,0	0,039	28,0	148,0	120,0	1,144
5,0	35,0	37,0	2,0	0,025	25,0	123,0	98,0	0,942
...								
50	16,0	17,0	1,0	0,012	18,0	49,0	31,0	0,298
Дослідження 2016 року								
контроль	31,4	151,8	120,4	1,000	26,6	176,4	149,8	1,000
55	29,2	30,6	1,4	0,012	20,4	50,2	29,8	0,199
...								
90	23,8	24,2	0,4	0,003	26,8	40,6	16,6	0,111
95	29,4	28,0	-1,4	0	26,0	42,2	16,2	0,108
100	29,4	26,8	-2,6	0	26,0	38,8	12,8	0,085
Кі серед.				0,0866	Пі серед.			0,6382

Визначимо деякі закономірності реакції проростків пшениці озимої на дію йонів Zn^{2+} : а) при C_m цього йона у межах $1,0-4,5 \cdot 10^{-3}$ моль/м³ ріст зелених паростків стимулюється, про що свідчать відповідні Π_i ; б) досліджувані рівні C_m ріст зародкових корінців не стимулюють; в) при C_m у межах $0,5-100,0 \cdot 10^{-3}$ моль/м³ не відбувається припинення росту зародкових паростків; г) при C_m більше за $90,0 \cdot 10^{-3}$ моль/м³ припиняється ріст зародкових корінців, однак, зважаючи на продовження приросту зародкових паростків, ці концентрації не є летальними для пшениці озимої; д) найбільша стійкість проростків пшениці до дії йонів Zn^{2+} виявляється при C_m у межах $0,5-1,5 \cdot 10^{-3}$ моль/м³, про що свідчать величини K_i за цих концентрацій; е) при C_m йонів Zn^{2+} на рівні $10,0 \cdot 10^{-3}$ моль/м³ і більше коренева система проростків майже не галузиться, спостерігається викривлення і потемніння зародкових корінців, що вказує на істотний фітотоксичний вплив йонів цього металу на пшеницю озиму за даних умов.

Нікол входить до складу фермента уреазу, яка каталізує в рослинах процес розкладу сечовини до амоніаку і вуглекислого газу. Йони Ніколу активують ряд ферментів – нітратредуктазу, гідрогеназу та інші, здійснюють стабілізуючий вплив на структуру рибосом рослинних клітин, беруть участь у транспортуванні Нітрогену та забезпеченні ним тканин. Нестача Ніколу в ґрунті призводить до сповільнення темпів росту рослин і зменшення накопичення їх біомаси. Токсична дія Ніколу на рослини виявляється у пригніченні процесів фотосинтезу і транспірації, ознаках хлорозу листя, деформації частин рослини тощо. В умовах високих концентрацій йонів цього металу, насамперед, зупиняється ріст коренів рослин (табл. 3).

Таблиця 3. Результати дослідження впливу йонів Ni^{2+} у молярних концентраціях $0,5\text{--}100 \cdot 10^{-3}$ моль/м³ на проростки пшениці озимої

C _m · 10 ⁻³ (моль/м³)	Показники росту							
	зародкових корінців				зародкових паростків			
	l, мм		Δl, мм	K _i	l, мм		Δl, мм	Π _i
	до експ.	після експ.			до експ.	після експ.		
Дослідження 2015 року								
контроль	34,0	111,0	77,0	1,000	23,0	127,0	104,0	1,000
0,5	34,0	39,0	5,0	0,064	27,0	111,0	84,0	0,807
1,0	60,0	63,0	3,0	0,038	29,0	90,0	61,0	0,586
1,5	49,0	51,0	2,0	0,025	31,0	109,0	78,0	0,461
2,0	53,0	55,0	2,0	0,025	29,0	74,0	45,0	0,432
2,5	50,0	52,0	2,0	0,025	28,0	62,0	34,0	0,326
3,0	19,0	21,0	2,0	0,025	25,0	50,0	25,0	0,240
3,5	48,0	49,0	1,0	0,012	37,0	62,0	25,0	0,240
4,0	48,0	49,0	1,0	0,012	29,0	53,0	24,0	0,230
4,5	50,0	51,0	1,0	0,012	30,0	53,0	23,0	0,221
5,0	47,0	48,0	1,0	0,012	34,0	57,0	23,0	0,221
10,0	41,0	42,0	1,0	0,012	39,0	57,0	18,0	0,173
15,0	27,0	28,0	1,0	0,012	15,0	28,0	13,0	0,125
20,0	26,0	27,0	1,0	0,012	15,0	26,0	11,0	0,105
25,0	25,0	25,0	0	0,000	19,0	30,0	11,0	0,105
...								
50	25,0	25,0	0	0,000	15,0	20,0	5,0	0,048
Дослідження 2016 року								
контроль	31,4	151,8	120,4	1,000	26,6	176,4	149,8	1,000
55	31,6	31,6	0	0,000	28,6	35,0	6,4	0,043
...								
100	24,0	20,2	-3,8	0,000	30,8	33,1	2,3	0,015
K _i серед.				0,0099	Π _i серед.			0,1703

Узагальнимо ознаки впливу різних концентрацій йонів Ni^{2+} на проростки пшениці озимої: а) досліджувані молярні концентрації йонів Ni^{2+} не стимулюють ріст зародкових корінців і паростків; б) на рівні $0,5 \cdot 10^{-3}$ моль/м³ спостерігається найбільша стійкість проростків пшениці до токсичної дії йонів Ni^{2+} , на що вказують відповідні величини K_i та P_i , в) при C_m у межах $25,0\text{--}100,0 \cdot 10^{-3}$ моль/м³ відбувається повне гальмування росту зародкових корінців; г) при концентрації вищій за $50 \cdot 10^{-3}$ моль/м³ виникає ламкість і потемніння зародкових корінців, вони не галузяться і набувають світло-коричневого забарвлення; паростки стають блідими із коричневою плямою в основі зародкового пагона; д) C_m йонів Ni^{2+} у межах $0,5\text{--}100,0 \cdot 10^{-3}$ моль/м³ не є летальними для пшениці озимої, оскільки за цих концентрацій продовжується приріст зародкових паростків.

Порівняння гальмувальної дії йонів Купруму, Цинку і Ніколу на ріст зародкових корінців та паростків у межах досліджуваних молярних концентрацій дозволило встановити такий спадаючий ряд: Cu^{2+} (різке припинення росту зародкових корінців і паростків при $15 \cdot 10^{-3}$ моль/м³) > Ni^{2+} (різке гальмування росту лише зародкових корінців при $25 \cdot 10^{-3}$ моль/м³) > Zn^{2+} (поступове гальмування росту зародкових корінців у межах C_m $90 \cdot 10^{-3}$ моль/м³).

Фітотоксична дія досліджуваних йонів на проростки пшениці озимої послідовно зростає в такому порядку: Zn^{2+} ($K_{i \text{ серед.}} = 0,0866$; $P_i = 0,6382$) < Cu^{2+} ($K_{i \text{ серед.}} = 0,0171$; $P_i = 0,1832$) < Ni^{2+} ($K_{i \text{ серед.}} = 0,0099$; $P_i = 0,1703$).

Висновки та перспективи подальших досліджень

1) Фітотоксична дія йонів Купруму, Цинку і Ніколу на проростки пшениці озимої полягає в гальмуванні росту їх зародкових корінців і паростків, а також виявляється низкою візуальних ознак.

2) Зародкові корінці проростків цієї сільськогосподарської культури виявляють вибіркочу стійкість до дії досліджуваних йонів важких металів – поступово зменшують приріст і припиняють свій ріст за дії йонів Купруму з C_m на рівні $15 \cdot 10^{-3}$ моль/м³, Ніколу з $C_m = 25 \cdot 10^{-3}$ моль/м³, Цинку з $C_m =$ вище $90 \cdot 10^{-3}$ моль/м³.

3) Приріст зародкових паростків проростків пшениці озимої поступово зменшується за дії йонів Ніколу і Цинку в межах досліджуваних концентрацій, натомість повністю припиняється за C_m Купруму на рівні 15 моль/л.

4) C_m йонів Cu^{2+} , Zn^{2+} і Ni^{2+} у межах $0,5\text{--}100 \cdot 10^{-3}$ моль/м³ не є летальними для пшениці озимої, оскільки навіть при відсутності приросту довжини проростків рослини не гинуть – спостерігається ефект їхнього консервування.

5) При дії досліджуваних концентрацій важких металів на пшеницю найбільший фітотоксичний вплив здійснюють йони Ni^{2+} і найменший – йони Zn^{2+} .

Подальші дослідження доцільно зосередити в напрямі встановлення летальних концентрацій досліджуваних йонів для проростків пшениці озимої.

Література

1. Водна культура [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://bibliograph.com.ua/bev/175.htm>.
2. Герасимчук Л. О. Біотестування в екологічних дослідженнях [Електронний ресурс] / Л. О. Герасимчук, Т. В. Кобильник, І. С. Минайлюк. – Режим доступу: <http://intkonf.org/gerasimchuk-lo-kobilnik-tv-minaylyuk-is-biotestuvannya-v-ekologichnih-doslidzhenniyah/>
3. Грабовський О. В. Акумуляція важких металів ґрунтом та рослинними об'єктами в умовах антропогенного навантаження / О. В. Грабовський, В. Г. Рошко, О. І. Ніколайчук. // Наук. вісник УжДУ. Сер. Біологія. – 2000. – № 8. – С. 158–160.

4. Заблоцька О. С. Реакція проростків пшениці озимої на дію мікроелементів (Cu^{2+} , Zn^{2+} , Ni^{2+}) в умовах водної культури / О. С. Заблоцька, Н. М. Опанащук // Агроекологічний журнал. – 2015. – № 4. – С. 90–96.
5. Іваненко О. В. Вплив органо-мінеральних добрив на накопичення важких металів вегетативними і генеративними органами пшениці ярої / О. В. Іваненко, О. В. Тогачинська, О. В. Ничик // Вісник ЖНАЕУ. – 2014. – № 1 (39), т. 1. – С. 44–50.
6. Мислива Т. М. Вплив поліметалічного забруднення на фітотоксичність дерново-підзолистого ґрунту / Т. М. Мислива, Л. О. Онопрієнко // Вісник ЖНАЕУ. – 2009. – № 1. – С. 137–146.
7. Надточій П. П. Міграція Cu, Zn, Pb, Cd в дерново-підзолистому ґрунті при різних рівнях імпаکتного поліметалічного забруднення / П. П. Надточій, Л. О. Герасимчук // Вісник ЖНАЕУ. – 2011. – № 2, т. 1. – С. 21–36.
8. Оцінювання процесів деградації земель та опустелювання: світовий та вітчизняний досвід / Ю. Т. Колмаз, О. О. Ракоїд, Л. Д. Проценко, О. В. Легка // Агроекологічний журнал. – 2015. – № 1. – С. 8–21.
9. Якість ґрунту. Визначання дії забрудників на флору ґрунту. – Ч. 1: Метод визначення гальмівної дії на ріст коренів : ДСТУ ISO 11269-1:2004. – К. : Держспоживстандарт України, 2005. – 9 с. – (Національний стандарт України).
10. Assessment of cadmium on wheat (*Triticum aestivum* L.) in hydroponics medium / [Saiba Idrees, Sumera Shabir, Noshin Ilyas, Nazima Batool, Sidra Kanwal] // Agrociencia : México nov./dic. – 2015. – Vol. 49. – P. 8–12.
11. Azevedo R. Phytotoxicity of mercury in plants / R. Azevedo, E. Rodriguez // A Review, J. Bot. – 2012. – 11 (5). – P. 1–10.
12. Bheemareddy V. S. Impact of Cadmium Phytotoxicity on Photosynthetic Rate and Chlorophyll Content in *Triticum aestivum* L. DWR 225 / V. S. Bheemareddy // Middle-East Journal of Scientific Research. – 2013. – 17 (9). – P. 1209–1212.
13. Karataglis S. Effect of heavy metals on isoperoxidases of Wheat / S. Karataglis, M. Moustakas, L. Symeonidis // Biologia Plantarum. – 1991. – Vol. 33, Issue 1. – P. 3–9.
14. Effect of lead stress on mineral content and growth of wheat (*Triticum aestivum*) and spinach (*Spinacia oleracea*) seedlings / Mostafa Lamhamdi, Ouïam El Galiou, Ahmed Bakrim [et al.] // Saudi J. Biol Sci. – 2013. – 20 (1). – P. 29–36.
15. Ergun N. Effects of some heavy metals and heavy metal hormone interactions on wheat (*Triticum aestivum* L. cv. Gun 91) seedlings / N. Ergun, I. Oncel // Afri. J. Agric. Res. – 2012. – 7 (10). – P. 1518–1523.
16. Germination and seedling growth of corn (*Zea mays* L.) under varying levels of copper and zinc / [Mahmood S., Hussain A., Saeed Z., Athar M.] // Int. J. Environ. Sci. Tech. – 2005. – 2 (3). – P. 269–274.

17. Lamhamdi M. Phytotoxicity on Wheat (*Triticum aestivum* L.) Seed Germination and Seedlings Growth / Mostafa Lamhamdi, Ahmed Bakrim // *Comptes rendus biologiques*. – 2011. – 334 (2). – P. 118–26.

18. Oliveira H. Chromium as an environmental pollutant : Insights on induced plant toxicity / H. Oliveira // *J. Bot.* – 2012. – 1 (1). – P. 1–2.

19. Phytoavailability of toxic heavy metals and productivity in wheat cultivated under residual effect of fertilization in soybean culture / A. C. Goncalves, H. Nacke, D. Schwantes [et al.] // *Wat. Air Soil Pollut.* – 2011. – 7 (1B). – P. 69–73.

20. Phytotoxic effects of Heavy metals (Cr, Cd, Mn and Zn) on Wheat (*Triticum aestivum* L.) Seed Germination and Seedlings growth in Black Cotton Soil of Nanded / Isak Rajjak Shaikh, Parveen Rajjak Shaikh, Rafique Ahmed Shaikh, Alamgir Abdulla Shaikh // *Research Journal of Chemical Sciences (India)*. – 2013. – Vol. 3 (6). – P. 14–23.

21. Singh D. Response of wheat seed germination and seedling growth under copper stress / D. Singh, K. Nath, Y. K. Sharma // *J. Environ. Bio.* – 2007. – 28 (2). – P. 409–414.

22. Mahmood T. Toxic effects of heavy metals on early growth and tolerance of cereal crops / T. Mahmood, K. R. Islam, S. Muhammad // *Pak. J. Bot.* – 2007. – 39 (2). – P. 451–462.

УДК 504.054:519.22 (477.42)

Р. А. Валерко

к. с.-г. н.

Л. О. Герасимчук

к. с.-г. н.

Житомирський національний агроекологічний університет

ОЦІНКА РІВНЯ ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ

У статті проведено оцінку рівня техногенного навантаження Житомирської області за районами. Для проведення дослідження були використані такі показники: площа адміністративно-територіальної одиниці, кількість населення, викиди забруднюючих речовин у атмосферне повітря та кількість екологічно небезпечних об'єктів. Встановлено, що критичний рівень техногенного навантаження притаманний місту Житомиру. До значного рівня належать м. Бердичів, а також Андрушівський, Баранівський, Бердичівський, Брусилівський, Володар-Волинський, Житомирський, Коростишівський, Любарський, Новоград-Волинський, Попільнянський, Радомишльський, Романівський, Ружинський, Черняхівський, Чуднівський райони. Незначний рівень навантаження характерний для міста Малин та для Народицького і Олевського районів.

Ключові слова: екологічна безпека, екологічно небезпечні об'єкти, коефіцієнт техногенного навантаження, сумарний показник рівня техногенного навантаження, АТО Житомирської області.

17. Lamhamdi M. Phytotoxicity on Wheat (*Triticum aestivum* L.) Seed Germination and Seedlings Growth / Mostafa Lamhamdi, Ahmed Bakrim // *Comptes rendus biologiques*. – 2011. – 334 (2). – P. 118–26.

18. Oliveira H. Chromium as an environmental pollutant : Insights on induced plant toxicity / H. Oliveira // *J. Bot.* – 2012. – 1 (1). – P. 1–2.

19. Phytoavailability of toxic heavy metals and productivity in wheat cultivated under residual effect of fertilization in soybean culture / A. C. Goncalves, H. Nacke, D. Schwantes [et al.] // *Wat. Air Soil Pollut.* – 2011. – 7 (1B). – P. 69–73.

20. Phytotoxic effects of Heavy metals (Cr, Cd, Mn and Zn) on Wheat (*Triticum aestivum* L.) Seed Germination and Seedlings growth in Black Cotton Soil of Nanded / Isak Rajjak Shaikh, Parveen Rajjak Shaikh, Rafique Ahmed Shaikh, Alamgir Abdulla Shaikh // *Research Journal of Chemical Sciences (India)*. – 2013. – Vol. 3 (6). – P. 14–23.

21. Singh D. Response of wheat seed germination and seedling growth under copper stress / D. Singh, K. Nath, Y. K. Sharma // *J. Environ. Bio.* – 2007. – 28 (2). – P. 409–414.

22. Mahmood T. Toxic effects of heavy metals on early growth and tolerance of cereal crops / T. Mahmood, K. R. Islam, S. Muhammad // *Pak. J. Bot.* – 2007. – 39 (2). – P. 451–462.

УДК 504.054:519.22 (477.42)

Р. А. Валерко

к. с.-г. н.

Л. О. Герасимчук

к. с.-г. н.

Житомирський національний агроекологічний університет

ОЦІНКА РІВНЯ ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ

У статті проведено оцінку рівня техногенного навантаження Житомирської області за районами. Для проведення дослідження були використані такі показники: площа адміністративно-територіальної одиниці, кількість населення, викиди забруднюючих речовин у атмосферне повітря та кількість екологічно небезпечних об'єктів. Встановлено, що критичний рівень техногенного навантаження притаманний місту Житомиру. До значного рівня належать м. Бердичів, а також Андрушівський, Баранівський, Бердичівський, Брусилівський, Володар-Волинський, Житомирський, Коростишівський, Любарський, Новоград-Волинський, Попільнянський, Радомишльський, Романівський, Ружинський, Черняхівський, Чуднівський райони. Незначний рівень навантаження характерний для міста Малин та для Народицького і Олевського районів.

Ключові слова: екологічна безпека, екологічно небезпечні об'єкти, коефіцієнт техногенного навантаження, сумарний показник рівня техногенного навантаження, АТО Житомирської області.

Постановка проблеми

Виконані Національним інститутом стратегічних досліджень оцінки сучасних техногенних порушень екологічних параметрів компонентів життєзабезпечення навколишнього середовища (поверхнева і підземна гідросфери, верхня зона надр, прибережно-морські території тощо) свідчать, що у багатьох регіонах вони набули незворотного характеру і досягли рівня дестабілізуючого впливу на національну безпеку держави. В цілому це значно знижує рівень безпеки життєдіяльності, призводить до значних економічних втрат (5–10 млрд грн/рік) і людських жертв, а також формує додаткові ризики під час соціальних і військових конфліктів у вигляді ланцюгових (послідовних за розвитком) і каскадних (територіальних) надзвичайних ситуацій. Треба також враховувати, що більшість ПНО генерує комплексний вплив і напружено-деформований стан верхньої зони порід із активізацією небезпечних екзогенних геологічних процесів, що суттєво знижує стійкість їх відповідальних конструктивних елементів [2]. Не виключенням у цьому сенсі є і Житомирська область, на території якої знаходиться значна кількість потенційно-небезпечних об'єктів.

Саме тому у складних соціально-політичних та економічних умовах, в яких опинилася наша держава, необхідно періодично проводити оцінку безпеки регіонів за рівнем техногенного навантаження і на цій основі ухвалювати обґрунтовані рішення щодо запобігання виникненню надзвичайних ситуацій на важливих інфраструктурних об'єктах для підвищення рівня екологічної безпеки держави [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Дослідженню рівня техногенного навантаження присвячено велику кількість наукових праць. Ця проблема вирішується багатьма вітчизняними та зарубіжними вченими. Серед них С. П. Іванюта, В. М. Шмандій, О. В. Харламова, Б. М. Данилишин, А. Б. Качинський, О. Мартюшева, Л. Д. Яценко та багато інших.

Проте, більша частина цих досліджень присвячена оцінці навантаження регіонів промислового спрямування [1, 2], а області з переважанням аграрного виробництва залишаються переважно поза увагою дослідників [3]. Тому дослідження рівня техногенного навантаження регіонів аграрного спрямування за їх адміністративно-територіальними одиницями залишається досить актуальною проблемою.

Мета, завдання та методика досліджень

Таким чином, дослідження має на меті оцінювання рівня техногенного навантаження Житомирської області у розрізі її адміністративно-територіальних одиниць.

Для досягнення поставленої мети необхідним стало вирішення таких завдань:

- визначити показники, за якими буде розраховано рівень техногенного навантаження регіону;
- опрацювати статистичні дані щодо площі адміністративно-територіальних одиниць області, щільності населення, щільності викидів забруднюючих речовин у атмосферне повітря та щільності екологічно небезпечних об'єктів;
- провести розрахунок рівня техногенного навантаження Житомирської області;
- здійснити групування міст та районів області за рівнем техногенного навантаження;
- зробити відповідні висновки щодо рівня техногенного навантаження регіону.

Відповідно до мети та завдань дослідження, в роботі використані різноманітні методи наукового пізнання, за допомогою яких ми намагалися досягти найбільшої повноти та достовірності отриманих результатів. При цьому, основним з них є загальнонауковий аналітичний метод, що дає можливість провести науковий огляд літератури з досліджуваних питань. Використання статистичного методу дозволило узагальнити відомості статистичних збірників щодо площі, кількості населення, викидів забруднюючих речовин у атмосферне повітря та кількості екологічно небезпечних об'єктів адміністративно-територіальних одиниць Житомирської області.

Емпіричну основу дослідження складають узагальнення матеріалів діяльності Головного управління статистики у Житомирській області.

Для оцінювання рівня техногенного навантаження на стан Житомирського регіону використовували методику, наведену у науковому дослідженні Національного інституту стратегічних досліджень [2].

Коефіцієнт техногенного навантаження визначали за формулою:

$$m_i = \frac{M_i - M_{\min}}{M_{\max} - M_{\min}}, \quad (1)$$

де: M_i – це показник питомої щільності досліджуваного фактору впливу на довкілля (щільність населення, щільність викидів у атмосферне повітря, щільність екологічно небезпечних об'єктів тощо).

Сумарний показник рівня техногенного навантаження адміністративно-територіальних утворень Житомирської області γ визначали за формулою:

$$\gamma = \sum_{i=1}^n \frac{M_i - M_{\min}}{M_{\max} - M_{\min}}, \quad (2)$$

Результати досліджень

Сучасний стан екологічної безпеки України характеризується надмірним використанням життєзабезпечувальних природних ресурсів, значним техногенним забрудненням основних екологічних систем і виснаженням їх відновлювальних можливостей, зниженням родючості сільськогосподарських угідь, критичним скороченням площі лісів, надзвичайною зарегульованістю річкової мережі, а також значними масштабами наслідків Чорнобильської катастрофи [1]. Не виключенням у цьому сенсі є й Житомирська область.

Від інших областей Житомирську область відрізняє висока міра переважання природних небезпек над техногенними, і те, що вона серйозно постраждала від найбільшої техногенної катастрофи в історії людства – аварії на Чорнобильській АЕС в 1986 році.

Найбільш небезпечними з природних загроз в межах області є прояви надзвичайних ситуацій, пов'язаних із гідрометеорологічними загрозами, підтопленнями, зсувами та повеннями. Виділяється Житомирська область однією з найбільших в Україні площею підтоплення території – 67,3% загальної площі регіону. Інші види природних загроз в межах області пов'язані з можливістю поширення небезпечних інфекційних хвороб людей та тварин, лісових пожеж.

Серед техногенних загроз найбільшу небезпеку для території та населення області становить хімічна, пожежо- та вибухонебезпека [3]. У регіоні склалася складна ситуація зі станом дамб та інших гідродинамічних споруд, аварійним станом будівель, об'єктів водоканалізаційного господарства, енергетики, зношеністю обладнання на об'єктах потенційної небезпеки [1].

Параметри для оцінки рівня техногенного навантаження Житомирської області наведено у таблиці 1. Основними показниками стали кількість населення, обсяги викидів забруднюючих речовин у атмосферне повітря та кількість екологічно небезпечних об'єктів, що віднесені до площі міста або району.

Таблиця 1. Параметри для оцінки техногенного навантаження

Назва районів	Площа, км ²	Щільність населення, осіб/км ² , М ₁	Щільність викидів у атмосферне повітря, т/км ² , М ₂	Щільність ЕНО, шт/км ² , М ₃
1	2	3	4	5
м. Житомир	61	4447,6	359,7	0,2
м. Бердичів	36	2181,2	239,1	0,2
м. Коростень	34	1926,6	161,6	0,2
м. Малин	18	1496,3	72,8	0,1
м. Нов.-Волинський	27	2073,7	87,7	0,2
<i>Райони</i>				
Андрушівський	956	36,1	1,6	0,03
Баранівський	1000	41,4	1,8	0,04
Бердичівський	865	33,8	1,7	0,04
Брусилівський	626	24,6	1,4	0,06

Закінчення таблиці 1

1	2	3	4	5
Ємільчинський	2112	16,3	1,2	0,02
Житомирський	1441	48,6	2,3	0,02
Коростенський	1735	16,3	2,2	0,02
Коростишівський	974	42,0	1,9	0,04
Лугинський	994	17,3	1,3	0,02
Любарський	757	36,6	1,7	0,05
Малинський	1467	13,4	1,0	0,03
Народицький	1284	7,5	0,4	0,01
Нов.-Волинський	2098	22,4	1,9	0,03
Овруцький	3221	18,3	1,5	0,04
Олевський	2247	18,7	1,3	0,01
Попільнянський	1037	31,7	2,2	0,03
Пулинський (Червоноармійський)	853	27,5	1,1	0,04
Радомишльський	1297	29,7	1,4	0,05
Романівський	928	31,5	1,5	0,03
Ружинський	1002	28,1	1,7	0,03
Хорошівський (Вол.- Волинський)	870	40,9	2,3	0,03
Черняхівський	850	35,3	1,4	0,06
Чуднівський	1037	35,2	1,6	0,03

Основними забруднювачами атмосферного повітря області залишаються підприємства паливно-енергетичного комплексу, транспорту та зв'язку, житлово-комунального господарства, добування корисних копалин та розроблення кар'єрів, оброблення деревини та виготовлення виробів з неї тощо.

У містах Житомирської області найбільшими забруднювачами атмосферного повітря є: у м. Бердичіві – Бердичівський НСП Філії управління магістральних газопроводів «Київтрансгаз» ПАТ «Укртрансгаз», у м. Житомирі – КП «Житомиртеплокомуненерго» Житомирської міської ради і ТОВ «ОБІО», у м. Коростені – ПрАТ «Коростенський завод «МДФ»». У районах найбільшими такими підприємствами є: Житомирський район – ТОВ «Овочевий комбінат «Станишівка»», Романівський район – ТОВ «Вівад 09», Хорошівський (Вол. – Волинський) район – філія «Іршанський ГЗК» та ПрАТ «Кримський титан», Попільнянський район – акціонерні товариства ТОВ «Сігнет-мільк» і ТОВ «Сігнет-центр», Новоград-Волинський район – ТОВ «Церсаніт інвест».

Розрахунок техногенного навантаження по Житомирській області наведено у таблиці 2.

До Переліку еколого-небезпечних об'єктів Житомирської області входять комунальне підприємство «Житомирське виробниче управління водопровідно-комунального господарства» (очисні споруди) м. Житомир. По території області також проходять магістральний нафтопровід «Дружба» (робочий тиск 40–60

атм), магістральний газопровід «Торжок-Долина» (робочий тиск 20–55 атм), нафтопродуктопровід ДП «Прикарпат Західтранс», магістральний газопровід «Київ-Захід Облaсті» (робочий тиск 45–55 атм).

*Таблиця 2. Техногенне навантаження на стан довкілля
Житомирської області*

Назва районів	m ₁	m ₂	m ₃	γ
м. Житомир	1	1	1	3
м. Бердичів	0,23	0,58	1	1,81
м. Коростень	0,15	0,31	1	1,46
м. Малин	0	0	0	0
м. Нов.-Волинський	0,19	0,05	1	1,24
<i>Райони</i>				
Андрушівський	0,69	0,63	0,4	1,72
Баранівський	0,82	0,74	0,6	2,16
Бердичівський	0,64	0,68	0,6	1,92
Брусилівський	0,42	0,53	1	1,95
Ємільчинський	0,21	0,42	0,2	0,83
Житомирський	1	1	0,2	2,2
Коростенський	0,21	0,95	0,2	1,36
Коростишівський	0,84	0,79	0,6	2,23
Лугинський	0,24	0,47	0,2	0,91
Любарський	0,71	0,68	0,8	2,19
Малинський	0,14	0,32	0,4	0,86
Народицький	0	0	0	0
Нов.-Волинський	0,36	0,79	0,4	1,55
Овруцький	0,26	0,58	0,6	1,44
Олевський	0,27	0,47	0	0,74
Пулинський (Червоноармійський)	0,49	0,37	0,6	1,46
Попільнянський	0,59	0,95	0,4	1,94
Радомишльський	0,54	0,53	0,8	1,87
Романівський	0,58	0,58	0,4	1,56
Ружинський	0,5	0,68	0,4	1,58
Хорошівський (Вол.-Волинський)	0,81	1	0,4	2,21
Черняхівський	0,67	0,53	1	2,2
Чуднівський	0,67	0,63	0,4	1,7

Іншими об'єктами підвищеної небезпеки в області є каналізаційні споруди міст, селищ і сіл, підприємства з видобутку корисних копалин, об'єкти військової діяльності, шламонакопичувачі, хвостосховища, полігони та звалища промислових та побутових відходів, інші об'єкти, які здійснюють викиди та скиди забруднюючих речовин у довкілля.

Екологічно небезпечними об'єктами, які становлять потенційну небезпеку транскордонного переносу забруднюючих речовин з території області на територію Республіки Білорусь є нафтопровід «Дружба», нафтопродуктопровід, які проходять в межах басейну р. Уборть, каналізаційні споруди комунальних

підприємств смт Ємільчине та м. Олевськ, які мають скид стічних вод у р. Уборть.

Осередком забруднення, що існує протягом тривалого часу і становить загрозу для довкілля, є річка Тетерів нижче скиду стічних вод міста Житомира [7].

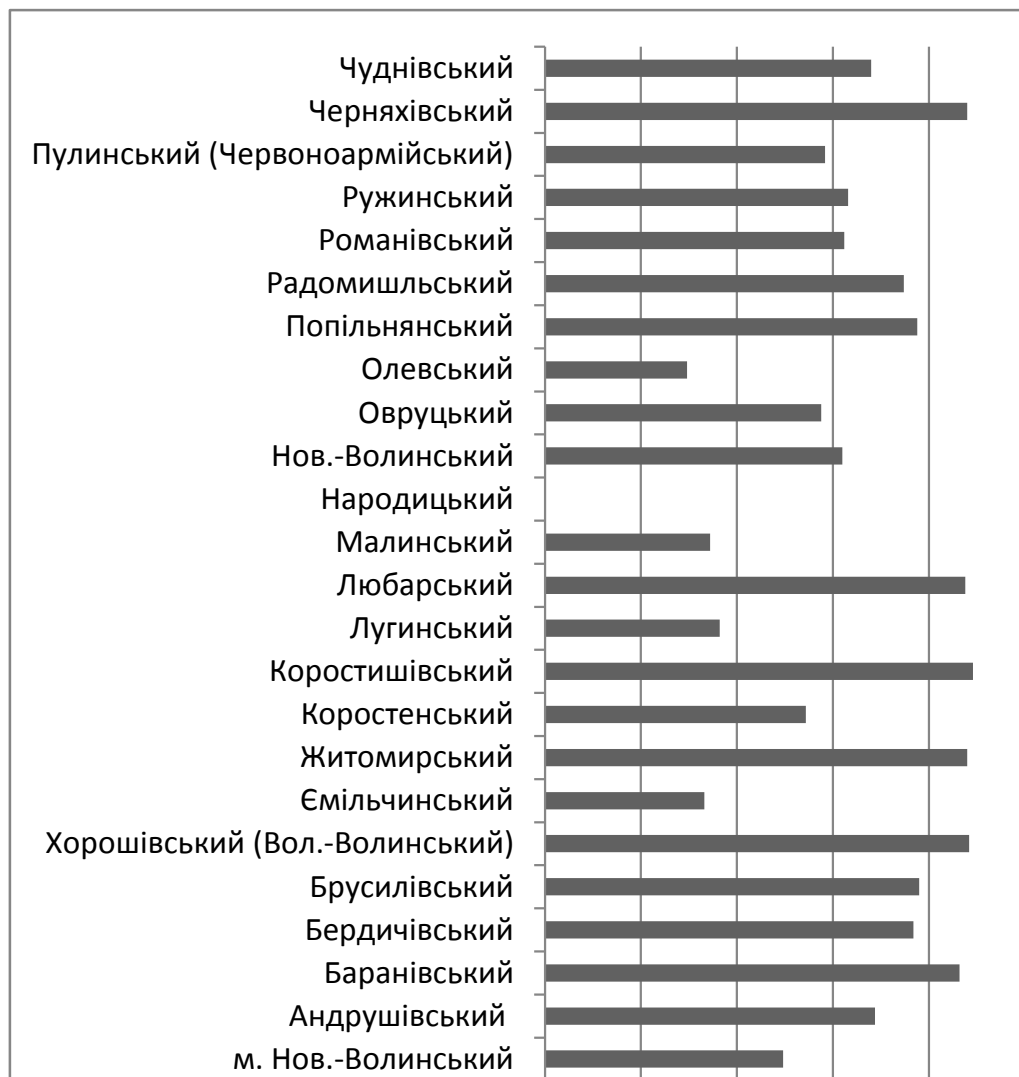


Рис. 1. Результати оцінки показника рівня техногенного навантаження Житомирської області

Отримані дані дозволяють провести групування адміністративно-територіальних утворень Житомирської області за інтегральним показником, що формує 5 категорій техногенного навантаження (табл. 3).

Таблиця 3. Групування районів Житомирщини за рівнем техногенного навантаження

Діапазон зміни γ	Кількість районів	Рівень техногенного навантаження	Назва адміністративно-територіальної одиниці
< 0,75	3	Незначний	м. Малин, райони: Народицький, Олевський
0,75–1	3	Середній	Райони: Ємільчинський, Лугинський, Малинський
1–1,5	5	Значний	Міста: Коростень, Новоград-Волинський, райони: Коростенський, Овруцький, Пулинський (Червоноармійський)
1,5–2,5	16	Великий	місто Бердичів, райони: Андрушівський, Баранівський, Бердичівський, Брусилівський, Хорошівський (Володарсько-Волинський), Житомирський, Коростишівський, Любарський, Новоград-Волинський, Попільнянський, Радомишльський, Романівський, Ружинський, Черняхівський, Чуднівський
> 2,5	1	Критичний	м. Житомир

Отже, незначний рівень техногенного навантаження характерний для 3-х адміністративно-територіальних одиниць – це місто Малин, Народицький та Олевський райони. Середній рівень встановлено у Ємільчинському, лугинському та Малинському районах.

Із 5-и досліджуваних міст 2 відносяться до значного рівня навантаження: міста Коростень та Новоград-Волинський. Райони – Коростенський, Овруцький, Червоноармійський.

Найбільша кількість районів (15) і місто Бердичів відносяться до великого рівня техногенного навантаження.

Критичний рівень техногенного навантаження зафіксовано для міста Житомир. Відмітимо, що на території обласного центру станом на 2016 рік наявно 46 потенційно небезпечних об'єктів, які зареєстровані у Державному

реєстрі ПНО. Хімічно небезпечні об'єкти нараховують 7 одиниць: 2 об'єкта відноситься до другої групи ризику (проведення першочергових заходів протягом наступного року), 4 – до третьої групи ризику, 1 – до четвертої групи ризику. Внаслідок розгерметизації систем з хімічно небезпечними речовинами (ХНР 85,5 т) можливе утворення прогнозованої зони хімічного забруднення на площі 6,32 км², в яку потрапить 34 551 чол., а можливі втрати населення можуть скласти 16 822 чол. Також на території міста Житомир знаходиться 39 пожежо-вибухонебезпечних об'єкти (ПВНО), де знаходиться на зберіганні і використовується близько 30 тис тон горючих та легкозаймистих речовин.

Висновки та перспективи подальших досліджень

1) сучасний стан екологічної безпеки Житомирської області характеризується надмірним використанням життєзабезпечувальних природних ресурсів та значним техногенним забрудненням основних екологічних систем;

2) серед техногенних загроз найбільшу небезпеку для території області становить хімічна, пожежо-, вибухо- та гідродинамічна небезпеки;

3) 60,7 % території Житомирської області характеризується критичним (м. Житомир) та великим (м. Бердичів, Андрушівський, Баранівський, Бердичівський, Брусилівський, Володарсько-Волинський, Житомирський, Коростишівський, Любарський, Новоград-Волинський, Попільнянський, Радомишльський, Романівський, Ружинський, Черняхівський, Чуднівський райони) рівнями техногенного навантаження;

4) значним рівнем техногенного навантаження володіють міста Коростень і Новоград-Волинський, Коростенський, Овруцький, Червоноармійський райони;

5) середній рівень техногенного навантаження встановлено у Смільчинському, Лугинському та Малинському районах;

6) незначний рівень техногенного навантаження характерний лише для 10,7 % території області (м. Малин, Народицький та Олевський райони).

Подальші дослідження, на наш погляд, слід зосередити на детальному вивченні адміністративно-територіальних одиниць Житомирської області на предмет техногенної небезпеки.

Література

1. Аналіз та систематизація існуючих методів оцінювання ступеня екологічної безпеки / М. С. Мальований, В. М. Шмандій, О. В. Харламова [та ін.] // Екологічна безпека. – 2013. – № 1. – С. 37–44.

2. Данилишин Б. М. Безпека регіонів України і стратегія її гарантування / Б. М. Данилишин, А. В. Степаненко, О. М. Ральчук [та ін.] ; за ред. д. е. н., проф., чл.-кор. НАН України Б. М. Данилишина. – К. : Наук. думка, 2008. – Т. 1. – 392 с.

3. Іванюта С. П. Оцінка рівня техногенного навантаження в Україні: регіональний вимір / С. П. Іванюта // Стратегічні пріоритети. – 2015. – № 2 (35). – С. 157–163.

4. Качинський, А. Б. Аналіз екологічних і природно-техногенних загроз безпеці Автономної Республіки Крим / А. Б. Качинський, С. П. Іванюта // Стратегічні пріоритети. – 2011. – №1 (18). – С. 49–58.

5. Олійник Я. Б. Природно-техногенна безпека Житомирської області / Я. Б. Олійник, А. Л. Мельничук, О. Ю. Кононенко // Сучасні екологічні проблеми Українського Полісся і суміжних територій (до 25-ти річчя аварії на ЧАЕС) : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (26–28 квіт. 2011 р.). – Ніжин, 2011. – С. 50–53

6. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Житомирській області за 2015 рік [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.menr.gov.ua>.

7. Статистичний щорічник Житомирської області за 2015 рік / за ред. Г. А. Пашинської. – Житомир : Гол. упр. статистики у Житомир. обл., 2016. – 467 с.

Рослинництво, плодощовівництво та кормовиробництво

УДК 633. 85:631.5:631.51.021

В. В. Гамаюнова

Д. с.-г. н.

І. М. Гаро

аспірант*

Миколаївський національний аграрний університет

УРОЖАЙНІСТЬ І ЯКІСТЬ НАСІННЯ РІПАКУ ОЗИМОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ, СТРОКУ ТА СПОСОБУ СІВБИ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Наведено результати досліджень, проведених в 2012–2015 рр. на чорноземі звичайному в умовах Лісостепу України. Вивчали вплив основного обробітку ґрунту, способу і строку сівби ріпаку озимого на його насіннєву продуктивність. Визначено, що найефективніше сівбу проводити у І декаді вересня з шириною міжрядь 15 см, при цьому врожайність насіння істотно зростає. Фактор обробітку ґрунту – оранка на 25–27 см або дискування на 12–14 см на рівень урожайності впливають значно слабкіше. Перевагу має оранка, проте в сприятливому по зволоженню році різниці в рівнях урожаю по обох досліджуваних способах обробітку ґрунту не встановили.

Досліджувані фактори позначаються на основних показниках якості насіння – вмісті жиру і протеїну та їх умовному зборі з гектару.

Найбільша кількість жиру в насінні ріпаку озимого накопичується по фоні оранки. На вміст протеїну досліджувані фактори істотно не впливали. Максимальними умовний вихід жиру (1,97 т/га) і протеїну (1,05 т/га) встановлені при посіві в І декаду вересня звичайним рядковим способом по оранці.

Ключові слова: ріпак озимий, урожайність насіння, обробіток ґрунту, строк і спосіб сівби, якість насіння, умови вегетаційного періоду.

Постановка проблеми

За традиційних технологій вирощування ріпаку озимого, рівень урожайності коливається в досить широких межах. У середньому, по Україні врожайність цієї культури становить 1,73 т/га, а в окремих господарствах – 3,0–3,5 т/га. Хоча для Європи врожайність ріпаку в 3,5–4,0 т/га є звичайною.

Вплив основного обробітку ґрунту на врожайність польових культур носить різнобічний, складний характер. Обумовлюється це багатьма агрофізичними показниками ґрунту, біологічними особливостями сорту чи гібриду, агротехнічними умовами вирощування культур тощо.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Вибір способу основного обробітку ґрунту визначається реакцією рослин на агрохімічні та агрофізичні умови ґрунтового середовища. Однак, в науковій літературі немає єдиної думки щодо впливу різних систем основного обробітку на врожайність ріпаку озимого. У вчених і виробників існує декілька думок. Більшість з них дотримуються традиційного основного обробітку ґрунту – оранки. Однак, зростає кількість прихильників безполицевого обробітку, який, порівняно з оранкою, є менш енерговитратним [1, 2].

Як відомо з наукової літератури, традиційна технологія вирощування ріпаку базується на оранці, завдяки чому забезпечується безперешкодний розвиток стрижневого кореня рослини [3, 4].

До того ж, відомо, що на початкових фазах росту і розвитку ріпак не витримує конкуренції з бур'янами. Забур'яненість посіву в осінню вегетацію призводить до надмірного виносу точки росту над поверхню ґрунту, слабкішого розвитку кореневої системи, що збільшує ризик вимерзання ріпаку озимого і призводить до формування низької врожайності таких посівів [5, 6]. Встановлено, що, за умов оптимізації живлення та недопущення зрідження посівів, уміст цукрів у коренях рослин ріпаку накопичується більш високим та забезпечує сприятливу перезимівлю [7].

Часто складні кліматичні умови на період підготовки ґрунту під сівбу ріпаку озимого та зростання площ під цією культурою, вимагають застосування різних систем мінімального, так званого безполицевого, обробітку ґрунту.

Мета, завдання та методика досліджень

Мета роботи полягала у встановленні рівня врожайності та посівних якостей насіння залежно від розробки та удосконалення елементів технології вирощування ріпаку озимого сорту Чемпіон України в умовах Лісостепу України, з метою отримання високої врожайності з якісного насіння. Польові досліді проводили на чорноземі звичайному згідно методикою польових дослідів та методичних рекомендацій.

У трифакторному польовому досліді вивчали ріст, розвиток і формування продуктивності рослин ріпаку озимого залежно від обробітку ґрунту, строку та способу сівби. Визначали стан розвитку рослин перед виходом у зиму та впродовж перезимівлі, площу листової поверхні, наростання та вихід абсолютно сухої речовини з одиниці площі, здійснювали облік урожаю насіння та його структурний аналіз.

Дослід закладено методом розщеплених ділянок у відповідності з методикою польових дослідів з вивчення агротехнічних прийомів вирощування сільськогосподарських культур. Повторність дослідів чотириразова. Площа посівної ділянки – 80 м², облікової – 50 м². У досліді висівали новий районований сорт ріпаку озимого Чемпіон України. Попередником його була пшениця озима.

Результати досліджень

Проведені нами дослідження свідчать, що в середньому за три роки посіви ріпаку з поверхневим обробітком ґрунту за рівнем урожайності поступалися посівам, під які проводили оранку – 3,2 т/га проти 3,4 т/га.

Визначено, що врожайність насіння ріпаку змінювалася за роками досліджень. Дискування на глибину 12–14 см призводило до її зниження у сухі роки, а у вологому році вона формується на рівні типового. Так, у сприятливому за зволоженістю 2013 р. перевагу мали посіви з безполицевого обробітку ґрунту, де врожайність насіння склала 3,3 т/га. Проте у 2014 та 2015 рр. у варіантах з оранкою на 25–27 см порівняно з дискуванням на 12–14 см посіви ріпаку озимого сформували врожайність насіння вищу на 12,9–22,6%.

Оранка на 25–27 см забезпечила покращення водного режиму ґрунту за рахунок акумуляції осінньо-зимових опадів. Крім того, покращуючи структуру ґрунту на глибину обробітку, за оранки зменшувались непродуктивні втрати вологи на стік та випаровування. Як наслідок, створилися більш сприятливі умови для росту й розвитку рослин ріпаку в осінній період, що забезпечило значний приріст урожайності порівняно з дискуванням на 12–14 см. Тобто вплив основного обробітку ґрунту на врожайність насіння ріпаку озимого, головним чином, залежить від природно-кліматичних умов у період вегетації культури, і значно менше від способу підготовки ґрунту.

Як відомо, ріпак озимий вважають холодостійкою культурою. Він здатен витримувати температури до -21°C , а за наявності снігового покриву – 5–10 см, деякі сорти навіть до -31°C . Дослідниками встановлено, що рослини ранніх строків сівби часто переростають в осінній період і за зиму вимерзають за незначного снігового покриву, а пізніх – не встигають достатньо розвинутиися і також гинуть. Саме недотримання оптимального строку сівби призводить до недобору 30–50 % урожаю [8]. Одним, із елементів технології вирощування, який здатен забезпечити високу продуктивність агроценозів ріпаку озимого, є оптимальний строк сівби.

Результатами досліджень встановлено, що строки сівби істотно впливали на насінневу продуктивність ріпаку. Так, у середньому за роки досліджень, за сівби у I декаду вересня врожайність насіння склала 4,0 т/га. За сівби у II та III декади вересня вона знижувалася на 15,0% і 40,0% та відповідно становила 3,4 т/га і 2,4 т/га (рис. 1). Таку ж закономірність встановлено і за роками досліджень.

Максимальну врожайність насіння у досліді – 4,3 т/га, незалежно від вивчаємих факторів, отримали за сівби у I декаду вересня у сприятливому за природно-кліматичними показниками 2015 році.

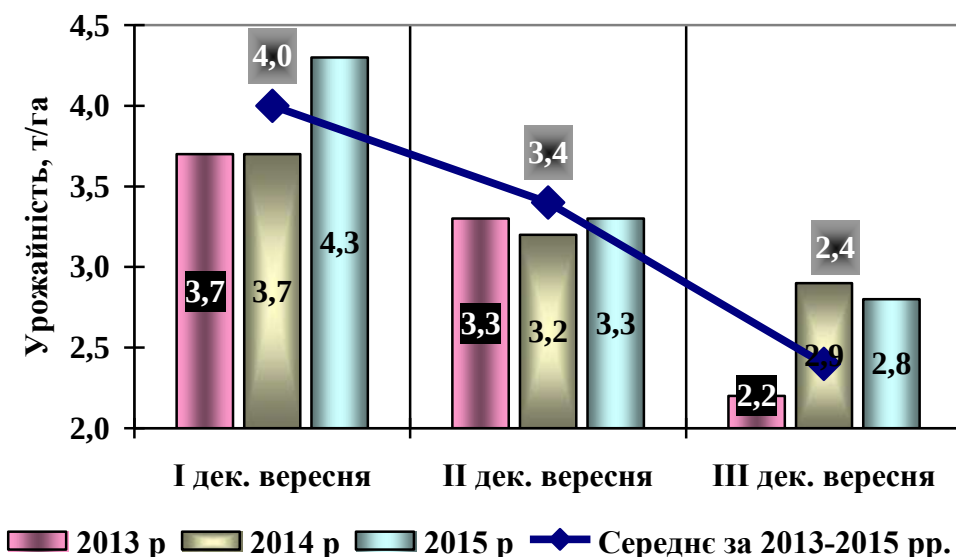


Рис. 1. Урожайність насіння ріпаку озимого залежно від строку сівби

Погодні умови холодної пори 2012–2013 рр. виявилися надто складними для перезимівлі рослин ріпаку озимого. Як наслідок, урожайність насіння на посівах останнього строку сівби знизилася в 1,7 раза порівняно із сівбою у I декаду вересня і склала 2,2 т/га. Для посівів III строку сівби погодні умови осені виявилися несприятливими і, перш за все, за температурним режимом. Прохолодна погода із заморозками затримала розвиток рослин ріпаку, в результаті чого вони на кінець листопада сформували 3,4–4,4 листки і діаметр кореневої шийки 1,7–2,3 мм, що було вкрай недостатнім для сприятливої перезимівлі.

Найсприятливіші умови для формування врожаю насіння ріпаку озимого створюються в тих посівах, які найкраще відповідають потребам рослин. Відомо, що оптимізація густоти посіву й площі живлення рослин започаткована у його просторовому розміщенні.

У середньому за роки досліджень із способів сівби, що вивчали, більш результативним виявився звичайний рядковий із шириною міжрядь 15 см, де середня врожайність склала 3,6 т/га та перевищила її у широкорядних посівах з шириною міжрядь 30 см та 60 см відповідно на 11,1% і 16,7% (рис 2).

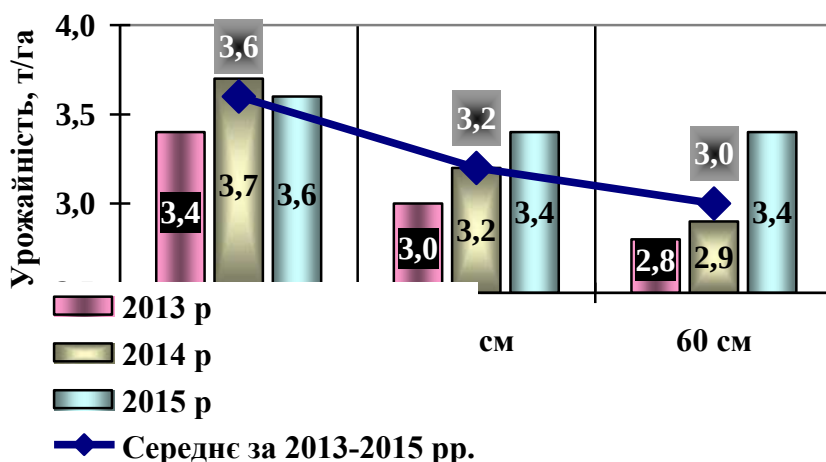


Рис. 2. Урожайність насіння ріпаку озимого залежно від способу сівби

Таким чином, досліджувані фактори є важливими у технології вирощування ріпаку озимого та значно впливають на врожайність. Так, найвищою – 4,54 т/га вона сформована за сівби ріпаку у І декаду вересня, з шириною міжрядь 15 см по фону оранки, проти 2,18 т/га за сівби у ІІІ декаду вересня, з шириною міжрядь 60 см та дискування на глибину 12–14 см (табл. 1). Упродовж досліджень урожайність насіння ріпаку коливалася від 1,77 до 5,02 т/га залежно від основного обробітку ґрунту, строку сівби та погодних умов року.

Невід’ємною часткою при виконанні завдання щодо отримання високих урожаїв ріпаку озимого є покращення якості продукції. Останнім часом вимогливість до якості врожаю значно зросла. Зумовлено це інтенсифікацією процесів у харчовій промисловості та тваринництві, забрудненням навколишнього середовища, запровадженням інтенсивних технологій вирощування польових культур, широким використанням хімічних речовин у сільському господарстві.

Таблиця 1. Урожайність ріпаку озимого залежно від досліджуваних факторів, т/га (середнє за 2013–2015 рр.)

Обробіток ґрунту, А	Строк сівби, В	Ширина міжрядь, см, С	Роки досліджень			
			2013 р.	2014 р.	2015 р.	Середнє
1	2	3	4	5	6	7
Дискування на 12-14 см	І дек. вересня	15	4,46	4,12	4,13	4,24
		30	3,86	3,65	3,84	3,78
		60	3,58	3,26	3,70	3,51
	ІІ дек. вересня	15	3,72	3,80	3,10	3,54
		30	3,28	3,46	2,95	3,23
		60	3,12	3,02	2,81	2,98
	ІІІ дек. вересня	15	2,79	2,38	2,61	2,59
		30	2,38	2,05	2,51	2,31
		60	2,09	1,89	2,56	2,18

Закінчення таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7
Оранка на 25-27 см	I дек. вересня	15	3,86	4,75	5,02	4,54
		30	3,42	4,12	4,57	4,04
		60	3,07	3,80	4,80	3,89
	II дек. вересня	15	3,58	3,96	3,70	3,74
		30	3,25	3,48	3,69	3,47
		60	2,85	3,32	3,66	3,28
	III дек. вересня	15	2,23	2,98	2,95	2,72
		30	1,94	2,53	3,04	2,50
		60	1,77	2,24	2,87	2,29
А. Оцінка істотності часткових відмінностей						
НІР ₀₅	A =		0,07	0,05	0,05	0,08
	B =		0,11	0,04	0,12	0,05
	C =		0,08	0,04	0,05	0,04

Олійність – основна мета вирощування ріпаку озимого на товарні цілі. Вміст жиру в насінні ріпаку озимого коливався в межах від 41,7 %, у варіантах з поверхневим обробітком ґрунту за сівби у III декаду вересня з шириною міжрядь 60 см, до 45,5 % при оранці на 25–27 см за сівби у I декаду вересня звичайним рядковим способом (табл. 2).

Дослідженнями впливу основного обробітку ґрунту під сівбу ріпаку встановлено, що оранка сприяла більш високому – 42,1–45,5% вмісту жиру в насінні порівняно з дискуванням, де він коливався від 41,7 до 44,7 %.

Більш чітко на олійність насіння ріпаку озимого впливали строки сівби. Із запізненням сівби вміст жиру знижувався від 44,2–45,5 % за сівби у I декаду вересня до 43,3–44,3 % у II декаду та 41,7–42,6 % у III декаду вересня. Отримані нами дані співпадають із результатами досліджень багатьох вчених. Посіви ріпаку озимого в оптимальні строки довше вегетують і завдяки цьому накопичують більшу кількість сонячної радіації, яка є головним чинником у накопиченні жиру в насінні.

Серед варіантів досліджу, де вивчали ширину міжрядь, найбільшу тенденцію до збільшення олійності в насінні мали ділянки з шириною міжрядь 15 см. На цих посівах, у середньому за роки проведення досліджень, вміст жиру становив 42,0–45,5 % на відміну від 41,7–45,0 % за широкорядних способів сівби.

Таблиця 2. Вміст жиру та протеїну у насінні ріпаку озимого та їх умовний збір залежно від досліджуваних факторів (середнє за 2013–2015 рр.)

Обробіток ґрунту, А	Строк сівби, В	Ширина між- рядь, см, С	Вміст, %		Умовний збір, т/га	
			жиру	протеїну	олії	протеїну
1	2	3	4	5	6	7
Дискування на 12-14 см	I дек. вересня	15	44,7	24,25	1,99	1,08
		30	44,5	24,44	1,75	0,96
		60	44,2	24,53	1,63	0,91
	II дек. вересня	15	44,2	24,27	1,59	0,87
		30	43,8	24,57	1,42	0,80
		60	43,8	24,63	1,35	0,76
	III дек. вересня	15	42,0	23,98	1,17	0,67
		30	42,1	24,07	1,04	0,60
		60	41,7	24,12	0,96	0,55

Закінчення таблиці 2

1	2	3	4	5	6	7
Оранка на 25-27 см	I дек. вересня	15	45,5	24,21	1,97	1,05
		30	45,0	24,32	1,75	0,94
		60	45,1	24,49	1,67	0,91
	II дек. вересня	15	44,3	24,12	1,64	0,89
		30	43,3	24,38	1,50	0,85
		60	43,7	24,41	1,39	0,78
	III дек. вересня	15	42,6	24,00	1,07	0,60
		30	42,2	24,16	0,99	0,57
		60	42,1	24,22	0,92	0,53

Насіння ріпаку озимого крім жиру, містить ще до 21–24 % сирого протеїну, а ріпакова макуха у сухій масі 37–43 % протеїну, що робить ріпак джерелом кормового білка. Білок насіння ріпаку, крім того, багатий на сірчасті амінокислоти, які відсутні у білку бобових та зернових культур, тому при включенні цих компонентів до кормових сумішок можна отримати добрі результати при згодовуванні їх тваринам [3, 9]. За результатами досліджень чіткої закономірності у зміні вмісту сирого протеїну у насінні ріпаку нами не виявлено. Незалежно від досліджуваних факторів у досліді, цей показник коливався в межах 23,98–24,63 %. Лише статистичним аналізом було виявлено незначну закономірність до збільшення вмісту протеїну в насінні за більшої ширини міжрядь. Так, за сівби ріпаку озимого звичайним рядковим способом вміст сирого протеїну в насінні був на 0,26 % меншим порівняно з сівбою з шириною міжрядь 60 см (рис. 3).

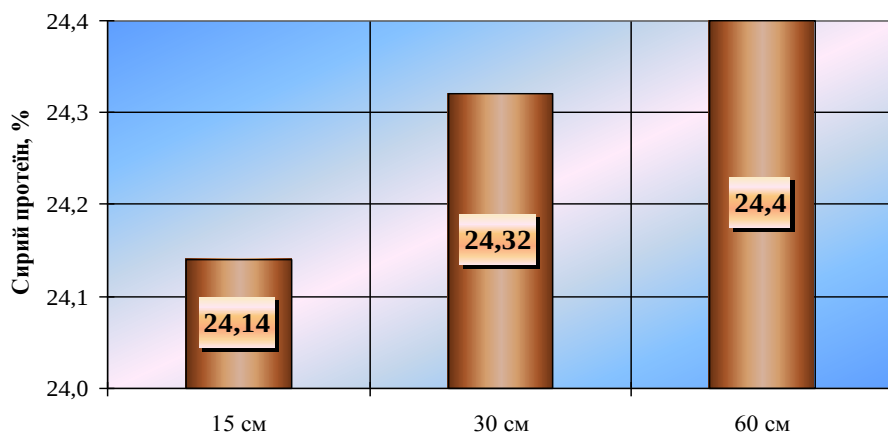


Рис. 3. Вміст сирого протеїну в насінні ріпаку озимого залежно від ширини міжрядь (середнє за 2013–2015 рр.), %

Рівень урожаю насіння ріпаку і вміст у ньому олії та сирого протеїну забезпечують різний умовний їх вихід з 1 га посіву. Ці показники є вираженням

доцільності вирощування ріпаку озимого на насіння. Розрахувавши їх вихід з одиниці площі, можна більш детально аргументувати вплив досліджуваних факторів на ефективність вирощування. У середньому, за роки досліджень, найвища врожайність насіння ріпаку озимого – 4,54 т/га, сформована у варіанті з оранкою, де проводили сівбу у I декаду вересня звичайним рядковим способом з шириною міжрядь 15 см.

Найвища олійність визначена у насінні на посівах з оранкою – 45,5%. На вміст протеїну, який коливався в межах 24,0-24,6%, досліджувані фактори суттєво не впливали. Максимальний умовний збір олії (1,97 т/га) і протеїну (1,05 т/га) отримали за сівби у I декаду вересня звичайним рядковим способом по фоні оранки.

Висновки та перспективи подальших

В умовах Лісостепу України, у середньому за три роки вирощування, найвищу врожайність насіння – 4,54 т/га ріпак озимий сформував по оранці за сівби у I декаду вересня звичайним рядковим способом з шириною міжрядь 15 см. У сприятливі за зволоженням роки стали врожайність насіння ріпаку озимого забезпечує й дискування на 12–14 см.

Найбільше жиру в насінні – 45,5% міститься також на посівах з оранкою. На вміст протеїну досліджувані фактори істотно не впливали. Максимальними умовний збір олії (1,97 т/га) і протеїну (1,05 т/га) визначено за сівби у I декаду вересня звичайним рядковим способом по фоні оранки на 25–27 см у якості основного обробітку ґрунту.

Література

1. Держи Р. Ситуация по сберегающему земледелию в мире / Р. Держи // Тез. докл. Междунар. конф. по технологии NO-Till-п. – Юбилейный, 2004. – С. 141–144.
2. Системы рационального землепользования / Э. Дики, П. Джаса, Д. Шелтон, Д. Семенс // Системы и методы рационального землепользования. – Iowa Export – Import (США), 1999. – С. 125–130.
3. Бардин Я. Б. Ріпак: від сівби до переробки / Я. Б. Бардин. – К. : Світ, 2000. – 108 с.
4. Лихочвор В. В. Ріпак / В. В. Лихочвор, Р. Р. Проць. – Львів : Українські технології, 2005. – 88 с.
5. Кифорук І. Захист посівів ріпаку від бур'янів / І. Кифорук // Агроном. 2011. – № 1. – С. 124–125.
6. Агробактериальная трансформация ярового рапса (*Brassica napus* L.) / А. Н. Майсурян, В. Н. Овчинникова, Е. К. Серенко [и др.] // Биология клеток растений *in vitro* и биотехнология : тезисы IX Междун. конф. – Звенигород ; М. : Фбк-пресс, 2008. – Т. 123. – С. 112–224.

7. Проценко В. І. Шляхи підвищення урожайності ріпаку озимого в північно-східному Лісостепу України / В. І. Проценко, В. А. Тютюнник, А. В. Мельник // Вісн. Сумського нац. аграр. ун-ту. Сер. Агрономія і біологія. – 2014. – Вип. 3 (27). – С. 175–178.

8. Пилюк Я. Э. Особенности возделывания озимого рапса / Я. Э. Пилюк, В. М. Белявский // Современные технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси. – Мн. : ИВЦ Минфина, 2005. – С. 134–146.

9. Гайдаш В. Д. Ріпак – потенціальне джерело олії та кормів / В. Д. Гайдаш // Пропозиція. – 1995. – № 7. – С. 11–14.

УДК 635.655:631.8 (977.41/.42/.82)

В. Г. Дідора

д. с.-г. н.

І. Ю. Деребон

к. с.-г. н.

Л. Д. Саврасих

аспірант*

Житомирський національний агроекологічний університет

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ІНОКУЛЯЦІЇ ТА УДОБРЕННЯ В УМОВАХ УКРАЇНСЬКОГО ПОЛІССЯ

Наведені результати багаторічних досліджень з технології переробки, визначено вміст та збір білка і жиру, установлена урожайність сої залежно від інокуляції насіння, мінеральних добрив та позакореневого підживлення комплексними добривами на хелатній основі в умовах Українського Полісся.

На ясно-сірих, середньо-забезпечених, слобокислих ґрунтах, на фоні внесення мінеральних добрив $N_{60} P_{60} K_{60}$, з висівом інокульованого насіння та проведення позакореневого підживлення комплексними добривами на хелатній основі, скоростиглі сорти сої з довжиною вегетаційного періоду 85–95 днів забезпечують отримання урожайності зерна – 3,14 т/га, збір білка – 1100 кг та жиру – біля 600 кг.

Ключові слова: соя, переробка, білок, жир, урожайність, інокуляція, підживлення.

Постановка проблеми

За своїм біохімічним складом соя є унікальною, провідною білково-олійною культурою світового землеробства. Питома вага сої в структурі світового виробництва олійних культур становить 58% [1].

За темпами росту і обсягів виробництва соя не має собі рівних. Соя здатна швидко підвищувати культуру землеробства, відроджувати і поліпшувати родючість ґрунту, збільшувати обсяг доступних продуктів і кормів, вона займає центральне місце у вирішенні білка. Феномен цієї культури полягає в тому, що в

© В. Г. Дідора, І. Ю. Деребон, Л. Д. Саврасих

*Науковий керівник – д. с.-г. н., професор С. І. Веремеєнко

7. Проценко В. І. Шляхи підвищення урожайності ріпаку озимого в північно-східному Лісостепу України / В. І. Проценко, В. А. Тютюнник, А. В. Мельник // Вісн. Сумського нац. аграр. ун-ту. Сер. Агрономія і біологія. – 2014. – Вип. 3 (27). – С. 175–178.

8. Пилук Я. Э. Особенности возделывания озимого рапса / Я. Э. Пилук, В. М. Белявский // Современные технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси. – Мн. : ИВЦ Минфина, 2005. – С. 134–146.

9. Гайдаш В. Д. Ріпак – потенціальне джерело олії та кормів / В. Д. Гайдаш // Пропозиція. – 1995. – № 7. – С. 11–14.

УДК 635.655:631.8 (977.41/.42/.82)

В. Г. Дідора

д. с.-г. н.

І. Ю. Деребон

к. с.-г. н.

Л. Д. Саврасих

аспірант*

Житомирський національний агроекологічний університет

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ІНОКУЛЯЦІЇ ТА УДОБРЕННЯ В УМОВАХ УКРАЇНСЬКОГО ПОЛІССЯ

Наведені результати багаторічних досліджень з технології переробки, визначено вміст та збір білка і жиру, установлена урожайність сої залежно від інокуляції насіння, мінеральних добрив та позакореневого підживлення комплексними добривами на хелатній основі в умовах Українського Полісся.

На ясно-сірих, середньо-забезпечених, слобокислих ґрунтах, на фоні внесення мінеральних добрив $N_{60} P_{60} K_{60}$, з висівом інокульованого насіння та проведення позакореневого підживлення комплексними добривами на хелатній основі, скоростиглі сорти сої з довжиною вегетаційного періоду 85–95 днів забезпечують отримання урожайності зерна – 3,14 т/га, збір білка – 1100 кг та жиру – біля 600 кг.

Ключові слова: соя, переробка, білок, жир, урожайність, інокуляція, підживлення.

Постановка проблеми

За своїм біохімічним складом соя є унікальною, провідною білково-олійною культурою світового землеробства. Питома вага сої в структурі світового виробництва олійних культур становить 58% [1].

За темпами росту і обсягів виробництва соя не має собі рівних. Соя здатна швидко підвищувати культуру землеробства, відроджувати і поліпшувати родючість ґрунту, збільшувати обсяг доступних продуктів і кормів, вона займає центральне місце у вирішенні білка. Феномен цієї культури полягає в тому, що в

© В. Г. Дідора, І. Ю. Деребон, Л. Д. Саврасих

*Науковий керівник – д. с.-г. н., професор С. І. Веремеєнко

неї за вегетаційний період синтезується два врожаї – білка і жиру – та майже всі органічні речовини, які є в рослинному світі. Соеве зерно і продукти його переробки вже давно використовуються у великих і розвинutih країнах для вирішення ключової проблеми білка і поновлювання продовольчих ресурсів. Соя забезпечує понад 1,2 тонни білка з 1 га, добре засвоюється організмом і розчинюється у воді [2].

В Інституті кормів сільського господарства Поділля НААН науково обґрунтовано «соевий пояс» України, де виділені зони стійкого виробництва сої на незрошувальних землях і зону гарантованого виробництва [3, 4]. З огляду на перспективи розвитку сою можна вирощувати на досить великій території правобережного і лівобережного Лісостепу, тобто у «соевому поясі країни», до якого входять 8 областей лісостепової зони та дві Степу, де наразі вирощується 79% сої і, лише біля 10% припадає на південне і центральне Полісся.

Розміщення площ посіву сої є перспективним фактором і завдяки плідній праці селекціонерів, 9 селекційних установ України створили сорти з рівнем продуктивності 4–5 т/га, ультрastiглі сорти з вегетаційним періодом – 85 днів, холодостійкі та з покращеними показниками якості насіння: вміст білка 43 %, жиру біля 24 %, пониженим вмістом інгібіторів трипси та з низькою уреазовою активністю.

Таким чином, територіальна трансформація «соевого поясу» означатиме новий етап у виробництві культури сої, сприятиме раціональному використанню гідротермічних ресурсів регіону, збільшенню валового виробництва насіння сої, біологізації землеробства, одержанню високоякісної, екологічно безпечної продукції.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

У результаті всебічного агроекологічного обґрунтування ролі сої у вирішенні проблеми рослинного білка в Україні науковці Житомирського національного агроекологічного університету вважають, що перспективи подальших досліджень полягають у вдосконаленні та розробленні загальних технологій вирощування ультрastiгліх та ранньостиглих сортів сої [5].

Накопичення у насінні сої білка і жиру, за даними різних авторів, залежить від багатьох агротехнічних прийомів [6]. Не останню роль серед них займає сорт. Існують суперечливі дані про вплив строків сівби і норм висіву на вміст в насінні сої білка і жиру. Одні вчені свідчать, що вони впливають на хімічний склад насіння [7, 8], інші вважають, що вміст білка і жиру не залежать від строків сівби і норм висіву [9].

Головатюк Є. О. дійшов висновку, що доза азотних добрив 30 кг/га, сприяла істинному підвищенню умісту білків, жирів і сахарози. Азотне живлення вище за 120 кг/га є неефективним і недоцільним на дерново-опідзоленому ґрунті [10].

Запасні білки утворюються з амінокислот та амідів, які надходять з листків та сутулок бобів. Починаючи з фази цвітіння, у цих органах посилюються гідролітичні процеси і починається відтік утворених продуктів розпаду в репродуктивні органи. Значна кількість амінокислот та амідів потрапляє у дозріваюче насіння з коренів, де атмосферний азот симбіотичною фіксацією зв'язується і відновлюється до амонійної форми. Тому за високих доз азотних добрив, які негативно впливають на метаболізм рослин, спостерігається пригнічення синтезу білків, зокрема леггумоглобін, фракція яких найбільшою кількістю представлена в стиглому насінні сої за нормальних умов [6, 11].

З метою агроекологічного обґрунтування технології вирощування сої в умовах Полісся України, особливо важливо з'ясувати дію фіксованого азоту повітря, позакореневого підживлення комплексними добривами на хелатній основі та мінеральних добрив на продуктивність та біохімічний склад насіння.

Мета, завдання та методика досліджень

Об'єктом дослідження була соя (*Glycine max* (L.) Merr.) ультрараннього сорту Устя. Польові дослідження проводили на дослідному полі Житомирського національного агроекологічного університету, с. В. Горбаша Черняхівського району Житомирської області упродовж 2012–2016 рр. Ґрунт дослідних ділянок – ясно-сірий, уміст гумусу – 1,9%, азоту – 61,6, фосфору – 160, калію – 6,5 мг/кг, pH – 5,9.

Календарно-температурний строк посіву – I декада травня, норма висіву – 800 тис. шт/га, спосіб сівби – звичайний рядковий.

Дози внесення мінеральних добрив становили $N_{60}P_{60}K_{60}$ кг/га, інокуляцію насіння проводили інокулянтном Оптімйз – 2,8 л/т насіння, позакореневе підживлення проводили комплексним добривом – Кристалон оранжевий на хелатній основі. Загальний уміст білків визначали за методом К'ельдаля, сирого жиру – на апараті Сокслета.

Результати досліджень

За роки проведення досліджень погодні умови в основному відповідали біохімічним особливостям росту і розвитку ранньостиглих сортів сої, і лише вегетаційний період 2015 р., за показниками гідротермічного коефіцієнта був посушливим. За сумою активних температур і вологозабезпеченістю, у червні і першій декаді липня, гідротермічний коефіцієнт коливався в межах 0,55-0,56 і характеризувався дуже посушливими умовами. У рослин сої спостерігалось осипання квіток, слабке формування бічних пагонів, утворення бобів коливалось в межах 4,9–14,6 шт. на рослині, висота стебlistою і формування бульбочок – пригнічені. Урожайність сої на контрольному варіанті становила 0,71 т/га, що на 1,02 тонни менше порівняно із середньою урожайністю за 2012–2016 роки (табл. 1).

Таблиця 1. Урожайність сої залежно від інокуляції насіння та удобрення

Варіанти	Урожайність, т/га					Середнє за роки	Уміст, %		Вихід, кг/га	
	2012	2013	2014	2015	2016		білка	жиру	білка	жиру
1. Контроль	2,1	1,8	1,4	0,71	2,65	1,73	28,1	20,7	607	306
2. Інокуляція	2,4	2,3	1,8	0,78	3,00	2,06	33,9	22,2	636	416
3. Позакореневе підживлення	2,2	2,1	1,7	1,00	2,80	1,96	28,6	21,9	521	390
4. I + ПП	3,1	2,8	2,2	1,12	3,33	2,5	38,1	22,2	902	505
5. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2,9	2,6	2,1	1,40	3,60	2,52	33,1	22,4	781	514
6. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + I	3,5	2,8	2,2	1,50	3,80	2,76	38,6	24,7	1010	626
7. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ПП	3,1	2,6	2,1	1,66	4,10	2,71	37,8	24,4	970	607
8. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + I.ПП	3,5	3,3	2,6	1,80	4,50	3,14	38,9	24,9	1159	719
9. НiP ₀₅	0,17	0,1	0,14	0,11	0,34	0,31	-	-	-	-

Оброблення насіння сої інокулянтном Оптімайз у дозі 2,8 кг/т, за рахунок розвитку бульбочкових бактерій і фіксації атмосферного азоту у кількості 37,5 кг/га, сприяло приросту урожайності насіння на 0,33 кг/га порівняно з контрольним варіантом. Позакореневе підживлення комплексним добривом на хелатній основі Кристалон оранжевий з нормою 2,0 кг/га проводили у фазу налива бобів, за урожайності поступається інокуляції на 0,10 т/га, проте проведення позакореневого підживлення на фоні інокульованого насіння сприяє додатковому використанню азоту 4,2 кг/га і сприяє підвищенню урожайності на 0,44 т/га. На фоні внесення рекомендованої дози добрив N₆₀P₆₀K₆₀ урожайність насіння сої збільшується на 0,79 т/га порівняно з контролем та 0,46–0,36 відносно інокуляції та позакореневого підживлення. Високий і достовірний урожай насіння сої на ясно-сірих ґрунтах Полісся забезпечує управління процесом росту і розвитку за рахунок додаткового використання азоту повітря (інокуляція), позакореневого підживлення і внесення мінеральних добрив у нормі N₆₀P₆₀K₆₀, який становить 3,14 т/га.

Установлена можливість високого збору білка і жиру ранньостиглих сортів залежно від варіантів досліджень. Збір білка за внесення мінеральних добрив (рис. 1) у дозі N₆₀P₆₀K₆₀, проведення інокуляції насіння та позакореневого підживлення становить 1159 кг/га, тобто збільшується майже удвічі порівняно з контролем, високі показники приросту урожаю отримано і на варіанті із застосуванням інокуляції на фоні внесення мінеральних добрив у дозі N₆₀P₆₀K₆₀ і становлять 28,8% по відношенню до мінерального фону.

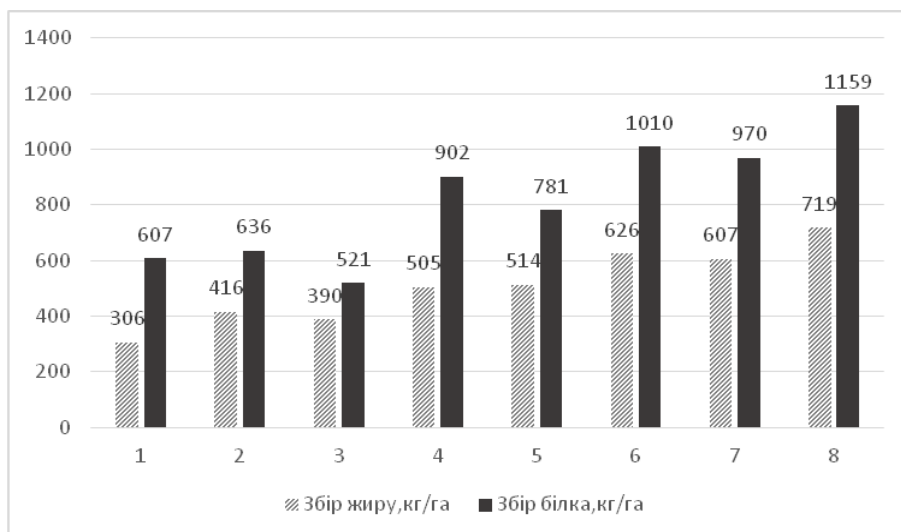


Рис. 1. Технологічні показники якості сої залежно від удобрення та інокуляції

1 – контроль; 2 – інокуляція; 3 – позакореневе підживлення; 4 – I + ПП; 5 – $N_{60}P_{60}K_{60}$; 6 – $N_{60}P_{60}K_{60}$ + I; 7 – $N_{60}P_{60}K_{60}$ + ПП; 8 – $N_{60}P_{60}K_{60}$ + I + ПП.

Інокуляція насіння сприяє утворенню бобово-ризобіального симбіозу на кореневій системі, у зв'язку з чим рослини використовують меншу кількість поживних речовин з ґрунту і мінеральних добрив, окрім того, до фази цвітіння і утворення бобів соя споживає майже 70% елементів живлення і тому в цей міжфазний період проведення позакореневого підживлення розчинними комплексними добривами рослина отримує додаткове живлення комплексом макро- і мікроелементів для наливу зерна. В результаті наших досліджень валовий збір білка становить 902 кг/га.

Як доводять деякі вчені [11], за проведення аналізу запасних білків насіння сої сорту Устя визначено 17 характерних компонентів. Так, при дозах добрив 30, 90 і 120 кг/га збільшується ідентифіковані кислі леггумоглобіни майже утричі.

Нами визначено позитивний вплив інокуляції насіння, позакореневого підживлення і внесення мінеральних добрив на збір жирів (рис. 1). За внесення доз добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$, вихід жирів збільшився удвічі і становив 626 кг/га та найбільший збір жирів отримано на варіанті активної дії бобово-ризобіального симбіозу впродовж вегетаційного періоду за рахунок інокуляції насіння, позакореневого підживлення на фоні внесення мінеральних добрив у дозах $N_{60}P_{60}K_{60}$, який становив 719 кг/га і збільшився по відношенню до контролю у 2,3 раза, і на 40% порівняно з внесенням мінеральних добрив.

Висновки та перспективи подальших досліджень

В Українському Поліссі, на середньозабезпечених елементами живлення, ясно-сірих слабкокислих ґрунтах, за технології вирощування ранньостиглих сортів сої, необхідно застосовувати обробку насіння інокулянтом Оптімайз з наступним позакореневим підживленням комплексними добривами на хелатній основі. Приріст врожаю зерна сої становить 1,41 т/га, біологічна фіксація азоту повітря коливається в межах 90 кг/га, збір урожаю білка становить 1100 кг та жиру – > 600 кг/га.

Перспективи подальших досліджень: вивчення адаптованості та пластичності сортів сої до абіотичних факторів умов Полісся та удосконалення технологій вирощування, що забезпечують високу продуктивність та технологічну якість продукції.

Література

1. Бабич А. О. Сучасне виробництво і використання сої : монографія / А. О. Бабич. — К., 1993. — 428 с.
2. Бабич А. О. Рослинний білок і соєвий пояс України / А. О. Бабич, В. Ф. Петриченко // Вісн. аграр.науки. – 1992. – № 7. – С. 3–7.
3. Технологічний процес вирощування сої ультраранніх та ранньостиглих сортів з міжряддями 15 см при використанні нових технічних засобів : рекомендації / О. П. Чоловашич, М. П. Білоткач, А. С. Півень [та ін.]. – К., 2007. – 20 с.
4. Технологія виробництва сої на зрошуваних землях України : рекомендації / С. І. Мельник, М. М. Гаврилюк, В. Н. Тимченко [та ін.]. – К., 2007. – 15 с.
5. Мойсієнко В. В. Агроекономічне обґрунтування ролі сої у вирішенні проблеми рослинного білка в Україні / В. В. Мойсієнко, В. Г. Дідора // Вісн. ЖНАЕУ. – 2010. – № 1. – С. 153–166.
6. Уманський О. М. Розробка і обґрунтування елементів технології вирощування сої в рисовій сівозміні (для умов Краснознам'янської зрошувальної системи) : дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.09 «Рослинництво» / О. М. Уманський. – Херсон, 2007. – 169 с.
7. Касымов Д. К. Агротехника сои в Таджикистане / Д. К. Касымов // Масличные культуры. – 1986. – № 6. – С. 20–21.
8. Примак І. Д. Енергозберігаючі технології вирощування кормових культур / І. Д. Примак, О. С. Кузьменко. – К. : Урожай, 1990. – С. 112–117.
9. Оллоеров Р. Агротехника и урожай / Р. Оллоеров, Д. Ерматова // Технические культуры. – 1990. – № 2. – С. 18.

10. Научная библиотека диссертаций и авторефератов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: disserCat <http://www.dissercat.com/content/osobennosti-agrotekhniki-soi-na-oroshaemykh-chernozemakh-rostovskoi-oblasti#ixzz4YqxJLzх2>

11. Продуктивність і якість насіння сої за різних умов азотного живлення / Є. О. Головатюк, О. В. Ситар, Н. Ю. Таран, С. М. Каленська // Вісн. аграр. науки. – 2008. – № 1. – С. 17–20.

УДК 633.11:631.31

В. П. Кирилюк

К. С.-Г. Н.

Хмельницька державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН

УРОЖАЙНІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СИСТЕМ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА УДОБРЕННЯ

Представлено результати досліджень щодо впливу тривалого застосування систем основного обробітку ґрунту, мінерального та органо-мінерального удобрення на урожайність та якісні показники зерна пшениці озимої.

Відмічено, що на фоні органо-мінерального удобрення (із залишенням у полі соломи попередника та додаванням мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{30}K_{30}$) найвищу урожайність пшениці озимої (5,56 т/га) забезпечила полицева система основного обробітку ґрунту. На фоні мінерального удобрення у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ найвищу урожайність пшениці (також 5,56 т/га) отримали за плоскорізної системи основного обробітку.

Встановлено, що застосування мінерального удобрення нітроамофоскою в дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ під пшеницю озиму порівняно із органо-мінеральним, де на фоні залишення соломи попередника застосовували мінеральні добрива в дозі $N_{30}P_{30}K_{30}$, економічно невигідне.

Вищі якісні показники зерна пшениці озимої отримано на фоні мінерального удобрення. На обох фонах удобрення за показниками якості продукції переважали полицеві системи основного обробітку, і, в цілому, за систем з вищою урожайністю, відмічається покращення якості зерна.

Ключові слова: пшениця озима, урожайність, обробіток, ґрунт.

Постановка проблеми

Виробництво зерна традиційно посідає одне з пріоритетних місць серед основних галузей сільського господарства України, що зумовлюється наявністю сприятливих ґрунтово-кліматичних умов для його розвитку, високою калорійністю хліба та незамінним його значенням у харчуванні, населення. Одночасно зернове господарство є важливим потужним джерелом відновлення природної родючості ґрунту [6]. Однак, зростання врожайності лімітується наявними ресурсами (уже досягнуто коефіцієнта врожайності 0,5–0,8), а внесення великих доз добрив, застосування пестицидів, засобів механізації

10. Научная библиотека диссертаций и авторефератов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: disserCat <http://www.dissercat.com/content/osobennosti-agrotekhniki-soi-na-oroshaemykh-chnozemakh-rostovskoi-oblasti#ixzz4YqxJLz2>

11. Продуктивність і якість насіння сої за різних умов азотного живлення / Є. О. Головатюк, О. В. Ситар, Н. Ю. Таран, С. М. Каленська // Вісн. аграр. науки. – 2008. – № 1. – С. 17–20.

УДК 633.11:631.31

В. П. Кирилюк

К. С.-Г. Н.

Хмельницька державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН

УРОЖАЙНІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СИСТЕМ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА УДОБРЕННЯ

Представлено результати досліджень щодо впливу тривалого застосування систем основного обробітку ґрунту, мінерального та органо-мінерального удобрення на урожайність та якісні показники зерна пшениці озимої.

Відмічено, що на фоні органо-мінерального удобрення (із залишенням у полі соломи попередника та додаванням мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{30}K_{30}$) найвищу урожайність пшениці озимої (5,56 т/га) забезпечила полицева система основного обробітку ґрунту. На фоні мінерального удобрення у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ найвищу урожайність пшениці (також 5,56 т/га) отримали за плоскорізної системи основного обробітку.

Встановлено, що застосування мінерального удобрення нітроамофоскою в дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ під пшеницю озиму порівняно із органо-мінеральним, де на фоні залишення соломи попередника застосовували мінеральні добрива в дозі $N_{30}P_{30}K_{30}$, економічно невигідне.

Вищі якісні показники зерна пшениці озимої отримано на фоні мінерального удобрення. На обох фонах удобрення за показниками якості продукції переважали полицеві системи основного обробітку, і, в цілому, за систем з вищою урожайністю, відмічається покращення якості зерна.

Ключові слова: пшениця озима, урожайність, обробіток, ґрунт.

Постановка проблеми

Виробництво зерна традиційно посідає одне з пріоритетних місць серед основних галузей сільського господарства України, що зумовлюється наявністю сприятливих ґрунтово-кліматичних умов для його розвитку, високою калорійністю хліба та незамінним його значенням у харчуванні, населення. Одночасно зернове господарство є важливим потужним джерелом відновлення природної родючості ґрунту [6]. Однак, зростання врожайності лімітується наявними ресурсами (уже досягнуто коефіцієнта врожайності 0,5–0,8), а внесення великих доз добрив, застосування пестицидів, засобів механізації

призводить до значних витрат коштів на одиницю додаткової продукції [5]. Через високу залежність продуктивності ріллі від техногенних чинників відбуватимуться подальше забруднення та руйнація довкілля, зниження родючості ґрунтів, погіршення якості та безпечності врожаю, зниження екологічної стійкості агросфери [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Деякі вчені переконані, що запорукою одержання кондиційних урожаїв є не відмова від застосування мінеральних добрив, а оптимальне мінеральне живлення рослин [3]. Слід зазначити, що виробництво безпечних продуктів харчування визнано ФАО пріоритетним напрямом сучасного сільського господарства [4]. Але сучасні технології зазнали суттєвих змін: замість оранки повсюди проводиться розпушення ґрунту переважно дисковими знаряддями, загальновідомою є проблема соломи, але немає чіткої відповіді щодо ефекту від її тривалого застосування як удобрення, основне добриво – мінеральне, сортовий склад стрімко змінюється. За обставин, що склалися, важливим є дослідити вплив принципово різних систем основного обробітку ґрунту у сівозміні та удобрення побічною продукцією попередника та мінерального на продуктивність пшениці озимої. Дослідити ці питання особливо важливо за сучасних кліматичних змін.

Мета, завдання та методика досліджень

Мета досліджень – виявлення впливу систем основного обробітку ґрунту та удобрення на урожайність пшениці озимої.

На Хмельницькій державній сільськогосподарській дослідній станції впродовж 2009–2016 років у стаціонарному досліді вивчали вплив принципово різних систем основного обробітку ґрунту та традиційної і нової систем удобрення на кількісні і якісні показники продуктивності сільськогосподарських культур. Дослідження проводили в 4-пільній сівозміні з таким чергуванням культур: соя, ячмінь ярий, гірчиця біла, пшениця озима. Агротехніка вирощування культур – загальноприйнята для зони за виключенням основного обробітку ґрунту та удобрення. Схема обробітку включала:

Система основного обробітку ґрунту в сівозміні	Спосіб та глибина обробітку під пшеницю, см	Знаряддя
Полицева	Оранка – 20–22	ПЛН-3-35
Плоскорізна	Плоскорізний – 25–27	КПГ-2-150
Чизельна	Чизельний – 25–27	ПЧ-2,5+ПСТ-2,5
Поверхнева дискова	Дисковий – 10–12	БДТ-7
Мінімальна	Дисковий – 6–8	БДТ-7

Дози добрив під пшеницю були такими: за традиційної системи удобрення (фон 1) – $N_{60}P_{60}K_{60} + N_{30}$ (підживлення); за нової системи удобрення (фон 2) – солома гірчиці білої + $N_{10/т}$ соломи + $N_{30}P_{30}K_{30} + N_{30}$ (підживлення).

Грунт – чорнозем опідзолений, середньосуглинковий. Вміст гумусу – 2,62–3,12%, загального азоту – 0,150–0,163%, рухомих фосфатів – 12,5–19,61 і калію – 6,5–7,2 мг на 100 г ґрунту, рН (сольове) – 6,0–6,5.

Розміщення ділянок – систематичне. Облікова площа ділянок – 40 м², повторність досліду – чотириразова.

Дослідження проводили за загальноприйнятими методиками [1]. Агromетeоролoгiчнi умoви хaрaктеризувaлись iстoтним вiдхилeнням вiд середньо-багаторічних показників як за кількістю опадів, температурним режимом, так і їх розподілом у період вегетації з тенденцією у бік зростання як кількості опадів, так і температур, але в цілому вплив досліджуваних факторів спостерігався стабільно.

Результати досліджень

У середньому за роки досліджень на фоні традиційного удобрення (фон 1) найвищу урожайність пшениці озимої (5,56 т/га) отримали за плоскорізної системи, що вище до контролю (полицевої системи) на 0,12 т/га (або 2%), (табл. 1). За чизельної системи отримали 5,18 т/га, за поверхневої – 5,05 т/га, за мінімальної – найнижчу – 4,78 т/га, що склало зниження до контролю на 5, 7 та 12%, відповідно.

Таблиця 1. Вплив систем основного обробітку ґрунту та удобрення на урожайність пшениці озимої, т/га, 2009–2016 рр.

Системи обробітку	Роки												
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2013	Середня	± до контролю		± до фону 1	
										т/га	%	т/га	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Мінеральне удобрення													
Полицева	4,99	5,26	6,22	4,26	4,41	5,27	5,83	7,31	5,44	–	–	–	–
Плоскорізна	5,69	5,30	5,83	5,53	4,92	5,15	5,45	6,63	5,56	0,12	2	–	–
Чизельна	4,06	4,32	6,25	5,59	4,97	4,81	5,86	5,55	5,18	-0,26	-5	–	–
Поверхнева	3,98	4,98	6,06	5,29	3,86	4,44	6,68	5,09	5,05	-0,39	-7	–	–
Мінімальна	3,82	4,12	5,65	5,37	3,75	4,65	5,51	5,37	4,78	-0,66	-12	–	–
Органо-мінеральне удобрення													
Полицева	4,78	5,56	5,95	4,56	5,04	6,22	6,81	7,82	5,56	–	–	0,12	2
Плоскорізна	4,96	5,64	5,41	3,25	5,65	6,89	6,52	6,57	5,47	-0,09	-2	-0,09	-2
Чизельна	3,82	5,32	5,64	4,85	4,72	5,56	6,57	4,98	5,21	-0,35	-6	0,03	0,6
Поверхнева	3,45	5,00	5,28	4,41	4,70	5,10	6,67	5,33	4,94	-0,62	-11	0,11	2
Мінімальна	3,33	4,12	5,22	4,56	3,93	5,52	7,25	5,45	4,84	-0,72	-13	0,06	1

Закінчення таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
НІР 05 обробітку	0,01	0,02	0,01	0,07	0,06	0,03	0,04	0,04					
НІР 05 удобрення	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,03	0,02	0,02					
НІР 05 взаємодії	0,02	0,01	0,02	0,11	0,04	0,04	0,04	0,02					

За нового удобрення (із соломою), (фон 2) найвищу урожайність (5,56 т/га) отримали за полицевої системи. За усіх інших систем – зниження урожайності на 2, 6, 11 та 13%, відповідно.

У цілому, при удобренні соломою, порівняно до мінерального, за полицевої, чизельної та поверхневої систем виявлено незначне підвищення урожайності: на 2, 0,6 та 2%, відповідно. За плоскорізної та мінімальної – зниження на 2 та 1%.

Зваживши на те, що показники урожайності залежно від систем удобрення були досить близькими, ми провели невеликий економічний аналіз (табл. 2). У результаті виявлено, що вищою рентабельність виробництва пшениці озимої була за нової системи удобрення із найвищим показником (224%) за полицевої системи основного обробітку ґрунту, близькою до цього за плоскорізної (201%), дещо меншою за мінімальної (182%) та поверхневої (160%) та найменшим значенням (152%) за чизельної. За традиційної системи удобрення рентабельність виявилася нижчою на 78, 58, 45, 68 та 61%, відповідно. Причина цього – високі ціни на мінеральні добрива. Таким чином, застосування традиційного удобрення нітроамофоскою в дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ під пшеницю озиму порівняно із новим, де на фоні залишення соломи застосовували $N_{30}P_{30}K_{30}$, економічно невигідне.

Таблиця 2. Вплив систем основного обробітку ґрунту та удобрення на основні економічні показники виробництва пшениці озимої, середнє за 2009–2016 рр.

Система обробітку	Показники					
	виробничі витрати, грн/ га		умовно чистий прибуток, грн/ га		рентабельність, %	
	фон 1	фон 2	фон 1	фон 2	фон 1	фон 2
Поліцева	5962	4706	8713	10559	146	224
Плоскорізна	5836	4616	8305	9295	143	201
Чизельна	5870	4651	6267	7070	107	152
Поверхнева	5756	4539	6211	7250	92	160
Мінімальна	6421	5088	7791	9271	121	182

Примітка: Фон-1 – традиційне удобрення, Фон 2 – удобрення соломою.

Хоча урожайність сільськогосподарських культур характеризує ефективність технології вирощування і зумовлює економічну доцільність виробництва, на останнє значний вплив мають і показники якості продукції.

Донедавна вважалося, що основний обробіток не впливає на якість продукції (зерна). Очевидно, основною причиною такої ситуації було утвердження і посилення в наукових публікаціях на так звані НІРи, завдяки яким у результаті математичних підрахунків вплив обробітку виявився неістотним. Редакції вагомих наукових видань навіть не публікували статті на такі теми. Навіщо, адже вплив неістотний, значить його немає. В останні роки все більше з'являється публікацій про вплив основного обробітку ґрунту на якість продукції.

Одним із найбільш поширених показників технологічних властивостей зерна є натурна маса. На величину натури впливають домішки, стан поверхні зерна, його форма, розміри, щільність, вологість, плівчастість, спілість, виповненість, маса 1000, вирівняність.

У наших дослідження на фоні традиційного удобрення натурна маса зерна пшениці виявилася вищою до фону із удобренням соломною на 12–19 грамів (табл. 3). Між варіантами систем обробітків на фоні традиційного удобрення максимальна різниця у натурній масі складала 21 г з найвищим показником (744 г) за полицевої системи та найнижчим (723 г) за мінімальної.

Таблиця 3. Вплив систем основного обробітку ґрунту та удобрення на якість зерна пшениці озимої, середнє за 2009–2016 рр.

Системи обробітку	Натурна маса, г/л	Маса 1000, г	Склоподібність, %	Вміст клейковини, %
Традиційна система удобрення (фон 1)				
Полицева	744	47,6	33,8	22,5
Плоскорізна	736	46,7	36,3	22,1
Чизельна	735	48,5	29,3	20,7
Поверхнева	733	45,2	31,9	21,3
Мінімальна	723	44,3	32,2	21,8
Нова система удобрення (фон 2)				
Полицева	725	46,7	33,6	21,6
Плоскорізна	724	45,9	36,2	21,3
Чизельна	706	44,7	23,1	19,1
Поверхнева	700	44,5	24,5	20,9
Мінімальна	697	43,9	28,7	21,1

Маса 1000 зерен на фоні традиційного удобрення виявилася найвищою (48,5 г) за чизельної системи, найнижчою (44,3 г) – за мінімальної. На фоні нової системи удобрення маса 1000 була найвищою (46,7 г) за полицевої системи, найнижчою (43,9 г) – за мінімальної. У цілому, за нової системи удобрення, маса

1000 зерен пшениці озимої виявилася нижчою до фону із мінеральним удобренням на 0,4–3,8 г. За обох систем удобрення залежно від систем основного обробітку відмічено зниження маси тисячі зі зниженням урожайності культури.

На фоні традиційного удобрення найвищий процент скловидних зерен (36,3) виявлено за плоскорізної системи, найнижчий (29,3) – за чизельної. На фоні нової системи удобрення також найвищим процент склоподібних зерен (36,2) був за плоскорізної системи, найнижчим (23,1) – за чизельної. Процент склоподібних зерен за нової системи удобрення виявився вищим до традиційного удобрення на 0,1 (за плоскорізної системи) – 7,4 (за поверхневої системи). Тенденція розподілу кількості склоподібних зерен залежно від систем основного обробітку зберігалася на обох фонах удобрення.

У наших дослідженнях на фоні традиційного удобрення найменший вміст клейковини (20,7%) виявлено за чизельної системи обробітку, найвищий (22,5%) – за полицевої. На фоні нової системи удобрення також найменший (19,1%) вміст клейковини виявлено за чизельної системи, найвищий (21,6%) – за полицевої. Тенденція розподілу вмісту клейковини залежно від систем основного обробітку на обох фонах зберігалася з дещо вищим процентом (на 0,7–1,6) за традиційного удобрення.

Отже, кращими якісними показниками зерна пшениці озимої були за мінерального удобрення, а стосовно основного обробітку ґрунту – за систем із найвищою урожайністю та збереженням тенденції розподілу якісних показників по обох фонах удобрення.

Висновки та перспективи подальших досліджень

На фоні традиційного (мінерального) удобрення у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ найвищу урожайність пшениці озимої 5,56 т/га отримали за плоскорізної системи основного обробітку ґрунту.

На фоні нового удобрення (із залишенням у полі соломи попередника та додаванням $N_{30}P_{30}K_{30}$) найвищу урожайність пшениці 5,56 т/га забезпечила полицева система основного обробітку.

Застосування традиційного удобрення нітроамофоскою в дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ під пшеницю озиму порівняно із новим, де на фоні залишення соломи застосовували $N_{30}P_{30}K_{30}$, є економічно невигідним.

Найвищі якісні показники зерна пшениці озимої отримано на фоні мінерального удобрення та на обох фонах за полицевого обробітку. Застосування соломи як удобрення вимагає подальшого детального вивчення.

Література

1. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М. : Колос, 1979. – 416 с.
2. Кисіль В. І. Агрохімічні аспекти екологізації землеробства / В. І. Кисіль. – Харків, 2005. – 167 с.

3. Давайте врешті неупереджено оцінимо якість зерна озимої пшениці цьогорічного врожаю / О. Рибалка, М. Литвиненко, М. Червоніс, І. Топораш // *Зерно і хліб*. – 2007. – № 4. – С. 3–7.

4. Соколов М. С. Возможности получения экологически безопасной продукции растениеводства в условиях загрязнения агроосферы / М. С. Соколов // *Агрохимия*. – 1995. – № 6. – С. 107–125.

5. Танчик С. П. Ефективність систем землеробства в Україні / С. П. Танчик // *Вісн. аграр. науки*. – 2009. – № 12. – С. 5–11.

6. Шебаніна О. В. Розвиток виробництва зерна і його значення у забезпеченні продовольчої безпеки України / О. В. Шебаніна, Т. В. Демченко // *Економіка АПК*. – 2008. – № 12. – С. 9–12.

УДК 632:631.11:631.559

В. П. Ткачук

к. с.-г. н.

В. В. Сторожук

к. с.-г. н.

Інститут сільського господарства Полісся НААН

Т. М. Тимошук

к. с.-г. н.

Житомирський національний агроекологічний університет

ЗАБУР'ЯНЕНІСТЬ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ АГРОФІТОЦЕНОЗУ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СТРОКІВ СІВБИ І НОРМ ВИСІВУ

Наведено особливості розвитку пшениці озимої в осінній період залежно від строків сівби і норм висіву насіння в умовах Полісся. Встановлено, що рослини більш пізніх строків (10 жовтня) від першого строку сівби (10 вересня) щодня отримували на 11,7 °С менше тепла. Досліджено, що маса надземної і підземної частин 100 рослин пшениці озимої після припинення осінньої вегетації за оптимальних строків сівби (10 і 20 вересня) в 3,7–14,2 та 1,4–6,2 рази, відповідно, більше порівняно з рослинами пізнього строку сівби (10 жовтня).

Сівба пшениці озимої пізніше оптимальних строків (10 жовтня) призводить до підвищення рівня забур'яненості посівів у кінці вегетації в 1,4–2,2 рази, а збільшення норми висіву на 0,5–1,0 млн схожих насінин на один гектар забезпечує зменшення на 3–24 % кількості бур'янів. Найвищу урожайність зерна (3,68–3,72 т/га) пшениці озимої отримано за сівби 10 вересня і норми висіву 5,0 млн схожих насінин на один гектар, що на 37% більше порівняно з сівбою 10 жовтня.

Ключові слова: пшениці озима, бур'яни, конкурентна здатність, строки сівби, норми висіву, урожайність.

Постановка проблеми

Протягом останніх років рівень забур'яненості в сучасних агрофітоценозах різних регіонів України значно зріс. Чисельність бур'янів у десятки разів

3. Давайте врешті неупереджено оцінімо якість зерна озимої пшениці цьогорічного врожаю / О. Рибалка, М. Литвиненко, М. Червоніс, І. Топораш // Зерно і хліб. – 2007. – № 4. – С. 3–7.

4. Соколов М. С. Возможности получения экологически безопасной продукции растениеводства в условиях загрязнения агроосферы / М. С. Соколов // Агрохимия. – 1995. – № 6. – С. 107–125.

5. Танчик С. П. Эффективность систем землеробства в Україні / С. П. Танчик // Вісн. аграр. науки. – 2009. – № 12. – С. 5–11.

6. Шебаніна О. В. Розвиток виробництва зерна і його значення у забезпеченні продовольчої безпеки України / О. В. Шебаніна, Т. В. Демченко // Економіка АПК. – 2008. – № 12. – С. 9–12.

УДК 632:631.11:631.559

В. П. Ткачук

к. с.-г. н.

В. В. Сторожук

к. с.-г. н.

Інститут сільського господарства Полісся НААН

Т. М. Тимошук

к. с.-г. н.

Житомирський національний агроекологічний університет

ЗАБУР'ЯНЕНІСТЬ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ АГРОФІТОЦЕНОЗУ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СТРОКІВ СІВБИ І НОРМ ВИСІВУ

Наведено особливості розвитку пшениці озимої в осінній період залежно від строків сівби і норм висіву насіння в умовах Полісся. Встановлено, що рослини більш пізніх строків (10 жовтня) від першого строку сівби (10 вересня) щодня отримували на 11,7 °С менше тепла. Досліджено, що маса надземної і підземної частин 100 рослин пшениці озимої після припинення осінньої вегетації за оптимальних строків сівби (10 і 20 вересня) в 3,7–14,2 та 1,4–6,2 рази, відповідно, більше порівняно з рослинами пізнього строку сівби (10 жовтня).

Сівба пшениці озимої пізніше оптимальних строків (10 жовтня) призводить до підвищення рівня забур'яненості посівів у кінці вегетації в 1,4–2,2 рази, а збільшення норми висіву на 0,5–1,0 млн схожих насінин на один гектар забезпечує зменшення на 3–24 % кількості бур'янів. Найвищу урожайність зерна (3,68–3,72 т/га) пшениці озимої отримано за сівби 10 вересня і норми висіву 5,0 млн схожих насінин на один гектар, що на 37% більше порівняно з сівбою 10 жовтня.

Ключові слова: пшениці озима, бур'яни, конкурентна здатність, строки сівби, норми висіву, урожайність.

Постановка проблеми

Протягом останніх років рівень забур'яненості в сучасних агрофітоценозах різних регіонів України значно зріс. Чисельність бур'янів у десятки разів

перевищує пороги їх шкідливості. Необроблені ділянки ріллі стають джерелом інтенсивного поширення бур'янів. За даними вибіркового обстеження, 53 % полів в Україні мають високу забур'яненість, 47 – середню [1]. Чистих полів від бур'янів взагалі не зареєстровано. Найбільш забур'янені землі північних районів, які достатньо забезпечуються вологою. Наразі більш як 4/5 площ орних земель в Україні мають різні ступені забур'яненості багаторічними видами бур'янів (осот рожевий, осот жовтий, березка польова, пирій повзучий тощо). Чисельність їх коливається від 0,2–0,5 до 40–100 шт./м². Погіршення такої ситуації пояснюється недостатнім і несвоєчасним виконанням комплексу агротехнічних і профілактичних заходів та значним зменшенням обсягів застосування гербіцидів [2]. Тому проблема контролю сегетальної рослинності в агрофітоценозах є актуальною. Для зміни ситуації необхідні радикальні комплексні заходи з урахуванням економічних, енергетичних, матеріально-технічних і екологічних умов.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Серед елементів інтегрованої системи захисту посівів від бур'янів найважливішу роль відіграє комплекс агротехнічних заходів. Такі заходи впливають на зміну бур'янового компоненту і направлені на запобігання масового розмноження бур'янів, очищення орного шару від їх насіння, підвищення конкурентної спроможності культурних рослин [3]. Вони передбачають вирощування сільськогосподарських культур у сівозміні, застосування диференційованих для конкретних ґрунтово-кліматичних умов способів обробітку, систем удобрення, строків сівби, норм висіву насіння.

Культурні рослини впродовж вегетаційного періоду створюють фітоценотичний вплив на сходи бур'янів і зменшують їх присутність в агрофітоценозах. Можливість культурних рослин протистояти бур'янам неоднакова (еdifікаторний ефект) і залежить від біологічних особливостей культурних рослин та умов їх вирощування [4]. Протибур'янова ефективність агротехнічних і фітоценотичних заходів є вищою у сівозмінах, де вирощуються висококонкурентні культури (зернові колосові культури з підсівом багаторічних трав, багаторічні бобові та злакові трави 1- і 2-го років використання), [5].

Інтенсивність процесів забур'яненості і величина періоду появи сходів бур'янів залежить від наявності потоку енергії ФАР, що доходить до поверхні ґрунту, так як енергетичний (світловий) фактор впливає на формування відносин між рослинами у агрофітоценозах [6]. Тому ефективність фітоценотичних заходів залежить від повноти поглинання агрофітоценозом падаючого потоку енергії ФАР та від видової чутливості рослин бур'янів до енергетичного голодування. Разом з тим, чутливість різних видів бур'янів до дефіциту світлової енергії є головним показником агротехнічних вимог до формування оптичної щільності агрофітоценозів і здатності сільськогосподарських культур

протистояти процесам забур'янення. Наявність достатньої кількості енергії ФАР в екологічних нішах посіву визначає можливість їх успішного заповнення бур'янами [7]. Культурні рослини поглинають світловий потік, що доходить до поверхні ґрунту в польових умовах, і використовують його для потреб власного фотосинтезу. Повнота такого поглинання, у першу чергу, залежить від рівня розвитку листкового апарату рослин культури, його просторового розміщення і проектного покриття ґрунту, особливо на початку періоду вегетації.

Результати досліджень підтверджують можливість створення конкурентоздатних проти бур'янів агрофітоценозів. Оптично щільні посіви, за максимально повного поглинання падаючого потоку енергії ФАР сонця, що пропускають до поверхні ґрунту 1–2 % світла, здатні самі надійно контролювати процеси забур'янення однорічними видами бур'янів упродовж вегетації [8]. Зазначене вказує на те, що дослідження особливостей взаємодії бур'янів з посівами культурних рослин та обґрунтування можливостей раціонального фітоценотичного контролювання бур'янів впродовж вегетаційного періоду є важливим.

Проведений літературний аналіз досліджуваної проблеми дозволив зробити висновок, що сформовані у процесі багатовікової історії розвитку сучасні популяції бур'янів набули властивостей, що допомагають їм протистояти інтенсивному антропогенному впливу. Це вимагає розробки для різних ґрунтово-кліматичних умов сучасних методів та удосконалення існуючих заходів регулювання рівня присутності бур'янів в агрофітоценозах.

Мета, завдання та методика досліджень

У комплексі заходів, що обмежують шкідливу дію бур'янів, важливе значення має вибір строків сівби і норм висіву насіння.

Тому метою досліджень було вивчити специфіку забур'яненості агрофітоценозу пшениці озимої залежно від строків сівби в та норм висіву насіння в умовах Житомирського Полісся.

Об'єктом досліджень є процес формування бур'янової синузії в агроценозі пшениці озимої залежно від строків сівби.

Дослідження проводили протягом 2011–2014 рр. в умовах дослідного поля Інституту сільського господарства Полісся НААН України на дерново-середньопідзолистих супіщаних ґрунтах. Ґрунт дослідної ділянки характеризується такими показниками: гумусу (за Тюрнімом і Кононовою) – 0,9–1,01 %, азоту, що легко гідролізується (за Корнфілдом) – 34,5–37,2 мг/кг ґрунту, рухомих форм фосфору (за Чіріковим) – 69–84 мг/кг ґрунту, обмінного калію (за Чіріковим) – 60–74 мг/кг ґрунту, рНсол – 4,5–5,0.

Досліджували чотири строки сівби – 10 вересня, 20 вересня, 30 вересня, 10 жовтня та три норми висіву – 4,5 млн шт./га схожих зерен, 5,0 млн шт./га схожих зерен, 5,5 млн шт./га схожих зерен.

Технологія вирощування пшениці озимої сорту Артеміда загальноприйнята для зони Полісся. Посівна площа ділянки $20,0 \text{ м} \times 1,6 \text{ м} = 32,0 \text{ м}^2$, облікова $18,0 \text{ м} \times 1,6 \text{ м} = 28,8 \text{ м}^2$. Повторність у досліді триразова.

Обліки забур'яненості проводили на фіксованих облікових майданчиках розміром $0,25 \text{ м}^2$ у фазі сходів та перед збиранням урожаю за загальноприйнятими методиками [9]. Облік урожаю зерна люпину вузьколистого проводили поділяючно шляхом збирання та зважування зерна. Статистичну обробку отриманих експериментальних даних проводили методом дисперсійного аналізу за допомогою прикладних комп'ютерних програм.

Результати досліджень

Стан посівів озимих зернових культур в умовах Житомирського Полісся, значно мірою, визначається погодними умовами, які мали місце впродовж осінньо-зимових періодів 2010–2014 років (табл. 1).

Визначальною характеристикою сприятливості умов для розвитку рослин в осінній період є температурний режим. Саме він зумовлює особливості подальшого протікання вегетаційного періоду озимих культур та їх рівень продуктивності.

Таблиця 1. Умови вегетації рослин пшениці озимої в осінній період залежно від строків сівби, середнє за 2010–2014 рр.

Показник	Строк сівби			
	10 вересня	20 вересня	30 вересня	10 жовтня
Тривалість періоду “сівба-сходи”, днів	10	13	14	15
Запаси вологи у орному шарі ґрунту (0–20 см), мм	47,5	46,1	43,6	39,6
Середньодобова температура повітря за період “сівба-сходи”, °C	14,9	11,0	9,9	7,5
Сума ефективних температур (вище 5 °C) за період “сівба-сходи”, °C	137,6	115,8	115,2	104,9
Температура ґрунту на глибині 5 см за період “сівба-сходи”, °C	16,3	13,4	10,9	7,4
Кількість опадів за період “сівба-сходи”, мм	11,7	16,4	14,5	9,3
Тривалість періоду від сівби до припинення осінньої вегетації, днів	64	54	44	34
Середньодобова температура повітря за період “сівба-припинення вегетації”, °C	9,5	8,4	7,5	5,1
Сума ефективних температур (вище 5 °C) за період “сівба-припинення вегетації”, °C	518,1	379,4	269,1	166,3
Температура ґрунту на глибині 5 см за період “сівба-припинення вегетації”, °C	10,1	8,8	7,8	5,0
Кількість опадів за період “сівба-припинення вегетації”, мм	70,8	62,4	46,3	33,4
Вміст цукрів після припинення вегетації, % на сиру речовину	8,7	8,2	6,9	5,6

У наших дослідженнях період від сівби до сходів рослин першого строку сівби (10 вересня) характеризувався середньодобовою температурою повітря на рівні 14,9 °С. При більш пізніх строках сівби даний показник поступово знижувався – за сівби 20 вересня – на 3,9 °С, 30 вересня – на 5,0 °С, 10 жовтня – на 7,4 °С. Таким чином, градієнт змін температурного показника при зміщенні строків сівби у бік пізніших становив 0,4–0,7 °С на день. Разом із зниженням середньодобових температур змінювалася і загальна теплозабезпеченість осіннього періоду вегетації пшениці озимої, на що вказують значення сум ефективних температур (вище 5°C).

Встановлено, що за сівби 10 жовтня впродовж періоду від сівби до припинення вегетації восени рослини отримали на 351,8 °С менше суми ефективних температур, порівняно із строком 10 вересня, тобто щодня рослини більш пізніх строків від першого строку сівби отримували на 11,7 °С менше тепла. Усе це позначилося на подальшому розвитку рослин пшениці озимої, зокрема на їх морозостійкості. В тісному зв'язку з температурою повітря у період «сівба-сходи» знаходилися також показники тривалості даного періоду та значень температури ґрунту на глибині 5 см.

За достатньої вологості ґрунту температурний чинник є визначальним у тривалості інтервалу від сівби до появи сходів. У наших дослідженнях, за сівби пшениці озимої 10 вересня період від сівби до появи сходів тривав 10 днів. При зміщенні термінів сівби через десятиденний інтервал до 10 жовтня даний показник подовжувався, зростаючи до 13–15 днів, особливо в 2013 році це спостерігалось за сівби від 20 до 30 вересня (18 днів).

За достатньої вологості ґрунту температурний чинник є визначальним у тривалості інтервалу від сівби до появи сходів. У наших дослідженнях за сівби пшениці озимої, 10 вересня період від сівби до появи сходів тривав 10 днів. При зміщенні термінів сівби через десятиденний інтервал до 10 жовтня даний показник подовжувався, зростаючи до 13–15 днів, особливо в 2013 році це спостерігалось за сівби від 20 до 30 вересня (18 днів).

Характеризуючи умови забезпечення рослин пшениці озимої ресурсами вологи впродовж осінніх періодів вегетації за роки проведення досліджень необхідно відмітити, що вони не істотно залежали від строків сівби. Запаси продуктивної вологи в орному шарі ґрунту коливалися у середньому в межах 37,3–44,8 мм і складали 124–149 % від оптимальної вологозабезпеченості (30 мм). Отже, такі запаси вологи в ґрунті були достатніми для проростання насіння.

У середньому за роки проведення досліджень (2010–2014 рр.) рослини пшениці озимої після припинення осінньої вегетації за оптимальних строків сівби (10 і 20 вересня) знаходилися у фазі кушіння, сформували по 3–6 стебел, висота рослин знаходилася в межах 20–23 см, вага надземної частини 100 рослин відповідно становила 281,4 і 72,6 г при кількості листків 16 і 6 шт. на рослину. Рослини більш пізніх строків сівби (з 30 вересня по 10 жовтня) перебували у фазі

сходів. Маса надземної частини 100 рослин знаходилася в межах 20–38 г, а кореневої системи – 27–30 г, що відповідно в 1,9–14,2 і 1,2–6,2 рази менше порівняно з рослинами оптимального строку сівби (табл. 2).

Таблиця 2. Розвиток рослин пшениці озимої в осінній період (припинення вегетації) залежно від строків сівби, середнє за 2010–2014 рр.

Строк сівби	Фаза розвитку	Кількість стебел на одну рослину, шт	Кількість листків на одну рослину, шт	Висота рослин, см	Довжина коріння, см	Маса 100 рослин, г	
						надземна	коріння
5,0 млн шт. схожих насінин на один гектар							
10 вересня	кущіння	5,8	15,7	22,6	12,4	281,4	163,2
20 вересня	кущіння	2,5	6,4	19,7	10,9	72,6	36,0
30 вересня	сходи	1,6	4,1	16,4	9,3	37,9	29,6
10 жовтня	сходи	1,1	2,5	9,8	6,2	19,8	26,5

Слід відзначити, що за роки досліджень рослини озимих культур за першого строку сівби (10 вересня) після припинення вегетації мали найвищі показники росту і розвитку порівняно з наступними строками сівби.

Результати обліків бур'янів засвідчують, що перед входом в зиму пшениці озимої в посівах пізніх строків сівби біомаса бур'янів була в 6,5–9,2 рази меншою, порівняно з посівами першого строку сівби (10 вересня). У той же час, коефіцієнт співвідношення біомаси культурних рослин до біомаси бур'янів був більш ніж у два рази нижчим, ніж на ранніх посівах (рис. 1).

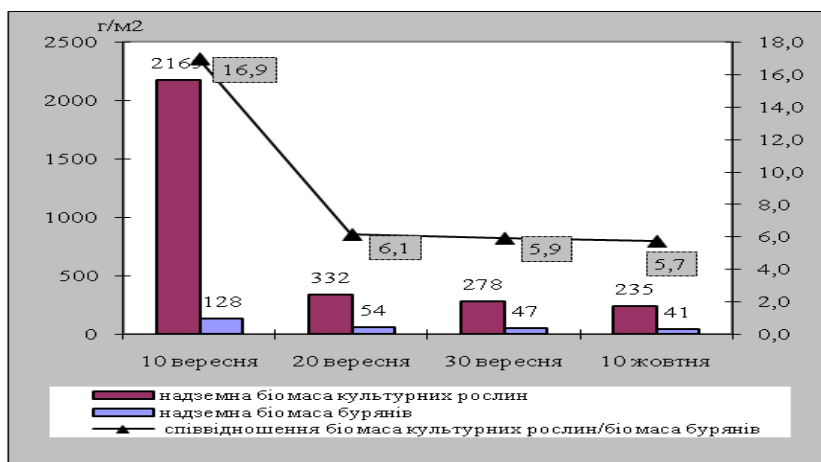


Рис. 1. Вплив строків сівби пшениці озимої на співвідношення біомаси культурних рослин до біомаси бур'янів перед входом в зиму, середнє за 2013–2014 рр.

Слід відмітити той факт, що в 2014 році внаслідок пізнього строку припинення вегетації восени та надраннього відновлення весняної вегетації озимі культури мали більш розтягнуті міжфазні періоди, що, в свою чергу, дало змогу культурним рослинам, а також бур'янам сформувати більш високий врожай біомаси, ніж у минулі роки.

Результати обліків бур'янів підтверджують, що вибір оптимального строку сівби є дієвим заходом регулювання рівня присутності бур'янів в агрофітоценозі пшениці озимої. Після відновлення вегетації навесні за першого строку сівби озимих зернових культур (10 вересня) забур'яненість посівів пшениці була на рівні 243–285. За останнього строку сівби (10 жовтня) кількість бур'янів була на 78–86 % нижчою, порівняно з першим строком сівби. Переважаючими видами бур'янів в агрофітоценозі пшениці озимої були грицики звичайні, фіалка триколірна, триреберник непахучий, волошка синя та метлюг звичайний.

Проте, результати обліку бур'янів перед збиранням врожаю засвідчили іншу залежність. Так, за більш пізніх строків сівби (30 вересня і 10 жовтня) рівень забур'яненості збільшувався відповідно в 1,4–2,2 раза порівняно до першого строку, за рахунок появи великої кількості бур'янів ярих видів, особливо злинки канадської, та озимих весняної популяції. У період досягання пшениці озимої забур'яненість посівів була найвищою (87–112 шт/м²) за останнього строку сівби (10 жовтня), (табл. 3).

Тобто, чим пізніше проведено сівбу озимих культур, тим вони більше забур'янені в кінці вегетації. Отримана закономірність відмічається впродовж літньої вегетації до повної стиглості озимих зернових культур.

Таблиця 3. Забур'яненість посівів пшениці озимої залежно від строків сівби та норм висіву насіння, середнє за 2011–2014 рр.

Норма висіву, млн шт./га	Кількість бур'янів					
	до обробки гербіцидами навесні			перед збиранням врожаю		
	шт./м ²	% від строків	% від норми висіву	шт./м ²	% від строків	% від норми висіву
10 вересня						
4,5	285	–	–	58	–	–
5,0	281	–	-1	52	–	-10
5,5	243	–	-15	49	–	-16
20 вересня						
4,5	236	-17	–	82	41	–
5,0	228	-19	-3	78	50	-5
5,5	211	-13	-11	70	43	-15
30 вересня						
4,5	160	-44	–	94	62	–
5,0	147	-48	-8	88	69	-6
5,5	134	-45	-16	81	65	-14
10 жовтня						
4,5	59	-79	–	112	83	–
5,0	57	-80	-3	95	83	-15
5,5	51	-79	-14	87	78	-22

Збільшення норм висіву насіння пшениці з 4,5 до 5,5 млн схожих насінин на один гектар забезпечило зменшення кількості бур'янів у посівах у кінці вегетації на 3–24 %, що значно послабило їх конкуренцію по відношенню до культурних рослин.

У результаті проведених досліджень встановлено, що строки сівби мають вирішальне значення на формування урожайності зерна пшениці озимої (табл. 4).

Таблиця 4. Урожайність зерна пшениці озимої залежно від строків сівби та норм висіву насіння, т/га

Строк сівби	Норма висіву, млн шт./га	Рік				Середнє за 4 роки	± до встановленого оптимального строку сівби	
		2011	2012	2013	2014		т/га	%
10 вересня	4,5	3,46	3,51	3,98	3,75	3,68	–	–
	5,0	3,35	3,59	3,56	4,37	3,72	–	–
	5,5	2,72	3,48	3,12	3,93	3,31	–	–
20 вересня	4,5	2,39	3,32	3,54	2,96	3,05	-0,63	-17
	5,0	2,37	3,40	4,09	3,04	3,23	-0,49	-13
	5,5	2,25	3,34	3,81	3,35	3,19	-0,12	-4
30 вересня	4,5	1,84	2,86	2,53	3,22	2,61	-1,07	-29
	5,0	1,90	3,09	3,12	3,98	3,02	-0,70	-19
	5,5	1,86	3,13	3,28	3,74	3,00	-0,31	-9
10 жовтня	4,5	1,68	2,48	2,30	2,47	2,23	-1,45	-39
	5,0	1,74	2,64	2,45	2,56	2,35	-1,37	-37
	5,5	1,79	2,71	2,62	2,80	2,48	-0,83	-25
<i>НІР₀₅ для строків сівби</i>		0,13	0,18	0,29	0,32			
<i>НІР₀₅ для норм висіву</i>		0,18	0,06	0,16	0,21			

Результати досліджень свідчать, що на дерново-підзолистому супіщаному ґрунті найвищий рівень реалізації біологічного потенціалу продуктивності пшениці озимої сорту Артеміда (3,31–3,72 т/га) було досягнуто за сівби 10 вересня. Найвищу урожайність зерна (3,72 т/га) пшениці озимої отримано за норми висіву 5,0 млн схожих насінин на один гектар. Залежно від норм висіву насіння урожайність зерна пшениці за останнього строку сівби (10 жовтня) знижувалась на 0,53–0,98 т/га (табл. 4).

При запізненні з сівбою пшениці озимої доцільно збільшувати норму висіву, оскільки це сприяє підвищенню урожайності зерна.

Таким чином, результати досліджень свідчать, що строки сівби і норми висіву є важливими елементами технології вирощування пшениці озимої. Рівень присутності бур'янів в агрофітоценозі пшениці озимої та рівень урожайності культури можна регулювати строками сівби та оптимальними нормами висіву насіння, за рахунок яких ущільнюються посіви.

Важливими вимогами до елементів технології, що розробляються та впроваджуються у виробництво, є зниження собівартості одиниці продукції, зменшення енергетичних витрат і як наслідок – підвищення прибутку.

В середньому за роки проведення досліджень (2011–2014 рр.) за вирощування пшениці озимої сорту Артеміда найвищі економічні показники були отримані за норми висіву 5,0 млн схожих насінин на один гектар за сівби 10 вересня (табл. 5).

При зменшенні норми висіву пшениці до 4,5 млн та збільшенні до 5,5 млн схожих насінин на один гектар умовно чистий прибуток зменшився відповідно на 63 та 1289 грн/га.

Таблиця 5. Економічна ефективність вирощування пшениці озимої залежно від строків сівби та норм висіву насіння, середнє за 2011–2014 рр.

Строк сівби	Норма висіву		Урожайність, т/га	Вартість врожаю, грн	Виробничі витрати на 1 га, грн	Умовно чистий прибуток, грн/га	Собівартість 1 т зерна, грн	Рентабельність, %
	млн шт./га	кг/га						
10 вересня	4,5	185	3,68	11040	5123	5917	1392	115
	5,0	206	3,72	11160	5180	5980	1392	115
	5,5	226	3,31	9930	5239	4691	1583	90
20 вересня	4,5	185	3,05	9150	5067	4083	1661	81
	5,0	206	3,23	9690	5166	4524	1599	88
	5,5	226	3,19	9270	5232	4038	1640	77
30 вересня	4,5	185	2,61	7830	5050	2780	1934	55
	5,0	206	3,02	9060	5132	3928	1699	76
	5,5	226	3,00	9000	5218	3782	1739	72
10 жовтня	4,5	185	2,23	6690	5032	1658	2256	33
	5,0	206	2,35	7050	5115	1935	2176	38
	5,5	226	2,48	7440	5198	2242	2096	43

Своєчасне застосування такого технологічного заходу, як строки сівби дозволило збільшити розмір чистого прибутку в 1,3–5,5 раза залежно від норм висіву за майже однакових витрат коштів. Запізнення з сівбою на 30 днів призводить до підвищення на 784 грн/т собівартості одиниці урожаю, зниження рентабельності (77 %) і умовно чистого прибутку (4045 грн/га).

Висновки та перспективи подальших досліджень

1. За сівби пшениці озимої в більш пізні, ніж оптимальні строки сівби (10 жовтня) рівень забур'яненості агрофітоценозу пшениці озимої у кінці вегетації збільшується в 1,4–2,2 раза та знижує на 25–39 % урожайність зерна пшениці озимої.

2. Збільшення норми висіву на 0,5–1,0 млн схожих насінин на один гектар забезпечує зменшення кількості бур'янів у посівах на 3–24 %, що послаблює їх конкуренцію по відношенню до культурних рослин та підвищує на 5–15 % урожайність зерна пшениці незалежно від строку сівби.

3. Сівба пшениці озимої в оптимальні строки з 10 вересня по 20 вересня з нормою висіву насіння пшениці озимої 5,0 млн. схожих насінин підвищує конкурентоздатність пшениці озимої до бур'янів та урожайність зерна порівняно з пізніми строками.

Подальші дослідження слід зосередити на вивченні ефективності застосування гербіцидів в агрофітоценозі пшениці озимої за різних строків сівби і норм висіву.

Література

1. Малишенко А. М. Роль обработки почвы и борьбы с сорной растительностью в создании благоприятных для роста и развития растений / А. М. Малишенко, А. К. Лисенко, Л. Т. Ушакова // Устойчивость земледелия: проблемы и пути решения. – К. : Урожай, 1992. – С. 160–175.
2. Іващенко О. О. Бур'яни в посівах / О. О. Іващенко // Захист рослин. – 1998. – № 3. – С. 10–12.
3. Інтегрований контроль над бур'янами в агроценозах кормових і зернофуражних культур / В. П. Борода, В. В. Карасевич, В. С. Задорожний [та ін.] // Вісн. аграр. науки. – 2009. – № 3 – С. 14–16.
4. Косолап М. П. Гербологія : навч. посіб. / М. П. Косолап. – К. : Арістей, 2004. – 364 с.
5. Шувар І. А. Екологічні основи зниження забур'яненості агрофітоценозів : навч. посіб. / І. А. Шувар. – Львів : Новий світ–2000, 2008. – 496 с.
6. Іващенко О. О. Реакція бур'янів на дефіцит світлової енергії / О. О. Іващенко // Рослини – бур'яни: особливості біології та раціональні системи їх контролювання в посівах сільськогосподарських культур : матеріали 7-ї наук.-теорет. конф. гербологів. – К. : Колоб'іг, 2010. – С. 72–77.

7. Іващенко О. О. Енергетична оцінка сучасного землеробства / О. О. Іващенко // Вісн. аграр. науки. – 2008. – № 10. – С. 5–9.

8. Іващенко О. О. Бур'яни і світло / О. О. Іващенко // Вісн. аграр. науки. – 2009. – № 10. – С. 15–17.

9. Методика 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.

УДК: 632.7:634.723(477.42)

А. В. Бакалова

К. С.-Г. Н.

І. В. Іващенко

К. Б. Н.

Житомирський національний агроекологічний університет

ЕНТОМОФАГИ В СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ ШКІДЛИВІСТЮ ФІТОФАГІВ НА ПОЛИНУ ЕСТРАГОНОВОМУ

*Серед фітофагів на полину естрагоновому найбільш поширеною і небезпечною є домінуюча група попелиць, чисельність яких систематично перевищує ЕПШ в 1,5–2 рази, що суттєво впливає на продуктивність рослин. Вперше розроблені логістичні та математичні моделі ефективності діяльності ентомофагів на полині естрагоновому, приурочені до домінуючих видів попелиць, на основі яких побудована модель, що дозволяє провести системний аналіз біоценотичного зв'язку фітофаг – ентомофаг – рослина. Проведена динаміка сезонної заселеності *Coccinella septempunctata* L. рослин полину естрагонового у період кульмінаційної чисельності попелиць. Такий біологічний матеріал дозволить розробити нормативно-правову інформацію при створенні оцінки систем управління шкідливістю фітофагів і її екологічної безпеки.*

Ключові слова: полин естрагоновий, попелиці, шкідливість, ентомофаги, інтродукція, природні регулятори, математичні моделі.

Постановка проблеми

Полин естрагоновий (*Artemisia dracunculus* L.) – цінна харчова, лікарська, ефіроолійна культура, яка виявляє антиоксидантну, антиканцерогенну, антитимікробну, протидіабетичну, сечогінну, протисудомну, жарознижуючу, протизапальну, ранозагоювальну, противиразкову, жовчогінну, спазмолітичну, заспокійливу дію. Використовується при діабеті, туберкульозі легень, пневмонії, хронічному бронхіті, неврастенії, холециститі, захворюваннях суглобів як вітамінний засіб [13, 14, 15, 18]. Лікувальні властивості полину естрагонового визначаються вмістом біологічно активних речовин (БАР): ефірної олії, кумаринів, флавоноїдів, фенолкарбонових кислот, вітамінів, дубильних речовин, алкалоїдів, сесквітерпеноїдів [17, 19]. Рослина містить також фітонциди, що

7. Іващенко О. О. Енергетична оцінка сучасного землеробства / О. О. Іващенко // Вісн. аграр. науки. – 2008. – № 10. – С. 5–9.

8. Іващенко О. О. Бур'яни і світло / О. О. Іващенко // Вісн. аграр. науки. – 2009. – № 10. – С. 15–17.

9. Методика 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.

УДК: 632.7:634.723(477.42)

А. В. Бакалова

К. с.-г. н.

І. В. Іващенко

К. б. н.

Житомирський національний агроекологічний університет

ЕНТОМОФАГИ В СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ ШКІДЛИВІСТЮ ФІТОФАГІВ НА ПОЛИНУ ЕСТРАГОНОВОМУ

*Серед фітофагів на полину естрагоновому найбільш поширеною і небезпечною є домінуюча група попелиць, чисельність яких систематично перевищує ЕПШ в 1,5–2 рази, що суттєво впливає на продуктивність рослин. Вперше розроблені логістичні та математичні моделі ефективності діяльності ентомофагів на полині естрагоновому, приурочені до домінуючих видів попелиць, на основі яких побудована модель, що дозволяє провести системний аналіз біоценотичного зв'язку фітофаг – ентомофаг – рослина. Проведена динаміка сезонної заселеності *Coccinella septempunctata* L. рослин полину естрагонового у період кульмінаційної чисельності попелиць. Такий біологічний матеріал дозволить розробити нормативно-правову інформацію при створенні оцінки систем управління шкідливістю фітофагів і її екологічної безпеки.*

Ключові слова: полин естрагоновий, попелиці, шкідливість, ентомофаги, інтродукція, природні регулятори, математичні моделі.

Постановка проблеми

Полин естрагоновий (*Artemisia dracunculus* L.) – цінна харчова, лікарська, ефіроолійна культура, яка виявляє антиоксидантну, антиканцерогенну, антитимікробну, протидіабетичну, сечогінну, протисудомну, жарознижуючу, протизапальну, ранозагоювальну, противиразкову, жовчогінну, спазмолітичну, заспокійливу дію. Використовується при діабеті, туберкульозі легень, пневмонії, хронічному бронхіті, неврастенії, холециститі, захворюваннях суглобів як вітамінний засіб [13, 14, 15, 18]. Лікувальні властивості полину естрагонового визначаються вмістом біологічно активних речовин (БАР): ефірної олії, кумаринів, флавоноїдів, фенолкарбонових кислот, вітамінів, дубильних речовин, алкалоїдів, сесквітерпеноїдів [17, 19]. Рослина містить також фітонциди, що

визначають її антимікробні властивості [16]. Естрагон культивують у США, Німеччині, Франції, Голандії, Болгарії, Угорщині, Білорусії, Росії, Середній Азії, Ірані, Індії, Україні. До Реєстру сортів рослин України входять два сорти естрагону. В зоні Житомирського Полісся полин естрагоновий не культивують, тому інтродукційне вивчення цієї культури, в тому числі її фітосанітарного стану, з метою подальшого використання в харчовій промисловості, медицині, парфумерії, є актуальним. Проте, відомо, що комплекс шкідливих організмів зменшує продуктивність цієї культури на 20 % і більше, насамперед це шкідники.

Аналіз останніх результатів досліджень

Відомо, що в насадженнях полину естрагонового мешкає 20 видів комах, кліщів, нематод. За проведеним моніторингом в агроценозі полину встановлено, що найбільш розповсюдженими є хижі комахи *Coccinella septempunctata* L. ряд (Coleoptera), що трофічно поєднані із сисними фітофагами ряду рівнокриліх (Homoptera) *Hyperomyzus lactucae* Kalt., *Aphis grossularia* Kalt.

В Україні відомо понад 80 видів жуків, з них 75 – хижаки. У Поліссі України зустрічається 12 видів афідофагів, а саме: *Stethorus punctillum* Ws., *Coccinella septempunctata* L., *Adalia decimpunctata* L., *Adalia bipunctata* L., *Coccinella quatuordecimpustulata* L., *Synharmonia conglobata* L., *Scymnus frontalis* F., *Scymnus rubromaculatus* Gz., *Calvia quatuordecimguttata* L., *Exochomus quadripustulatus* L., *Propylaea quatuordecimpunctata* L., *Subcoccinella vigintiquatuorpunctata* L., а також, малашкі, галиці, м'котілки, сирфіди, золотоочки верблюдки та 12 видів павуків із родини *Aranieidae*, *Salticidae*, *Liniphidae*, *Tomisidae* [1, 11].

Кількісна оцінка діяльності корисних ентомофагів – одна із найменш вивчених ланок в інтегрованих системах захисту. Поряд з використанням засобів біологічного захисту, у зниженні масштабу чисельності шкідливих організмів, важливу роль відіграють корисні біологічні «агенти» – ентомофаги [5, 6, 19]. У покращенні екологічного стану в Україні та зниженні пестицидного тиску на біоценози особлива увага приділяється збереженню та активізації діяльності корисних членистоногих [3, 4, 9, 10]. Проте, моделювання взаємовідношень ентомофагів та фітофагів використовуються рідко. Математичне моделювання ролі хижаків – один із перспективних методів кількісної оцінки діяльності корисних організмів.

А тому, вивчення ентомофагів у регулюванні чисельності на полину естрагоновому є актуальною темою, оскільки погіршення екологічного стану довкілля вимагає пошуку шляхів з його покращення.

Інтенсивне, непродумане застосування хімічних засобів захисту рослин і понині продовжує домінувати в наших інтенсивних технологіях вирощування різних культур, що породжує цілу низку добре відомих негативних наслідків:

забруднення навколишнього середовища, знищення корисної ентомофауни, прискорює формування резистентності популяцій шкідливих організмів, ускладнює технологію вирощування культур. Адже, хімічні засоби захисту є стійкими у навколишньому середовищі і, потрапляючи в біоценози, володіють кумулятивною дією [1, 7].

Мета, завдання та методика досліджень

З метою вивчення біологічних особливостей розвитку домінуючої групи сисних попелиць та їх взаємозалежності з ентомофагами вивчали в агроценозі полину естрагонового протягом 2014–2016 років, за умов інтродукції в ботанічному саду Житомирського національного агроекологічного університету, що належить до зони Полісся України.

Заселеність рослин *Hyperomyzus lactucae* Kalt., *Aphis grossularia* Kalt визначали за методикою С. О. Трибеля [12], використовували висічку (площею 3,14 см²) з облікових листків. У межах такої висічки, за допомогою лупи, підраховували кількість особин попелиць.

Площу висічки (S), зробленої за допомогою трубки, розраховували за формулою 1:

$$\pi R^2 = 3,14 \times R^2, \quad (1)$$

де: – R – внутрішній радіус трубки для висікання.

Середню щільність фітофагів на одиницю обліку (см²) визначали за формулою 2:

$$X = \frac{\sum xi}{S \cdot n}, \quad (2)$$

де: – X – середня щільність фітофага, екз/см²;

$\sum xi$ – сумарна чисельність нарахованих особин фітофага з усіх облікових листків, екз;

S – площа облікової висічки, см²;

n – кількість облікових листків, шт.

Загальний фітосанітарний стан заселеністю фітофагами визначали за 9-бальною шкалою (табл. 1).

Таблиця 1. Шкала оцінювання прояву ознак пошкодженості рослин

Бал	Ступінь прояву ознак	Характер прояву ознак	Охоплена площа, %
1	Відсутня або ледь помітна	Поодинокі рівномірно розміщені заселення рослин	1–5
2–3	Слабка	Помірний, розсіяний	6–25
4–5	Середня	Дрібносередковий та розсіяний	26–50
6–7	Сильна	Виразно осередковий	51 – 75
8–9	Дуже сильна	Суцільний сильний	> 75

Заселеність рослин полину естрагонового попелицями визначали за формулою 3:

$$P = \frac{100 \cdot n}{N}, \quad (3)$$

де: P – заселеність рослин, %;

n – кількість заселених рослин, шт.;

N – загальна кількість облікових рослин.

Ступінь заселеності рослин попелицями визначали за 9-бальною шкалою, наведеною в таблиці 2.

Таблиця 2. Шкала визначення ступеня заселеності рослин полину естрагонового попелицями

Бал	Ступінь заселеності	Заселеність листків, пагонів	
		екз./ листок, пагін	%
1	Дуже слабкий	< 3	< 5
2–3	Слабкий	3–5	5–25
4–5	Середній	16–40	26–50
6–7	Сильний	41–60	51–75
8–9	Дуже сильний	> 60	> 75

Середній бал заселеності рослин попелицями визначали за формулою 4:

$$B = \frac{\sum (n \cdot b)}{N}, \quad (4)$$

де: B – середній бал заселеності рослин попелицями;

$\sum (n \times b)$ – сума добутків кількості заселених рослин на відповідний бал заселеності;

N – загальна кількість обстежених рослин.

Результати досліджень

При розробці сучасних систем захисту рослин, надзвичайно важливо задіяти і оцінити роль природних регуляторів чисельності шкідливих фітофагів. Нами протягом 2014–2016 років в агроекологічних умовах ботанічного саду Житомирського національного агроекологічного університету проведено дослідження біологічного розвитку сисних фітофагів та їх взаємозалежність з ентомофагами на полину естрагоновому.

Результати наших досліджень щодо впливу корисної ентомофауни на чисельність фітофагів протягом всього вегетаційного періоду полину естрагонового наведені в таблиці 3.

Таблиця 3. Сезонна динаміка заселеності рослин полину естрагонового попелицями та її основними афідофагами (ботанічний сад ЖНАЕУ, 2014–2016 рр.)

Рік	Чисельність по етапах органогенезу											
	відростання				бутонізація				цвітіння			
	<i>Hyperomyzus lactucae</i> Kalt. колон./рослину	<i>Aphis grossularia</i> Kalt. колон./рослину	<i>Coccinella septempunctata</i> L.		<i>Hyperomyzus lactucae</i> Kalt. колон./рослину	<i>Aphis grossularia</i> Kalt. колон./рослину	<i>Coccinella septempunctata</i> L.		<i>Hyperomyzus lactucae</i> Kalt. колон./рослину	<i>Aphis grossularia</i> Kalt. колон./рослину	<i>Coccinella septempunctata</i> L.	
			жуків, особ./рослину	личинки, екз./рослину			жуків, особ./рослину	личинки, екз./рослину			жуків, особ./рослину	личинки, екз./рослину
2014	5,6	4,8	3,2	9,0	16,3	15,6	8,6	13,0	9,1	7,4	4,3	6,1
2015	7,8	6,7	4,4	12,0	21,4	22,0	10,0	15,0	11,0	10,2	6,1	7,5
2016	6,9	6,5	3,9	10,0	20,1	20,9	9,0	14,0	10,8	9,7	5,9	6,4
Серед- нє	6,8	6,0	3,8	10,3	19,3	19,5	8,3	14,0	10,3	9,1	5,4	6,7
R ²	0,87	0,89	0,88	0,86	0,93	0,90	0,94	0,95	0,87	0,86	0,89	0,85

Аналіз отриманих даних свідчить про те, що динаміка сезонної чисельності попелиць на етапах органогенезу (вегетативна фаза, бутонізація, цвітіння) полину динамічно пов'язана з чисельністю природних її ворогів. Так, заселеність попелицями в кінці вегетативної фази становила 6,0–6,8 колон./рослину, а жуків сонечок та личинок – 3,8–10,3.

Проте, *Hyperomyzus lactucae* Kalt. та *Aphis grossularia* Kalt. попелиці є мігруючими видами, тому динаміка їх чисельності та заселеності рослин полину набуває «піку» на етапі бутонізації, а на етапі цвітіння заселеність фітофагами зменшується, оскільки, з'являються крилаті особини, які перелітають на злакові бур'яни. Така ж закономірність спостерігалася за динамікою чисельності ентомофагів.

Таким чином, динаміка заселеності рослин полину естрагонового корисними ентомофагами, а саме, семикрапковим сонечком (*Coccinella septempunctata* L.), починається саме в той період, коли попелиця сягає кульмінаційної чисельності, що припадає на етап бутонізації і збільшується в 3 рази. Тенденція живлення ентомофагів у цей період покращується і зростає від 10,3 до 14,0 екз./кущ.

Результати системного аналізу біологічного впливу ефективності корисних ентомофагів у зниженні шкідливості фітофагів в агроценозі полину

естрагонового дали можливість розробити логістичні та математичні моделі, на основі яких проведено системний аналіз біоценотичного зв'язку фітофаг – рослина – ентомофаг. На основі статистичної низки даних за допомогою регресійного аналізу розрахована функціональна залежність між чисельністю *Hyperomyzus lactucae* Kalt, *Aphis grossularia* Kalt. з ентомофагами – хижими комахами з родини Coccinellidae, яка складає R^2 від 0,86 до 0,95.

Висновки та перспективи подальших досліджень

1. Вперше розроблені логістичні та математичні моделі ефективності діяльності ентомофагів на полину естрагоновому, приурочені до домінантних видів попелиць, на основі яких побудована модель, яка дозволяє провести системний аналіз біоценотичного зв'язку фітофаг – ентомофаг – рослина.

2. Біологічний матеріал корисної ентомофауни дозволить розробити нормативно-правову інформацію при створенні бази даних з економічної оцінки систем управління шкідливістю фітофагів і її екологічної безпеки.

3. Проведено прогнозування фітосанітарної ситуації сигналу фітофагів з урахуванням етапів органогенезу полину естрагонового за 2014–2016 роки та динаміки популяцій, яка припадає у період бутонізації.

4. Побудована динаміка сезонної заселеності *Coccinella septempunctata* L. рослин полину естрагонового у період кульмінаційної чисельності попелиць.

Подальші дослідження будуть зосереджені на удосконаленні існуючих профілактичних заходів захисту полину естрагонового проти комплексу фітофагів.

Література

1. Management of San jose scale on apple with soybean-aif dormant sprays / R. L. Hix, C. D. Pless, D. E. Deyton, C. E. Sams // Hort Science. – 1999. – № 1. – P. 106–108.

2. Chemical experiment against the San jose Scale (*Quadraspidiotus perniciosus* Comst.) on apples in winter in central Anatolia / [A. Okul, O. Soyly Zeki, B. Huseyin, C. Junger // Ziraat mucadele arastirma gilligi. – 1992. – № 20 – 21. – P. 63–64.

3. Бакалова А. В. Ентомофаги в системі управління шкідливістю фітофагів смородини чорної / А. В. Бакалова // Карантин і захист рослин. – 2011. – № 8. – С. 14–17.

4. Бакалова А. В. Біопрепарати на смородині чорній – ефективність застосування проти сисних шкідників / А. В. Бакалова // Карантин і захист рослин. – 2011. – № 5. – С. 20–22.

5. Трибель С. О. Стійкі сорти. Зменшення енергоємності і втрат врожаїв від шкідників / С. О. Трибель // Насінництво. – 2006. – № 4. – С. 18–20.

6. Бакалова А. В. Стійкість смородини чорної. Вплив мікроелементів на стійкість проти сисних шкідників / А.В. Бакалова // Карантин і захист рослин. – 2011. – № 7. – С. 19–22.

7. Нарзикулов М. Н. Концепция «Баланс природы» как исходная позиция экологического подхода к защите растений / М. Н. Нарзикулов // Энтомологическое обозрение. – 1979. – Т. 58, № 4. – С. 689–696.

8. Carver M. The introduction into australia of biological control agents of *Hyperomyzus lactucae* (L.) (Homoptera: Aphididae) / Mari Carver, L. T. Woolcock // Australian Journal of Entomology. – 1986. – № 2. – P. 65–69.

9. Šmatas R. Diversity and sex ratio of thrips (Thysanoptera) species in winter wheat in Lithuania / R. Šmatas, K. Tamošiūnas, V. Danytė // Zemdirbyste-Agriculture. – 2013. – Vol. 100, № 3. – P. 289–292.

10. Журба О. В. // Лекарственные и вредные растения / О. В. Журба, М. Я. Дмитриев. – М.: Колос, 2006. – С. 9 – 193.

11. Goldasteh Sh. Effect of four wheat cultivars on life table parameters of *Schizaphis graminum* (Hemiptera: Aphididae) / Sh. Goldasteh, A. Talebi, E. Rakhshani, Sh. Goldasteh // J. Crop Prot – 2012. – № 1(2). – 121–129.

12. Методики випробування і застосування пестицидів / С. О. Трибель, Д. Д. Сігарьова, М. П. Секунд [та ін.] ; за ред. С. О. Трибеля. – К. : Світ, 2001. – 448 с.

13. Нові кормові, пряносмакові та овочеві інтродуценти в Лісостепу і Поліссі України / Д. Б. Рахметов, Н. О. Стадничук, О. А. Кораблева [та ін.]. – К. : Фітосоціоцентр, 2004. – 162 с.

14. Кораблева О. А. Полезные растения в Украине : от интродукции до использования / О. А. Кораблева, Д. Б. Рахметов. – К. : Фитосоциоцентр, 2012. – 171 с.

15. Kovalyova A. The Research of Antibacterial Activity of Tarragon and Other Species of the Genus *Artemisia* L. / A. Kovalyova, O. Ochkur, N. Kashpur // The Pharma Innovation. – 2013. – Vol. 2, № 9. – P. 48–50.

16. Іващенко І. В. Антимікробні властивості рослин *Artemisia dracunculus* L. (Asteraceae) у зв'язку з інтродукцією в Житомирському Поліссі / І. В. Іващенко, О. А. Іващенко, Д. Б. Рахметов // Інтродукція рослин. – 2015. – № 2. – С. 88–95.

17. Іващенко І. В. Фітохімічне дослідження *Artemisia dracunculus* L. у зв'язку з інтродукцією в умовах Полісся України / І. В. Іващенко, Д. Б. Рахметов, О. А. Іващенко // Modern Phytomorphology. – 2014. – Vol. 6. – P. 357–360.

18. Khezirli Bandli J. The Evaluation of Antioxidant Activities and Phenolic Compounds in Leaves and Inflorescence of *Artemisia dracunculus* L. by HPLC / J. Khezirli Bandli, R. Heidari // Journal of Medicinal Plants. – 2014. – Vol. 13, № 51. – P. 41–50.

19. Ochkur O. Amino acids composition of *Artemisia* L. genus species subgenus *Dracunculus* Bess. from Ukrainian flora / O. Ochkur, N. Kovalyova, N. Sydora // TPI Journal. – 2013. – Vol. 2 (3) – P. 64–67.

УДК: 633.521:631.87

С. М. В'юнцов

К. С.-Г. Н.

Житомирський національний агроекологічний університет

АГРОЕКОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЛЬОНУ-ДОВГУНЦЯ ЗАЛЕЖНО ВІД ЗАСТОСУВАННЯ СТИМУЛЯТОРА РОСТУ АЛЬБІТ

На основі проведених польових досліджень встановлено, що стимулятори росту впливають на фотосинтетичну активність асиміляційного апарату рослин, його розміри, накопичення надземної маси і вміст в них сухих речовин. Нами вивчено вплив стимулятора росту біологічного походження Альбіт на ріст і розвиток рослин льону-довгунця. Поєднання передпосівної обробки насіння (60 мл/т), позакореневого підживлення в дозі 40 мл/га та внесення пестицидів забезпечує продуктивність фотосинтезу на рівні 8,1 г/м² за добу.

У посівах без застосування стимулятора росту формування листкової поверхні і продуктивності фотосинтезу зменшувалося на 0,5–0,6 г/м² за добу.

Варіант досліді фон + обробіток насіння 70 мл/т + позакореневе підживлення 40 мл/га стимулятором росту Альбіт дає змогу отримати 4,92 т/га соломки та 0,54 т/га насіння. При цьому, приріст до контролю становив 0,21 т/га, що становить 63,6 %.

Ключові слова: *льон-довгунець, передпосівна обробка насіння, стимулятор росту, позакореневе підживлення, фотосинтез, урожайність.*

Постановка проблеми

Сучасна економічна нестабільність не тільки в галузі агропромислового комплексу України, а і в льонарстві зокрема, призвела до значних втрат посівних площ льону-довгунця та виробництва цієї стратегічної культури. Світова економічна криза, яка нанесла значний удар і нашій національній економіці, призвела до значного підвищення цін на енергоресурси, в тому числі і на мінеральні добрива.

На сучасному етапі необхідно максимально біологізувати технологію вирощування льону доступними і недорогими стимуляторами росту рослин біологічного походження [3, 10].

Аналіз досліджень останніх публікацій

Комплексний препарат біологічного походження Альбіт розроблений в інституті біохімії і фізіології мікроорганізмів ім. Г.К. Скрябіна РАН сумісно з ООО «Науково-виробнича фірма «Альбіт» у рамках програми Уряду Російської Федерації, Патент № 99118894» – «Препарат для підвищення врожаю рослин і захисту їх від фітопатогенів». Альбіт використовується для передпосівної обробки насіння і рослин у період вегетації.

Використання екологічно безпечних регуляторів росту є одним із ефективних прийомів, які дозволяють підняти урожайність за рахунок стимулювання розвитку та підвищення стійкості рослин до абіотичних стресів і дії збудників хвороб [14].

Згідно з дослідженнями російських науковців урожайність льоносоломи під дією Альбіту (за сумісного обробітку ним насіння та посівів) підвищилася на 32% до контролю, а вихід довгого волокна становив 15,5%, проценто-номер – 200,5, у той час як без обробки засобами захисту льону-довгунця – 13,5% та 185,4 – відповідно [11].

Ряд дослідників стверджують, що бакові суміші Альбіту та фунгіцидів можливо застосовувати у боротьбі з великою кількістю захворювань. Альбіт складається із очищених діючих речовин мікробного походження, завдяки чому його активність не знижується при сумісному застосуванні з хімічними пестицидами [5].

У дослідях ВНДІЛ, проведених у 2002–2003 роках з вивчення впливу передпосівного обробітку насіння препаратом Альбіт у дозі 0,05–0,07 кг/т, суттєво знизилася пошкодження сходів антракнозом, крапчастістю, бактеріозом, а врожайність волокна та насіння льону достовірно підвищилася [12].

Дослідники [7] стверджують, що Альбіт володіє захисним ефектом, стримуючи розвиток різноманітних збудників основних захворювань сільськогосподарських хвороб. За класифікацією професора Ю. Т. Дятлова (МГУ), Альбіт належить до групи препаратів, у склад яких входять речовини, що направлені не на знищення фітопатогенів, а на зниження їх патогенності і підвищення захисних властивостей (імунітету) рослин. Завдяки посиленню природно захисних механізмів рослин він діє як системний фунгіцид широкого спектру дії.

Біологічна ефективність Альбіту проти хвороб рослин складає 40–80%, а льону – 90–100%. Ефективність препарату підтверджена та рекомендується реєстрація Альбіту в якості фунгіциду проти наступних хвороб: антракнозу, крапчатості, бактеріозу та пасмо льону-довгунця.

Науковцями доведено [1], що Альбіт знижує стресовий ефект гербіцидів у середньому на 5–38% та практично не знижує біологічну ефективність гербіцидів проти комплексу бур'янистої рослинності, а у варіанті з Октапоном Екстра Альбіт – навіть її підвищувало (з 24 до 45%).

У польовому досліді ВНДІ льону (2003 р.) посіви у фазу «ялинка» обприскували сумішшю гербіцидів Льонок (0,005 кг/га) + Багира (1 кг/га) гербіцидами сумісно з Альбітом (50 мл/га). Урожайність льонопродукції була на 4–6 ц/га більше, ніж при використанні лише гербіцидів. Таким чином, висока ефективність поєднання Альбіту з гербіцидами підтверджена в багаторічних дослідях різних наукових установ Російської Федерації [1].

Досліди показали, що на цукрових буряках Альбіт також може бути використаний як для захисту культури від окремих фітопатогенів, так і для підвищення продуктивності та антистресової здатності рослин [3].

За багаторічними даними науковців [2] щодо вивчення препарату Альбіт, дозволяють рекомендувати його до широкого практичного використання на посівах озимої пшениці.

Згідно з дослідженнями [13] встановлена перспективність включення нового поліфункціонального біостимулятора Альбіт у системи захисту рослин для зниження шкідливості основних фітопатогенних об'єктів і збільшення їх продуктивності.

Препарат Альбіт містить природний мікробний полімер полігідроксімасляну кислоту із ґрунтових бактерій, збалансований стартовий набір макро- і мікроелементів. Діючі речовини та їх концентрація у препараті: полі-бета-гідроксімасляна кислота – 6,2 мг/кг, магній сірчаноокислий – 29,8 г/кг, калій фосфорноокислий двухзамінний – 91,1 г/кг, карбамід – 181,5 г/кг [6].

З метою вивчення процесів росту і розвитку льону-довгунця та скорочення навантаження на ґрунт, вивчали дію нового біологічного походження комплексного препарату Альбіт у баковій суміші з пестицидами на продуктивність льону-довгунця.

Мета, завдання та методика досліджень

Об'єкт дослідження. Процеси росту і розвитку льону-довгунця залежно від застосування стимулятора росту біологічного походження Альбіт.

Предмет дослідження. Формування врожайності льонопродукції залежно від стимулятора росту.

Польові дослідження, за визначенням впливу регулятора росту Альбіт на продуктивність льону-довгунця, проводили у 2005–2007 роках у дослідному господарстві “Грозинське” Інституту сільського господарства Полісся НААН за методикою ВНДІЛ [8]. Ґрунти дослідної ділянки дерново-середньопідзолисті супіщані. Агрохімічна характеристика орного шару ґрунту (18-20 см) наступна: вміст гумусу (по Тюріну)–1,1–1,4 %; рН_{сол.}–4,7–4,9; Нг–2,2–2,5 мг-екв./100 г ґрунту; рухомого фосфору (по Кірсанову)– 7–8 мг/100 г ґрунту; обмінного калію (по Масловій)–8–10 мг/100 г ґрунту; сума поглинутих основ 2,55 мг-екв./100 г ґрунту. Агротехніка – загальноприйнята для даної зони вирощування льону-довгунця. Розміщення ділянок систематичне, повторення 4-разове. Статистичну обробку даних проводили за методикою Доспехова Б. А. [4]. Площу листової поверхні визначали за допомогою електрооптичного приладу конструкції В. Г. Дідори пат. 84096 [9]. Чисту продуктивність фотосинтезу розраховували за формулою Кідда, Веста та Брігга [15].

Схема дослідів:

1.	Без добрив	
2.	Гербіциди + фунгіциди (фон)	
3.	Передпосівний обробіток насіння препаратом Альбіт мл/т	50
4.		60
5.		70
6.	Передпосівний обробіток насіння препаратом, мл/т + позакореневе підживлення в фазу «ялинка», мл/га	50+40
7.		60+40
8.		70+40
9.	Фон + передпосівний обробіток насіння препаратом, мл/т + позакореневе підживлення в фазу «ялинка», мл/га	50+40
10.		60+40
11.		70+40

У фазу «ялинка» використовували бакову суміш: гербіциди: – Лёнок 0,8 г/га + Пантера 1,25 л/га та фунгіцид Фундазол 600 г/га.

Результати досліджень

Збалансована система мінерального живлення макро- і мікродобривами виступає як фундамент, на якому вибудовуються наступні прийоми та системи інтенсивних технологій, що лише вона дозволяє забезпечити нормальний ріст і розвиток рослин, підвищити їх стійкість до хвороб, різних несприятливих факторів зовнішнього середовища та реалізувати потенціал врожайності культури.

Застосування стимулятора росту Альбіт впливає на ростові процеси у період формування надземної фітомаси (рис. 1).

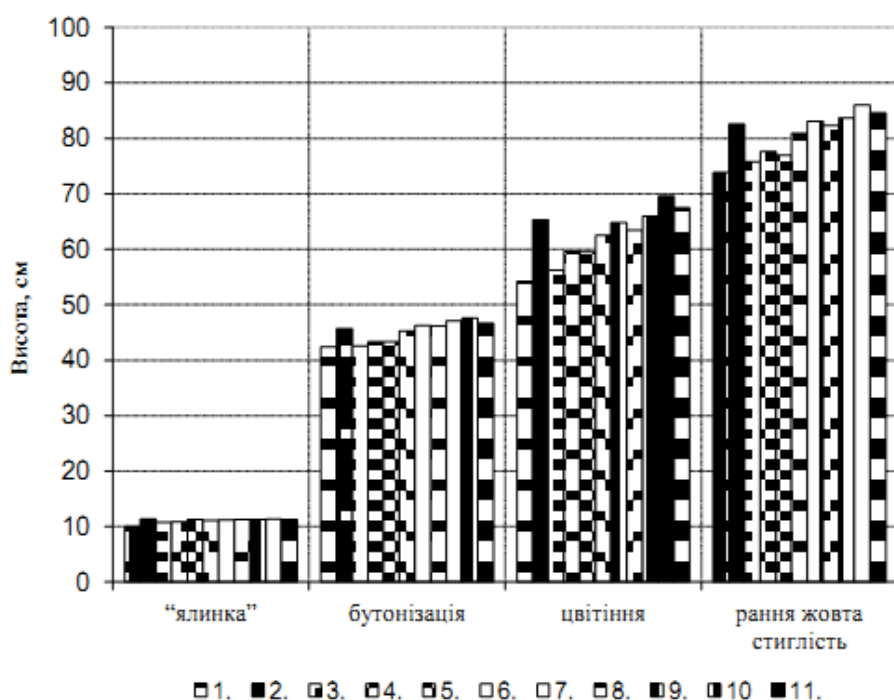


Рис. 1. Висота рослин льону-довгунця впродовж вегетативного періоду залежно від регулятора росту Альбіт

Примітка: 1. – Контроль; 2. ГФ – гербіцидно-фунгіцидний фон; 3–5. ОНА – 50–70 (передпосівний обробіток насіння 50–70 мл/т), 6–8. ОНА – 50–70 мл/т + В40 (позакореневе підживлення в фазу „ялинка” 40 мл/га); 9–11. ГФ + ОНА 50–70 + В40 – (обробіток насіння 50–70 мл/т + позакореневе підживлення 40 мл/га на гербіцидно-фунгіцидному фоні).

Висота рослин у фазі «ялинка» на всіх варіантах, крім контролю, була майже на одному рівні. Тобто доза стимулятора 50–70 мл/тонну насіння, і вітаваксу 1,5 кг/га мають майже однаковий вплив на ростові процеси до фази «ялинка».

Додаткове позакореневе підживлення препаратом біологічного походження у фазі «ялинка» в дозі 40 мл/га стимулює швидкість росту за рахунок інтенсивного проникнення елементів живлення через листову поверхню до рослин.

Після внесення у позакореневе підживлення комбінованого регулятора росту Альбіт приріст льону у висоту збільшується і, у фазу ранньої жовтої стиглості висота стеблостою на гербіцидно-фунгіцидному фоні становить майже 85 см, що більше від контролю на 13–14 см і на 2–3 см вище порівняно з гербіцидно-фунгіцидним фоном.

Висота льону-довгунця як інтегрального показника продуктивності залежить від абіотичних факторів та стимулятора росту Альбіт. Так, перед збиранням, на початку ранньо-жовтої стиглості на контрольному варіанті вона становила біля 72,8 см, а на гербіцидно-фунгіцидному фоні приріст загальної висоти відносно контролю становив – 9,8, технічної – 4,5 см.

Передпосівний обробіток насіння, без застосування стимулятора росту в позакореневе підживлення, також сприяє кращому формуванню листової поверхні і продуктивності фотосинтезу, але на 0,5–0,6 г/м² за добу менше у порівнянні з внесенням гербіцидів і фунгіцидів.

З метою управління процесом росту і розвитку льону-довгунця протягом вегетаційного періоду, ми у фазу «ялинка» застосовували позакореневе підживлення регулятором росту Альбіт у дозі 40 мл/га, що на фоні передпосівного обробітку насіння в дозі 60 мл на 1 тонну забезпечило високу продуктивність фотосинтезу, яка на 0,5 г/м² за добу вища порівняно з гербіцидно-фунгіцидним фоном.

Попередній передпосівний обробіток насіння в дозі 60 мл/тонну насіння з наступним позакореневим підживленням Альбіт у дозі 40 мл на 1 га сумісно з внесенням гербіцидів і фунгіцидів (бакова суміш) забезпечує отримання високої продуктивності фотосинтезу льону-довгунця, яка становить 8,1 г/м² добу.

Розрахунки показали, що чиста продуктивність фотосинтезу на варіантах з передпосівним обробітком насіння стимулятором росту Альбіт у дозі 60 мл на 1 т насіння з наступним позакореневим підживленням у фазу «ялинка» в дозі 40 мл/га у баковій суміші з гербіцидами та фунгіцидами становить 8,1 г/м² за добу, що на 2,6 г/м² вище, ніж на контрольному варіанті та на 1,7 г/м² порівняно з гербіцидно-фунгіцидним фоном (рис. 2.).

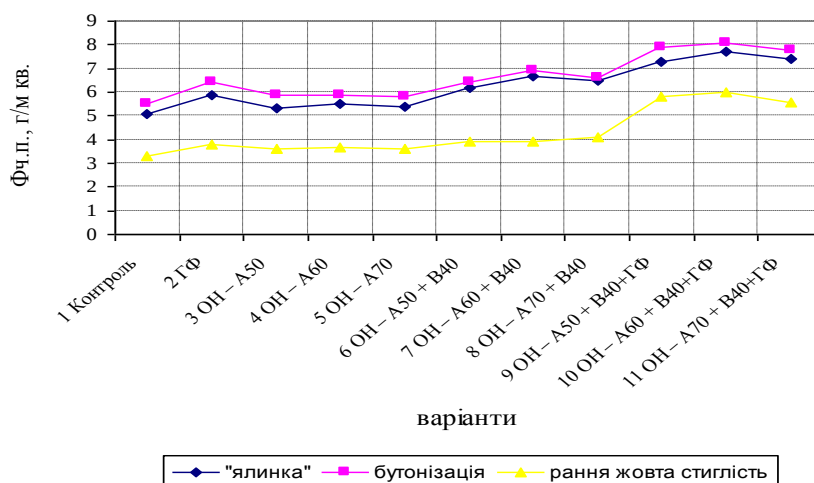


Рис. 2. Чиста продуктивність фотосинтезу залежно від застосування стимулятора росту Альбіт.

Таким чином, формування високого фотосинтетичного потенціалу посіву льону-довгунця із застосуванням стимулятора росту, який містить природний мікробний полімер та збалансовану кількість макро- і мікроелементів забезпечує високий добовий приріст повітряно-сухої органічної маси, що забезпечило достовірний приріст урожаю продукції льону-довгунця (табл. 1).

Таблиця 1. Урожайність льону-довгунця залежно від застосування стимулятора росту Альбіт (середнє за 2005–2007 рр.)

Варіанти	Урожайність, т/га					
	соломи	приріст		насіння	приріст	
		т/га	%		т/га	%
1	2	3	4	5	6	7
1. Контроль	3,27	–	100	0,33	–	100
2. Гербіциди + фунгіциди (фон)	3,79	0,52	15,9	0,38	0,05	15,2
3. Обробіток насіння Альбіт 50 мл/т	3,36	0,09	2,7	0,35	0,02	6,1
4. Обробіток насіння Альбіт 60 мл/т	3,45	0,18	5,5	0,37	0,04	12,1
5. Обробіток насіння Альбіт 70 мл/т	3,52	0,25	7,6	0,37	0,04	12,1
6. Обробіток насіння 50, мл/т + позакореневе підживлення 40, мл/га	3,88	0,61	18,6	0,39	0,06	18,2

Закінчення таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7
7. Обробіток насіння 60, мл/т + позакореневе підживлення 40, мл/га	3,99	0,72	22,0	0,41	0,08	24,2
8. Обробіток насіння 50, мл/т + позакореневе підживлення 40, мл/га	4,25	0,98	29,9	0,42	0,09	27,3
9. Фон + обробіток насіння 50, мл/т + позакореневе підживлення 40, мл/га	4,48	1,21	37,0	0,46	0,13	39,4
10. Фон + обробіток насіння 60, мл/т + позакореневе підживлення 40, мл/га	4,90	1,63	49,8	0,51	0,18	54,5
11. Фон + обробіток насіння 70, мл/т + позакореневе підживлення 40, мл/га	4,92	1,65	50,4	0,54	0,21	63,6
Нір ₀₅	0,18			0,027	—	

За період досліджень урожайність соломи коливалася з 3,27 т/га на контрольному варіанті до 4,92 т/га на варіанті застосування стимулятора росту Альбіт в дозі 70 мл/т насіння та в додаткове позакореневе підживлення 40 мл/га на гербіцидно-фунгіцидному фоні. Приріст урожайності був 1,65 т/га порівняно з контрольним варіантом. А приріст насіння на цьому ж варіанті склав 0,54 т/га. А відносно гербіцидно-фунгіцидного фону приріст склав 1,13 т/га соломи і 0,16 т/га насіння.

Висновки та перспективи подальших досліджень

1. Сумісне застосування передпосівної обробки насіння (60 мл/тонну), та позакореневого підживлення стимулятором росту Альбіт у дозі 40 мл/га сумісно з пестицидами забезпечує високу продуктивність фотосинтезу льону-довгунця, яка становить 8,1 г/м² добу.

2. Сумісне застосування передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення стимулятором росту Альбіт на гербіцидно-фунгіцидному фоні забезпечує інтенсивний ріст льону, що, в свою чергу, сприяє наростанню надземної фітомаси та збільшенню урожайності соломи на 1,21–1,65 та насіння 0,13–0,21 т/га.

Перспективи подальших досліджень слід спрямувати на вивчення впливу стимуляторів росту біологічного походження на продуктивність льону-довгунця в різних агроекологічних умовах України.

Література

1. Альбит повышает эффективность применения гербицидов / А. К. Злотников, В. Р. Сергеев, Н. А. Кудрявцев [и др.] // Земледелие. – 2006. – № 1. – С. 34–36.
2. Альбит на озимой пшенице / А. К. Злотников, А. И. Дёров, И. И. Бегунов, К. М. Злотников // Земледелие. – 2005. – № 3. – С. 31–32.
3. Волкогон В. В. Стимуляторы росту рослин як складові технологій раціонального використання мінеральних добрив / В. В. Волкогон // Вісн. Харків. ДАУ. – 2001. – № 4. – С. 40–44.
4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М. : Колос, 1985. – 351 с.
5. Эффективность сочетания Альбита с половинными нормами фунгицидов / А. К. Злотников, И. И. Бегунов, К. М. Злотников [и др.] // Земледелие. – 2005. – № 2. – С. 33–35.
6. Зайцева Л. А. Отчёт по установлению биологических регламентов использования препарата Альбит на культуре льна-долгунца / Л. А. Зайцева, Н. А. Кудрявцев. – Торжок, 2002. – 14 с.
7. Злотников А. К. Фунгицидные свойства регулятора роста Альбит / А. К. Злотников, В. Т. Алехин, Г. В. Волкова // Земледелие. – 2007. – № 1. – С. 38–41.
8. Методические указания по проведению полевых опытов со льном-долгунцом / ВНИИЛ. – Торжок, 1978. – 77 с.
9. Пат. 84096 Україна. Прилад для вимірювання площі листової поверхні / В.Г. Дідора, І.В. Дідора, В.В. Тишковський; заявник ДВНЗ «Державний агрокол. ун-т.» № «а» 200706160: заявл. 04.06.2007: опубл. 10.09.08. Бюл. № 17.
10. Біостимулятори росту рослин нового поліття в технологіях вирощування сільськогосподарських культур / С. П. Пономаренко, Б. М. Черемха, Л. А. Анішин [та ін.]. – К. : Мінсільгосппрод України, 1997. – 124 с.
11. Повышение технологического качества и урожайности льнопродукции при использовании препарата Альбит в системе защиты льна-долгунца / Н. А. Кудрявцев, Л. А. Зайцева, А. К. Злотников [и др.] // Проблемы повышения технологического качества льна-долгунца : материалы науч.-практ. конф. – Торжок, 2005. – С. 157–161.
12. Препарат Альбит в системе защиты льна-долгунца / Н. А. Кудрявцева, Л. А. Зайцева, А. К. Злотников, К. М. Злотником // Земледелие. – 2005. – № 1. – С. 34–35.
13. Рябчинская Т. А. Новый фитоактиватор болезнеустойчивости / Т. А. Рябчинская, Г. Л. Харченко, Н. А. Саранцева // Защита и карантин растений. – 2005. – № 4. – С. 25–27.

14. Романова Е. В. Регуляторы роста и развития растений с фунгицидными свойствами / Е. В. Романова, М. И. Маслов // Защита и карантин растений. – 2006. – № 5. – С. 26–27.

15. Синякова Л. А. Методические указания по определению показателей фотосинтетической и корневой деятельности растений / Л. А. Синякова, А. И. Иванова. – Ленинград, 1981. – 17 с.

УДК 633.85.003.13:631.53.048(477.46)

Л. М. Кононенко

к. с.-г. н.

Уманський національний університет садівництва

ПРОДУКТИВНІСТЬ ПОСІВІВ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО ЗА РІЗНИХ НОРМ ВИСІВУ НАСІННЯ В УМОВАХ ПІВДЕННОЇ ЧАСТИНИ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ

У статті показується, як різні норми висіву впливають на формування густоти посівів, урожайності льону олійного, структуру і якість його врожаю та на показники економічної ефективності вирощування культури.

Значної різниці між кількістю рослин на одиниці площі від початку повних сходів до збирання по варіантах з різними нормами висіву не спостерігається. Різниця між крайніми варіантами по кількості рослин, що загинули впродовж вегетації, становила в середньому за два роки лише 2,3%.

Зменшення норми висіву з 7,0 до 5,0 млн насінин на гектар як у 2015 р., так і у 2016 р. призводило до істотного недобору врожаю.

У результаті проведених досліджень встановлено, що найвищу продуктивність посівів льон олійний формує за норми висіву 6,0 млн насінин на 1 гектар, коли можна отримати 1,61 т/га насіння, 0,63 т/га олії найменшої собівартості і рентабельність на рівні 72,9%.

Ключові слова: льон олійний, норми висіву, урожайність, олія, економічна ефективність.

Постановка проблеми

Гарантоване забезпечення населення продовольством – найважливіше завдання сільськогосподарського виробництва України. Олійні культури – джерело одержання цінних олій продовольчого і технічного призначення. Україна має сприятливі природно-кліматичні умови для вирощування олійної сировини та певні технічні можливості для її переробки, а отже, задоволення не лише внутрішніх потреб у рослинних жирах, а й реалізації її на зовнішньому ринку.

Великий світовий попит на сільськогосподарську продукцію, а також несприятливий стан енергетичних ресурсів в Україні, що особливо помітний в

14. Романова Е. В. Регуляторы роста и развития растений с фунгицидными свойствами / Е. В. Романова, М. И. Маслов // Защита и карантин растений. – 2006. – № 5. – С. 26–27.

15. Синякова Л. А. Методические указания по определению показателей фотосинтетической и корневой деятельности растений / Л. А. Синякова, А. И. Иванова. – Ленинград, 1981. – 17 с.

УДК 633.85.003.13:631.53.048(477.46)

Л. М. Кононенко

к. с.-г. н.

Уманський національний університет садівництва

ПРОДУКТИВНІСТЬ ПОСІВІВ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО ЗА РІЗНИХ НОРМ ВИСІВУ НАСІННЯ В УМОВАХ ПІВДЕННОЇ ЧАСТИНИ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ

У статті показується, як різні норми висіву впливають на формування густоти посівів, урожайності льону олійного, структуру і якість його врожаю та на показники економічної ефективності вирощування культури.

Значної різниці між кількістю рослин на одиниці площі від початку повних сходів до збирання по варіантах з різними нормами висіву не спостерігається. Різниця між крайніми варіантами по кількості рослин, що загинули впродовж вегетації, становила в середньому за два роки лише 2,3%.

Зменшення норми висіву з 7,0 до 5,0 млн насінин на гектар як у 2015 р., так і у 2016 р. призводило до істотного недобору врожаю.

У результаті проведених досліджень встановлено, що найвищу продуктивність посівів льон олійний формує за норми висіву 6,0 млн насінин на 1 гектар, коли можна отримати 1,61 т/га насіння, 0,63 т/га олії найменшої собівартості і рентабельність на рівні 72,9%.

Ключові слова: льон олійний, норми висіву, урожайність, олія, економічна ефективність.

Постановка проблеми

Гарантоване забезпечення населення продовольством – найважливіше завдання сільськогосподарського виробництва України. Олійні культури – джерело одержання цінних олій продовольчого і технічного призначення. Україна має сприятливі природно-кліматичні умови для вирощування олійної сировини та певні технічні можливості для її переробки, а отже, задоволення не лише внутрішніх потреб у рослинних жирах, а й реалізації її на зовнішньому ринку.

Великий світовий попит на сільськогосподарську продукцію, а також несприятливий стан енергетичних ресурсів в Україні, що особливо помітний в

останні 15–20 років, змушує науковців і виробників вести пошук шляхів розкриття потенційних можливостей олійних культур і ширшого впровадження їх у виробництво.

З олійних культур в Україні традиційно у найбільшій кількості вирощують соняшник, який входить до структури сівозмін природно-кліматичних зон Степу, центрального та східного Лісостепу. Під ним зайнято понад 90 % посівних площ усіх вирощуваних в Україні олійних культур. Але збільшення виробництва соняшнику відбувається за рахунок розширення посівних площ за низької врожайності.

На нашу думку, зменшення посівних площ під соняшником до науково обгрунтованого рівня доцільно проводити шляхом заміни його іншими олійними культурами, щоб зберегти загальні обсяги виробництва рослинних олій. Часткова заміна соняшнику соєю, льоном олійним, рижієм ярим, кунжутом та іншими олійними культурами призведе до покращення структури посівних площ, збільшить асортимент набору культур при побудові сівозмін, дасть змогу розмішувати сільськогосподарські культури по кращих попередниках з урахуванням оптимальних строків їхнього повернення на те саме поле протягом ротації. Часткова заміна соняшникової олії іншими рослинними оліями надасть можливість урізноманітнити асортимент як для харчового, так і для технічного використання.

Перспективу розширення площ посіву у південній частині Правобережного Лісостепу має така культура як льон олійний. Льон олійний – це посухостійка, скоростигла рослина, здатна давати високі врожаї (1,4–3,0 т/га) насіння високої якості, він є добрим попередником для озимих культур з нескладною технологією вирощування і високою економічною ефективністю.

Льон олійний – цінний харчовий та лікувальний продукт. Насіння льону містить до 50% олії. Здатність її швидко висихати, утворювати міцну тонку і еластичну плівку, використовується для виготовлення спеціальних лаків і емалей, а також широко застосовується у медицині, харчовій, електротехнічній та інших галузях промисловості. У стеблах льону олійного міститься 10–15% волокна, придатного для виробництва грубих тканин і шпагату. Солома, яка містить до 50% целюлози, є сировиною для виробництва цигаркового паперу, картону. З відходів (костриці) виготовляють будівельні плити [1]. Враховуючи обмежені можливості надходження в Україну бавовни для потреб текстильної промисловості льонарство здатне за рахунок переробки короткого волокна льону олійного на котонін забезпечити роботою бавовнопрядильні комбінати. Макуха, що є продуктом переробки насіння, містить від 6 до 12% жиру, 38% протеїну. Поживність 1 кг її становить 1,15 к.о. і містить 260 г перетравного протеїну, цінного для годівлі тварин, особливо свиней. Полова, що утворюється при обмолоті і очищенні насіння льону, за поживністю 1 кг, становить 0,27 к.о. і має 20 г перетравного протеїну [2].

Рослини льону олійного неоднаково реагують на окремі технологічні прийоми при їх вирощуванні. Тому важливим було для південної частини Лісостепу України (Черкаська область) встановити закономірність формування врожаю льону олійного залежно від норми висіву насіння.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Вивченням норм висіву олійного льону широко займалися в різні роки різні науково-дослідні установи. Твердження щодо слабкої залежності урожаю культури від норми висіву насіння у літературних джерелах як підтверджується, так і заперечується. На думку деяких дослідників [3, 4], оптимальною нормою висіву насіння льону олійного є 6,0 млн шт./га. Зниження густоти призводить до збільшення забур'янення посівів і нерівномірного досягання коробочок. Разом з тим, загущення посівів призводить до вилягання рослин, зменшення врожаю насіння та зниження стійкості до хвороб.

Помітного впливу норми висіву насіння на величину врожаю не створюють, що пояснюється великою пластичністю льону олійного, який, при більш рідкому стоянні, утворює велику кількість коробочок на рослинах і цим компенсується недостатня густина рослин [5].

В. В. Лихочвор [6] стверджує, що норму висіву даної культури необхідно встановлювати з розрахунку 5–7 млн схожих насінин на 1 га або 50–70 кг/га при рядковому способі сівби. Для широкорядного способу сівби норма висіву повинна становити 3,5–4,0 млн га або 35–40 кг/га. Найвища врожайність насіння формується при густоті рослин на час збирання в межах 300–500 шт./м². При використанні льону олійного для виробництва волокна і олії норму висіву необхідно збільшувати на 10–15 кг/га. Аналогічні дані були отримані О. М. Дроздом в умовах Полісся України [7].

Мета, завдання та методика досліджень

Полеві досліді проводили протягом 2015–2016 рр. на дослідному полі кафедри рослинництва при ННВВ Уманського НУС.

Схема досліду включала п'ять варіантів норм висіву насіння льону олійного (5,0; 6,0; 7,0; 8,0 та 9,0 млн. насінин на 1 га). За контроль вважається норма 7,0 млн насінин на 1 га. Повторність у дослідях – триразова, площа посівної ділянки 144 м², облікової – 80 м². Ґрунтовий покрив поля – чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесі. Льон олійний сорту Дебют сіяли звичайним рядковим способом після пшениці озимої.

Мінеральні добрива використовувалися в нормі N₄₅P₄₅K₄₅. Калійні і фосфорні добрива вносили восени під основний обробіток ґрунту, азотні – навесні під передпосівну культивуацію.

Основні показники структури врожаю визначали за загальноприйнятими методиками [8], а урожайні дані піддавалися дисперсійному аналізу.

Результати досліджень

Хоча у цілому за 2014–2015 та 2015–2016 сільськогосподарські роки випало відповідно 572,4 та 539,6 мм опадів, що на 60,6 та 93,4 мм менше від середньобагаторічних показників, до того ж, вони були нерівномірно розподілені протягом року. Однак, цих опадів було достатньо, щоб задовольнити гостру потребу льону олійного у воді на період сходів, цвітіння та утворення генеративних органів. Разом з тим, весна 2016 року відзначилася значною посухою. Так, в березні, квітні і травні випадало дуже мало опадів, які були, до того ж, нерівномірно розподілені за декадами, тому насіння льону, як і молоді рослини, використовували відповідно для проростання і початкового росту в основному запаси доступної ґрунтової вологи, накопиченої за рахунок осінньо-зимових опадів. В третій декаді червня випало 114,1 мм опадів, а початок цвітіння льону припадав на початок червня, коли опадів було недостатньо для проходження процесів запилення і запліднення. Опади, що випали в кінці місяця, сприяли лише утворенню коробочок із квітів, розміщених у верхній частині рослини. Все це вплинуло на недобір врожаю насіння льону, так як основна його маса мала б формуватися із середніх і нижніх квітів.

Як і в 2015, так і в 2016 році, через нестачу вологи і високий температурний режим, у першій половині вегетації рослини льону мали прискорені темпи росту і розвитку, швидше проходили міжфазні періоди, і відповідно, швидше дозрівали. Тому 2014–2016 с.-г. роки можна вважати задовільними за погодними умовами для росту і розвитку рослин льону олійного.

Аналіз отриманих даних свідчить, що в середньому за роки досліджень кількість рослин льону олійного в період повних сходів корелювала з кількістю висіяного насіння (табл. 1). Так, за норми висіву 5,0 млн шт./га густота рослин становила 438 шт./м², а за висіву 6,0; 7,0; 8,0 та 9,0 млн шт./га вона становила до 546, 616, 701 та 786 штук на 1м² відповідно.

Таблиця 1. Вплив норм висіву на формування густоти рослин льону олійного

Норма висіву насіння, млн шт./га	Кількість рослин					
	у період повних сходів		перед збиранням		що загинули за вегетацію	
	шт./м ²	%	шт./м ²	%	шт./м ²	%
1	2	3	4	5	6	7
2015 рік						
5,0	477	100	432	90,6	45	9,4
6,0	595	100	538	90,5	57	9,5
7,0(к)	672	100	604	89,9	68	10,1
8,0	764	100	684	89,6	80	10,4
9,0	857	100	755	88,2	101	11,8

Закінчення таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7
2016 рік						
5,0	399	100	358	89,7	41	10,3
6,0	497	100	444	89,4	53	10,6
7,0(к)	561	100	499	89,1	61	10,9
8,0	638	100	565	88,5	74	11,5
9,0	715	100	625	87,4	90	12,6
середнє за 2015–2016 рр.						
5,0	438	100	395	90,1	43	9,9
6,0	546	100	491	89,9	55	10,1
7,0(к)	616	100	552	89,5	65	10,5
8,0	701	100	624	89,0	77	11,0
9,0	786	100	690	87,8	96	12,2

Вживання сільськогосподарських культур у посівах протягом вегетації значною мірою залежить від умов, створених в ценозі. На збереженість рослин помітний вплив мала густина посіву, рівень забезпеченості елементами живлення, забур'яненість, якість попередника, система обробітку ґрунту тощо.

Аналіз збереженості рослин льону олійного показав, що значної різниці між кількістю рослин на одиниці площі від початку повних сходів до збирання по варіантах з різними нормами висіву не спостерігається. Кількість рослин, що загинули у процесі вегетації за два роки вегетації складає в межах дослідів 9,9–12,2%. Хоч дещо менше загинилих рослин було за норми висіву 5,0 та 6,0 млн шт./га. Підвищення норми висіву насіння до 9,0 млн шт./га визначило найвищу кількість рослин, що загинули протягом вегетації, хоча різниця між крайніми варіантами по кількості рослин, що загинули протягом вегетації, становила в середньому за два роки лише 2,3%.

Експериментальні дані показують (табл. 2), що норми висіву насіння впливали на врожайність льону олійного.

Таблиця 2. Вплив норм висіву на врожайність насіння льону олійного, т/га

Норма висіву насіння, млн шт./га	2015 р.		2016 р.		Середнє за 2015–2016 роки	
	урожайність	приріст до контролю	урожайність	приріст до контролю	урожайність	приріст до контролю
5,0	1,52	-0,19	1,31	-1,3	1,41	-0,17
6,0	1,74	+0,03	1,48	+0,4	1,61	+0,03
7,0(к)	1,71	–	1,44	–	1,58	–
8,0	1,61	-0,10	1,40	-0,4	1,51	-0,07
9,0	1,56	-0,15	1,36	-0,8	1,46	-0,12

НІР₀₅

0,11

0,08

Зменшення норми висіву з 7,0 до 5,0 млн насінин на гектар як у 2015 р., так і у 2016 р. призводило до істотного недобору врожаю, який, в середньому за два роки, становив 0,2 т/га або 12,4%. Підвищення норми висіву насіння до 8,0 млн насінин на гектар супроводжувалося неістотним зниженням врожайності, яке у 2015 та 2016 роках складало відповідно 0,10 і 0,04 ц/га при $НР_{05} = 0,11$ і 0,08 т/га відповідно.

Подальше підвищення норми висіву насіння до 9,0 млн насінин на гектар супроводжувалося істотним зниженням врожайності насіння (на 0,15 т/га у 2015 році та на 0,08 т/га у 2016 році) порівняно з контролем.

Оптимальною нормою висіву для льону олійного є така, що створюється при висіві 6,0 млн штук схожих насінин на гектар. За таких умов льон олійний формує найвищу насіннєву продуктивність посіву.

Дослідним шляхом встановлено, що вміст олії в насінні льону олійного мало залежав від густоти його посівів. Отримані експериментальні дані (табл. 3) свідчать, що вміст олії в насінні льону сорту Дебют у 2016 році, залежно від густоти посіву, був у межах 38,93–40,22%. Підвищення густоти посіву за рахунок норми висіву насіння від 6,0 до 7,0 млн схожих насінин на гектар забезпечувало збільшення вмісту олії в насінні на 0,06%. Подальше збільшення норми висіву до 8,0 млн призводило до мало помітного зниження вмісту олії в насінні. Аналогічна ситуація була відмічена і в 2015 році, коли найвищий вміст олії був виявлений у варіанті з нормою висіву 6,0 млн шт. насінин/га.

Льон олійний є культурою, яка вирощується заради отримання високого врожаю насіння з високим вмістом в ньому олії і, як наслідок, від цих складових залежить і її вихід з одиниці площі.

Найменший вихід олії з насіння льону був одержаний при висіві 5,0 млн штук насіння на гектар. Це напряду залежало від одержаного невисокого врожаю з меншим вмістом олії в насінні. Причому з підвищенням густоти рослин у посівах відмічена тенденція до підвищення вмісту олії в насінні, а тому і збільшення її виходу з одиниці площі.

Таблиця 3. Вплив норм висіву на олійність насіння льону та вихід олії з 1 га

Норма висіву насіння, млн шт./га	2015 р.	2016 р.	Середнє за 2015–2016 рр.	Приріст до контролю
1	2	3	4	5
Вміст олії, %				
5,0	37,43	38,93	38,18	-1,12
6,0	38,45	40,16	39,30	-0,06
7,0 (к)	38,39	40,22	39,30	–
8,0	37,84	40,15	39,00	-0,30

Закінчення таблиці 2

1	2	3	4	5
9,0	37,58	39,20	38,39	-0,91
Вихід олії, т				
5,0	5,68	5,10	0,539	-0,079
6,0	6,68	5,96	0,632	+0,014
7,0 (к)	6,58	5,78	0,618	–
8,0	6,09	5,63	0,586	-0,032
9,0	5,88	5,32	0,560	-0,058

Причому з підвищенням густоти рослин у посівах відмічена тенденція до підвищення вмісту олії в насінні, а тому і збільшення її виходу з одиниці площі.

Порівнюючи норми висіву насіння видно, що в середньому за роки досліджень найменший вихід олії з одиниці площі за норми висіву 5,0 млн шт./га, а при 7,0 і 6,0 млн шт./га вихід олії знаходився майже на одному рівні. При висіві 7,0 млн шт./га урожайність насіння, порівнюючи з нормою 6,0 млн шт./га, дещо нижча, але олійність дещо вища і в загальному заліку вихід олії знаходився приблизно на одному рівні. Варіанти, з нормою висіву 9,0 млн шт./га насінин забезпечили дещо нижчий вихід олії з кожного гектара, і за рахунок недобору врожаю, валовий збір олії з них був менший, порівняно із варіантами норм висіву 7,0 та 8,0 млн шт./га.

Проведені дослідження щодо впливу густоти посіву льону олійного свідчать про те, що, за допомогою обґрунтованого використання цього агрозаходу, можна суттєво змінювати умови вирощування для забезпечення максимального економічно доцільного врожаю насіння льону з підвищеним вмістом та виходом олії з одиниці площі.

Аналіз даних економічної ефективності різних норм висіву (табл. 4) показав, що при висіві 5,0 млн шт./га прибуток склав 3940 грн/га, при 6,0 млн шт./га – 5431 грн/га, при 7,0 млн шт./га – 5017 грн/га і при 8,0 млн шт./га – 4285 грн/га. Найменший прибуток з усіх норм висіву насіння отримали при сівбі 9 млн шт. насінин/га.

Порівняння варіантів з різними нормами висіву засвідчило, що найбільші затрати було одержано при висіві 9,0 млн шт./га, а найменші – при висіві 5,0 млн шт./га схожого насіння, що пов'язано з високими витратами на вирощування, а головним чином за рахунок витрат на закупівлю насіння. Саме через це норма висіву в 9 млн виявилася найменш прибутковою.

Таблиця 4. Економічна ефективність вирощування льону олійного залежно від норм висіву насіння, середнє за 2015–2016 рр. *

Показники	Норми висіву, млн шт./га				
	5,0	6,0	7,0(к)	8,0	9,0
Урожайність з 1 га, ц	14,1	16,1	15,8	15,1	14,6
Прибавка врожаю, ц	-1,7	0,3	—	-0,7	-1,2
Матеріально-грошові витрати на 1 га, грн	7340	7449	7623	7795	7969
Собівартість 1 ц, грн	521	463	482	516	546
Ціна реалізації 1 ц, грн	800	800	800	800	800
Вартість продукції за ціною реалізації, грн./га	11280	12880	12640	12080	11680
Умовно-чистий прибуток, грн./га	3940	5431	5017	4285	3711
Рівень рентабельності, %	53,7	72,9	65,8	55,0	46,6

*Розрахунок виконано в цінах 2016 року

Собівартість насіння найменшою була при сівбі 6,0 млн насінин/га льону.

Рівень рентабельності одержаної продукції льону за умов висіву 5,0 млн шт./га насіння становив 53,7%, при 6,0 млн шт./га – 72,9%, 65,8% при висіві 7,0 млн штук насінин на гектар, 55,0% при 8,0 млн шт./га та 46,6% при сівбі 9,0 млн насінин на гектар.

Аналіз даних економічної ефективності різних норм висіву показав, що найбільші затрати без прибутку з усіх норм висіву насіння отримали при сівбі 9 млн шт. насінин/га, що пов'язано з високими витратами на закупівлю насіння.

Найменшу собівартість насіння (463 грн/ц), найвищий рівень рентабельності (72,9%) при середніх затратах в досліді (7449 грн/га) можна одержати при вирощуванні льону олійного з нормою висіву 6,0 млн насінин/га.

Отже, економічно вигідними є варіант з нормою висіву в 6,0 млн шт. схожих насінин на 1 га.

Висновки та перспективи подальших досліджень

Оптимальною нормою висіву для льону олійного є 6,0 млн штук схожих насінин на гектар. За таких умов льон олійний формує найвищу урожайність, найбільший вихід олії з гектара та забезпечує найвищий економічний ефект.

На перспективу планується вивчення впливу норм висіву насіння на умови вирощування та продуктивність льону олійного за різної ширини міжрядь.

Література

1. Зінченко О. І. Рослинництво : підручник / О. І. Зінченко. – Умань: Сочінський М.М., 2016. – 612 с.
2. Льонарство : підручник / В. Г. Дідора, А. С. Малиновський, О. А. Дереча [та ін.] ; за ред. В. Г. Дідори. – Житомир : ЖНАЕУ, 2008. – 488 с.

3. Карпець І. П. Льон / І. П. Карпець, В. В. Лихочвор, Р. Р. Проць. – Львів, 2004. – С. 3–35.
4. Яковенко Т. М. Продуктивність льону олійного залежно від норм висіву і способу сівби в умовах південного Степу України / Т. М. Яковенко, Ю. М. Гобеляк // Зб. наук. пр. Уманського держ. аграр. ун-ту. Агрономія. – 2007. – Вип. 65, ч. 1. – С. 203–208.
5. Льон олійний: біологія, сорти, технологія вирощування / А. В. Чехов, О. М. Лапа, Л. Ю. Міщенко, І. О. Полякова – К. : Українська академія аграрних наук; Інститут олійних культур, 2007. – 59 с.
6. Лихочвор В. В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур / В. В. Лихочвор. – 2-е вид., випр. – К.: Центр навч. л-ри, 2004. – 808 с.
7. Дрозд О. М. Технології вирощування льону олійного // Вісник аграрної науки. – 2007. – № 7. – С. 24 – 26
8. Основи наукових досліджень в агрономії : підручник / за ред. В. О. Єщенко. – К.: Дія, 2005. – 288 с.

УДК 633.13:631.82:579.83

В. І. Троценко

Д. С.-Г. Н.

В. О. Ільченко

К. С.-Г. Н.

Сумський національний аграрний університет

ЯКІСТЬ ЗЕРНА ВІВСА ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

У статті встановлено високу ефективність сумісного застосування бактеріальних препаратів та внесення мінеральних добрив у сортових технологіях вирощування вівса. Визначено, що передпосівна обробка насіння композицією препаратів діазофіт та мікрогумін у варіанті з використанням мінеральних добрив за схемою $N_{60}P_{60}K_{60} + 2 \times N14HPз$ у фазі куціння та викидання волоті забезпечує збільшення показників натури зерна в середньому на 5,0 % у плівчастих та 6,3 % у голозерних сортів. Використання наведеної технологічної схеми вирощування вівса дозволяє збільшити вміст білку в середньому на 11,0 % у плівчастих та на 10,5 % у голозерних сортів.

Ключові слова: овес, сорт, вміст білка, натура зерна, способи удобрення, бактеріальні препарати.

Постановка проблеми

Овес є традиційною для України культурою. Протягом тривалого періоду посівні площі під культурою її сортове та технологічне забезпечення визначалося

3. Карпець І. П. Льон / І. П. Карпець, В. В. Лихочвор, Р. Р. Проць. – Львів, 2004. – С. 3–35.
4. Яковенко Т. М. Продуктивність льону олійного залежно від норм висіву і способу сівби в умовах південного Степу України / Т. М. Яковенко, Ю. М. Гобеляк // Зб. наук. пр. Уманського держ. аграр. ун-ту. Агрономія. – 2007. – Вип. 65, ч. 1. – С. 203–208.
5. Льон олійний: біологія, сорти, технологія вирощування / А. В. Чехов, О. М. Лапа, Л. Ю. Міщенко, І. О. Полякова – К. : Українська академія аграрних наук; Інститут олійних культур, 2007. – 59 с.
6. Лихочвор В. В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур / В. В. Лихочвор. – 2-е вид., випр. – К.: Центр навч. л-ри, 2004. – 808 с.
7. Дрозд О. М. Технології вирощування льону олійного // Вісник аграрної науки. – 2007. – № 7. – С. 24 – 26
8. Основи наукових досліджень в агрономії : підручник / за ред. В. О. Єщенко. – К.: Дія, 2005. – 288 с.

УДК 633.13:631.82:579.83

В. І. Троценко

Д. С.-Г. Н.

В. О. Ільченко

К. С.-Г. Н.

Сумський національний аграрний університет

ЯКІСТЬ ЗЕРНА ВІВСА ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

У статті встановлено високу ефективність сумісного застосування бактеріальних препаратів та внесення мінеральних добрив у сортових технологіях вирощування вівса. Визначено, що передпосівна обробка насіння композицією препаратів діазофіт та мікрогумін у варіанті з використанням мінеральних добрив за схемою $N_{60}P_{60}K_{60} + 2 \times N14HPз$ у фазі куціння та викидання волоті забезпечує збільшення показників натури зерна в середньому на 5,0 % у плівчастих та 6,3 % у голозерних сортів. Використання наведеної технологічної схеми вирощування вівса дозволяє збільшити вміст білку в середньому на 11,0 % у плівчастих та на 10,5 % у голозерних сортів.

Ключові слова: овес, сорт, вміст білка, натура зерна, способи удобрення, бактеріальні препарати.

Постановка проблеми

Овес є традиційною для України культурою. Протягом тривалого періоду посівні площі під культурою її сортове та технологічне забезпечення визначалося

переважанням кормового (фуражного) напряму використання. Частка урожаю, що використовувалась для більш глибокої переробки складала не більше 0,5–1,0%.

Зміни в підходах до годівлі тварин зумовили стійку тенденцію до скорочення валових обсягів виробництва вівса в світі. За даними міжнародної організації ФАО, світове виробництво цієї культури за період із 1960 до 2016 скоротилося із 55,9 до 22,8 млн т або на 59,2 % [10]. В Україні темпи зменшення валового виробництва зерна та скорочення посівних площ мають більш виражений характер. Так, лише за період 2011–2015 років посівні площі скоротилися із 287,9 до 121,5 тис. га тобто на 26,2 %. Одночасно з процесом зменшення валових обсягів виробництва спостерігається зміна напряму використання урожаю вівса із кормового на харчовий. Наразі частка не кормового використання урожаю (за даними різних джерел) складає від 15 до 26 %. Підставою до зростання продовольчого використання вівса є збалансований хімічний склад зерна, що робить його незамінним у дієтичному харчуванні та виробництві екологічно чистої продукції. У селекційному та технологічному аспектах ця тенденція посилюється розширенням асортименту голозерних сортів, поглибленням досліджень направлених на біологізацію їх вирощування. Останній фактор все частіше розглядається як необхідна умова отримання якісної продукції [1, 6, 9].

Комплекс факторів формування сучасної культури вівса, розширення переліку біопрепаратів та виробничих методів їх використання зумовлюють необхідність проведення експериментальних досліджень з оптимізації технологічного забезпечення культури та виявлення важелів ефективного управління показниками якості продукції.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Урожайність зернових культур залежить від елементів продуктивності посіву, а саме кількості продуктивних стебел на одиниці площі, кількості і маси зернівок у волоті та маси 1000 насінин. Дослідженнями багатьох авторів встановлено, що співвідношення структурних параметрів посіву залежить від природи сорту та комплексу факторів середовища. Біологізація окремих елементів технологій впливає на інтенсивність ростових і фізіологічних процесів в онтогенезі рослин вівса, що супроводжується підвищенням урожайності та якості продукції. При цьому відмічені позитивні зміни як технологічних характеристик зерна (натура, плівчастість), так і вмісту білка та вітамінів, що значно підвищує його біологічну цінність [3, 5]. У дослідях Василюки Н. Д. та Васильченко О. В. встановлено, що за рахунок застосування поліфункціонального біологічного препарату Мікрогумін рівень азотного удобрення можна зменшити на 20 кг/га д. р. Так, найбільший приріст урожайності вівса голозерного від бактеризації (0,65–0,77 т/га) отримано при дозах повного удобрення $N_{20}P_{60}K_{60}$ та $N_{40}P_{60}K_{60}$ [2, 8].

Мета, завдання та методика досліджень

Метою дослідження було визначення найбільш ефективних схем контролю показників якості зерна вівса за рахунок використання біопрепаратів та мінеральних добрив.

Дослідження проводилися впродовж 2012–2014 років на базі навчального науково-виробничого комплексу Сумського національного аграрного університету, що знаходиться в північно-східній частині Лісостепу України. У досліді вивчали дію та взаємодію трьох факторів:

А – сорт вівса (плівчастий – Закат, Бусол; голозерний – Скарб України, Саломон, Самуель); В – дози мінеральних добрив (без добрив – контроль (БД*); $N_{60}P_{60}K_{60}$; $N_{60}P_{60}K_{60}$ + позакореневе підживлення Нутривант Плюс зерновий 2 кг/га + Карбамід 30 кг/га (N_{14}) у фазі кушіння ($N_{60}P_{60}K_{60}$ + N_{14} НПз*); $N_{60}P_{60}K_{60}$ + позакореневе підживлення Нутривант Плюс зерновий 2 кг/га + Карбамід 30 кг/га (N_{14}) у фазі кушіння та у фазі викидання волоті ($N_{60}P_{60}K_{60}$ + $2 \times N_{14}$ НПз*) передпосівна обробка насіння бактеріальними препаратами (без обробки; С – контроль (БО*); Діазофіт (100 мл / 1 га норми насіння) (Д*); Мікрогумін (200 г / 1 га норми насіння) (М*); композиція Діазофіт (100 мл / 1 га норми насіння) + Мікрогумін (200 г / 1 га норми насіння) (Д + М*).

Агротехніка вирощування вівса в досліді була загальноприйнятою для Лісостепу України, окрім агрозаходів, що досліджували. При плануванні і проведенні досліджень керувалися загальноприйнятими методиками.

Результати досліджень

Наразі якість урожаю вівса визначається умовами ДСТУ 4693:2008 [7]. Основними контрольованими параметрами цього стандарту є показники натурн зерна та вмісту білка. Так, зерно 1-го класу (круп'яного напрямку) має натурну масу зерна не менше 550, 2-го класу – 540, 3-го класу – 520 г/л. Оскільки умови стандарту не передбачають генотипової диференціації урожаю, група голозерних сортів має певні преференції оскільки за відсутності квіткових лусок їх зерно має вищі розрахункові показники вмісту білку та вищий показник натурн. Так, середня натурна маса вівса плівчастого коливається в межах від 400 до 550 г/л, голозерного – 500–650 г/л [4].

В одержанні якісного зерна вівса значну роль відіграє оптимізація режиму мінерального живлення. Овес, порівняно з іншими зерновими культурами менш вибагливий до родючості ґрунту завдяки розвинутій кореневій системі та високій поглинаючій властивості коренів. А тому він добре відгукується на внесення добрив. Застосування позакореневого підживлення мінеральними добривами не тільки підвищує продуктивність рослин вівса, а й покращує якість зерна [11, 12].

Так, виявлена залежність натурної маси зерна вівса як від фону мінерального живлення, погодних умов, що склалися у роки вирощування, так і бактеризації насіння. Зокрема, встановлено, що більшою натурна маса вівса була в ті роки, коли формувалася висока урожайність зерна (табл. 1).

Таблиця 1. Натура зерна вівса залежно від мінеральних добрив та бактеріальних препаратів, г/л (середнє за 2012–2014 рр.)

Варіант досліджу		Фактор А					Середнє	
Фактор В	Фактор С	Загат	Бусол	Скарб України	Саломон	Самуель	фактор В	фактор С
Без добрив (к)	Без обробки (к)	468,0	478,1	509,8	506,0	513,0	497,8	509,5
	Діазофіт	471,3	479,6	511,7	507,6	514,3		512,1
	Мікрогумін	472,0	480,7	516,6	508,6	515,8		513,6
	Діазофіт + Мікрогумін	474,0	481,8	517,9	510,9	518,1		515,7
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Без обробки (к)	476,4	488,1	527,3	520,8	528,1	510,4	×
	Діазофіт	478,7	489,6	528,7	522,5	529,8		
	Мікрогумін	479,0	490,3	529,4	524,4	531,8		
	Діазофіт + Мікрогумін	482,2	491,4	531,9	525,1	532,5		
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + N ₁₄ НПЗ у фазі кущіння	Без обробки (к)	483,5	494,4	529,9	524,4	531,8	516,1	
	Діазофіт	484,9	495,5	534,8	527,8	535,2		
	Мікрогумін	484,8	495,5	535,5	529,4	536,9		
	Діазофіт + Мікрогумін	486,2	499,6	539,4	530,4	541,7		
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + 2×N ₁₄ НПЗ у фазі кущіння та викидання волоті	Без обробки (к)	485,6	505,5	542,8	534,7	542,3	526,6	
	Діазофіт	489,8	509,5	545,4	538,7	546,3		
	Мікрогумін	490,9	510,6	548,4	541,7	549,3		
	Діазофіт + Мікрогумін	493,4	511,0	550,7	545,7	551,2		
Середнє фактор А		481,3	493,8	531,2	524,9	532,4	×	×
Коефіцієнт варіації (V), %		11,6	12,2	12,6	11,7	12,7	×	×

У середньому за 2012–2014 роки натура зерна плівчастих сортів Загат та Бусол змінювалась у діапазоні відповідно від 468 до 493 г/л та від 478 до 511 г/га. У голозерного вівса показник коливався у сорту Скарб України в межах 510–550 г/л, сорту Саломон – 506–546 г/л та сорту Самуель – 513–550 г/л (рис. 1.).



*– 1 – Скарб України; 2 – Саломон; 3 – Самуель; 4 – Бусол; 5 – Закат.

Рис. 1. Зернівка вівса плівчастого та голозерного

Внесення мінеральних добрив дозою $N_{60}P_{60}K_{60}$ у середньому по роках та сортах сприяло збільшенню натури зерна на 12,6 г (510,4 г/л). Найбільшою натурна маса зерна у середньому по сортах (526,6 г/л) була на варіантах з внесенням $N_{60}P_{60}K_{60}$ та проведенням позакоренових підживлень у фазі кушіння і викидання волоті.

Передпосівна обробка насіння препаратами Діазофіт та Мікрогумін порівняно з контролем забезпечувала підвищення натури зерна вівса відповідно на 3,6 та 4,1 г. Максимальна натура зерна у розрізі бактеріальних препаратів була зафіксована у варіантах із використанням композиції препаратів Діазофіт+Мікрогумін – 6,2 г. Даний факт можна пояснити вищою концентрацією доступних рослинам мінеральних речовин у ґрунті за рахунок симбіотичної дії бактеріальних препаратів.

Слід відмітити, що використання бактеріальних препаратів у поєднанні з мінеральними добривами та позакореновим підживленням посівів вівса у фазі кушіння та викидання волоті забезпечило підвищення натури зерна вівса плівчастого на рівні – 493,4–511,0 г/л та голозерного – 545,7–551,2 г/л. Так, зерно голозерних сортів Скарб України та Самуель за вирощування на фоні $N_{60}P_{60}K_{60}$ з проведенням позакоренових підживлень та передпосівної бактеризації насіння відповідало вимогам ДСТУ першого та другого класу якості.

Біохімічними дослідженнями складу зерна вівса встановлено, що голозерні форми є більш цінними для харчових цілей, оскільки містять високий відсоток білка, жиру та вітамінів. Крім того, для харчової промисловості вони мають перевагу перед плівчастими формами вівса завдяки відсутності плівок. Білки вівса відрізняються від білків пшениці та ячменю підвищеним вмістом незамінних для людини та тварин амінокислот – лізину, аргініну і триптофану.

Встановлено, що вміст білка в зерні вівса за варіантами дослідів змінювався залежно від умов вирощування (табл. 2). Вміст білка в середньому на варіантах

плівчастого вівса без внесення добрив становив 12,86–12,94 %. Вищою кількістю білка характеризувалися голозерні сорти – 15,52–16,01 %, що пояснюється відсутністю кліткових лусок на зернівці.

Таблиця 2. Вміст білка в зерні вівса залежно від мінеральних добрив та бактеріальних препаратів, % (середнє за 2012–2014 рр.)

Варіант досліджу		Фактор А					Середнє	
Фактор В	Фактор С	Закар	Бусол	Скарб України	Саломон	Самуель	фактор В	фактор С
Без добрив (к)	Без обробки (к)	12,22	11,68	15,21	13,99	14,74	497,8	509,5
	Діазофіт	12,30	11,71	15,57	14,03	14,78		512,1
	Мікрогумін	12,32	11,74	15,56	14,06	14,82		513,6
	Діазофіт + Мікрогумін	12,32	11,77	15,58	14,12	14,89		515,7
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Без обробки (к)	13,09	12,55	16,41	14,74	15,66	510,4	×
	Діазофіт	13,12	12,59	16,42	14,79	15,71		
	Мікрогумін	13,13	12,61	16,45	14,84	15,77		
	Діазофіт + Мікрогумін	13,15	12,64	16,49	14,86	15,79		
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + N ₁₄ НПз у фазі кушіння	Без обробки (к)	13,38	12,71	16,71	15,00	15,77	516,1	
	Діазофіт	13,43	12,76	16,82	15,10	15,87		
	Мікрогумін	13,44	12,77	16,88	15,14	15,92		
	Діазофіт + Мікрогумін	13,46	12,87	16,90	15,13	15,91		
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + 2×N ₁₄ НПз у фазі кушіння та викидання волоті	Без обробки (к)	13,51	13,02	17,12	15,30	16,08	526,6	
	Діазофіт	13,54	13,13	17,23	15,41	16,20		
	Мікрогумін	13,55	13,16	17,31	15,49	16,29		
	Діазофіт + Мікрогумін	13,57	13,17	17,45	15,61	16,41		
Середнє фактор А		481,3	13,1	12,6	16,5	14,9	15,7	×

Дослідження показали, що у варіантах з внесенням мінеральних добрив вміст білка в зерні плівчастих сортів вівса зріс на 0,07–0,64 % при його рівні на контролі 12,9 % та на 0,16–1,07 % у голозерних сортів при 15,7 % на контролі. Застосування бактеріальних препаратів забезпечило прибавку показника в середньому сортах вівса на +0,16 %.

Внесення мінеральних добрив дозою $N_{60}P_{60}K_{60}$ збільшувало вміст білка у плівчастих сортів до 13,09–13,21 %, голозерних – 15,66–16,41 %, що було вище від контролю відповідно по видах вівса на 0,23–0,27 та 0,14–0,4 %. Статистично достовірними були прирости вмісту білка при застосуванні позакореневих підживлень у фазі кушіння та повторно у фазі викидання волоті. Рівень білковості зерна при цьому зростав відповідно до 13,18–13,68 та 16,08–17,12 %.

Найбільший вміст білка у плівчастого та голозерного вівса відповідно 13,54 та 16,76 % було зафіксовано у варіантах з бактеризацією насіння композицією препаратів Діазофит і Мікрогумін та внесенням $N_{60}P_{60}K_{60}$ з позакореневим підживленням «Нутривант Плюс зерновий 2 кг/га + карбамід 30 кг/га у фазі кушіння та у фазі викидання волоті».

Таким чином, голозерні сорти вівса становлять більшу цінність порівняно з плівчастими у виробництві сировини для переробної промисловості, що виробляє продукти дитячого та дієтичного харчування.

Висновки та перспективи подальших досліджень

За результатами досліджень встановлено високу ефективність сумісного застосування бактеріальних препаратів та внесення мінеральних добрив у сортових технологіях вирощування вівса. Передпосівна обробка насіння сумішшю препаратів «діазофит + мікрогумін» у варіанті з використанням мінеральних добрив за схемою $N_{60}P_{60}K_{60} + 2 \times N_{14}HPз$ у фазі кушіння та викидання волоті забезпечує збільшення показників натури зерна в середньому на 5,0 % у плівчастих та 6,3 % у голозерних сортів. Використання такої технологічної схеми дозволяє збільшити вміст білку в середньому на 11,0 % у плівчастих та на 10,5 % у голозерних сортів.

Література

1. Белкина Р. И. Выход крупы и ее качество у сортов овса в условиях Северного Зауралья / Р. И. Белкина, М. И. Марикова // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 3. – С. 28–30.
2. Василюка Н. Д. Ефективність Мікрогуміну при вирощуванні вівса голозерного сорту Скарб України за різних рівнів азотного живлення / Н. Д. Василюка, О. В. Васильченко // Сільськогосподарська мікробіологія : міжвід. темат. наук. зб. – 2013. – Вип. 17. – С. 119–125.
3. Карпова Г. А. Урожайность, технологические и физиолого-биохимические показатели зерна овса при использовании регуляторов роста и бактериальных препаратов / Г. А. Карпова // Известия ПГПУ им. В. Г. Белинского. Сер. Естественные науки. – 2012. – № 29. – С. 323–327.
4. Матрос О. П. Голозерный овес. Перспективный напрям селекції культури / О. П. Матрос, В. Ф. Кекух, І. О. Кобижча // Насінництво. – 2009. – № 1. – С. 7–8.

-
5. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика : монографія / В. В. Волкогон, О. В. Надкернична, Т. М. Ковалевська [та ін.]. – К. : Аграр. наука, 2006. – 312 с.
 6. Амінокислотний склад білків зерна різних сортотипів вівса / Р. М. Мукоїд, Н. О. Ємельянова, А. І. Українець, І. М. Свидинюк // Харчова промисловість. – 2009. – № 8. – С. 14–16.
 7. Овес. Технічні умови : ДСТУ 4963:2008 – [Чинний від 2009-01-07]. – К. : Держстандарт України, 2010. – 13 с. – (Національні стандарти України).
 8. Павленко Т. В. Урожай та якість зерна вівса залежно від умов мінерального живлення / Т. В. Павленко // Наукові праці / МДГУ ім. Петра Могили. – 2008. – № 69. – С. 47–49.
 9. Пестряков А. М. Изменение урожайности и качества зерна овса под влиянием удобрений / А. М. Пестряков, В. Д. Рощина // Зерновое хозяйство. – 2003. – № 1. – С. 17–18.
 10. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Faostat. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/Q/QC/E>. – Назва з екрана.
 11. Cuddeford D. Naked oat for food in OATS The New Direction evergreen publishing limited on behalf of Semundo limited / D. Cuddeford. – London, Chapman & Hall, 1990. – 54 p.
 12. Welch R. W. The chemical composition of oats. The oat crop : Production and utilization / R. W. Welch. – Chapman and Hall, 1995. – 320 p.
-

Лісівництво

УДК 581.137.4

О. М. Гнатюк

аспірант*

Е. М. Кавун

к. б. н.

Вінницький національний аграрний університет

ОСОБЛИВОСТІ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ОМЕЛИ БІЛОЇ (*VISCUM ALBUM L.*) У ПРИДОРОЖНИХ ЛІСОСМУГАХ ЛІСОСТЕПУ ТА ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

У статті наведено результати досліджень особливостей розповсюдження омели білої (*Viscum album L.*), в придорожніх лісосмугах Лісостепу та Полісся України в межах Вінницької, Житомирської та Черкаської областей. Визначено ступінь її негативного впливу на видовий склад в межах лісосмуг. Встановлений видовий склад дерев та кущів, що уражаються напівпаразитом, виявлені характерні особливості інвазійних процесів на різних територіях. Визначені найбільш вразливі до омели види та такі види, що не уражені омелою. Проведений аналіз 1699 дерев та кущів показав, що 30% з них уражені омелою білою. Було досліджено 34 види дерев і кущів на предмет їх інвазії омелою білою. Серед них 15 видів були інвазованими. Це складає 44% від їх загальної кількості. Деякі види досягли катастрофічного ураження омелою, що веде до їх всихання. Серед них деякі види тополь, горобина звичайна, липа серцелиста. Запропоновані шляхи зниження впливу омели білої на придорожні лісосмуги.

Ключові слова: омела біла, *Viscum album L.*, розповсюдження омели, Лісостеп, Полісся, видова інвазія омели, територіальна інвазія омели, напівпаразит.

Постановка проблеми

Автомобільні дороги є важливим фактором розвитку нашої держави. Утримання їх функціонального стану на належному рівні є важливим завданням. Мінімізувати антропогенне навантаження транспорту на довкілля, а також зберегти стан доріг дозволяють придорожні лісосмуги. Останнім часом спостерігається збільшення негативного впливу напівпаразита деревних порід омели білої на зелені насадження, зокрема і на придорожні захисні лісосмуги.

Метою даного дослідження є вивчення особливостей розповсюдження омели білої на території Лісостепу та Полісся України. Це пов'язано із швидким розповсюдженням цього паразитуючого виду, який захоплює не тільки нові території, але й поширюється на нові види дерев та кущів, що представляє суттєву загрозу зеленим насадженням [1, 2]. Омела біла є напівпаразитом, оскільки воду та мінеральні речовини отримує від дерева-хазяїна, а органічні речовини синтезує за рахунок власної системи фотосинтезу [3, 4].

© О. М. Гнатюк, Е. М. Кавун

*Науковий керівник – к. б. н., професор Е. М. Кавун

Об'єктом нашого дослідження є придорожні насадження та лісосмуги вздовж доріг, переважно у Вінницькій та Житомирській областях. Лісосмуги відіграють важливу роль у затриманні снігу, ослабленні сили вітру, стабілізації ґрунтів, водного обміну, а також в озелененні доріг і оптимізації мікроклімату, тому їх стан та зовнішній вигляд мають велике значення в ландшафтоутворенні [5, 6].

Лісосмуги знаходяться під потужним антропогенним впливом з боку автомобільного транспорту. Разом з фізичним навантаженням хімічні фактори істотно змінюють стан зелених насаджень, впливають на їх можливості до самозахисту. Це, насамперед, викиди відпрацьованого палива з високим вмістом цілої низки забруднювачів, таких як оксиди азоту, сірки, сполуки свинцю, продукти неповного окислення вуглеводнів, пилу та інших факторів [7, 8, 9]. Все це, в певною мірою, сприяє поширенню омели в межах цих штучних екосистем [10]. З цієї причини вивчення їх стану на фоні впливу антропогенних та біогенних факторів, включаючи і ступінь їх ураження омелою є важливим завданням.

Поблизу доріг переважно висаджуються такі види дерев, які добре витримують антропогенний тиск, швидко ростуть, мають гарні естетичні характеристики. Це, переважно, різні види тополь (чорна, біла, пірамідальна тощо), акація біла, липа серцелиста та деякі інші [11, 12].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Шкідливий вплив омели білої на зелені насадження був проведений деякими науковцями. Зокрема певні аспекти інвазії омелою дерев у межах одного виду чи родини дослідили і описали Ю. О. Рум'янков [13], І. Д. Василенко, Л. М. Філіпова, Я. Д. Фучило [4], А. М. Сухініч, Г. В. Муж [14], І. О. Рибалка, Ю. І. Вергелес, І. М. Коваль [15].

Більш широко ситуація ураження паркових та рекреаційних зон певних територій охарактеризували В. В. Іванців, О. Я. Іванців [16], В. П. Шлапак, Н. І. Козак, Ю. Ф. Терещенко, В. А. Вітенко, Г. І. Музика [17], І. О. Рибалка, Ю. І. Вергелес [18], Н. Ю. Таран, Н. Б. Светлова, Л. М. Бацманова, В. З. Улинець, В. В. Ганчурін [1].

Мета, завдання та методика дослідження

Об'єктом досліджень були популяції омели білої на різних виділених лісосмугах вздовж доріг, що уражені даним напівпаразитом.

Для дослідження розповсюдження омели ми обирали такі ділянки насаджень вздовж доріг, дерева на яких були під значним впливом напівпаразита. Це насадження вздовж доріг поблизу сіл Якушинці, Мізяківські Хутори, Вороновиця, Стрижавка, Дорожне (Вінницька область); поблизу села Гуйва, смт Новогуйвинськ (Житомирська область) між селами Млини та Повч Лугинського району Житомирської області; також насадження вздовж шосе Київ-Житомир між селами Мрія та Мила у Київській області, насадження вздовж

дороги між Каневом та с. Гришківці, а також Канівським заповідником та с. Пекарі Черкаської області. Це дозволило виявити загальні тенденції поширення омели на цих територіях і визначити ті види дерев, які в найбільшій мірі вражаються омелою, за умов підвищеного техногенного впливу.

Для вивчення ступеню інвазії окремих дерев омелою ми використовували наступні критерії: види дерев, наявність на них омели, кількість її кущів, ступінь атрофічних змін у кроні. При цьому враховували лише ті дерева, що мали діаметр стовбура понад 15 сантиметрів на висоті 1,3 метра. Первинні дані включали інформацію щодо видового складу дерев і кущів на певній території, їх кількість та ступінь їх ураження. Подальша обробка отриманих даних дає можливість визначити ступінь ураження омелою окремих видів та розповсюдження омели в цілому на території, що досліджувалася.

Нами визначалися такі особливості інвазії омелою білою насаджень як коефіцієнт видової інвазії ($C_{sp.}$) та коефіцієнт територіальної інвазії ($C_{tot.}$). Дані показники вираховувалися за визначеними ступенями інвазії та пошкодження конкретних дерев за відповідними формулами. Порівнюючи та узагальнюючи видову та територіальну інвазію, ми маємо можливість дати узагальнену оцінку поширення омели. Для цього нами пропонується ввести термін «напруженість інвазії», яка вимірюється в умовних балах (таблиця 1). Ці показники прив'язані до коефіцієнтів видової і територіальної (загальної) інвазії і базуються на вивченні розповсюдження омели на великих територіях (наприклад, у межах міста, району, області).

Детальний опис даної методики наведений у нашій попередній статті, де висвітлений вплив омели білої на дерева паркових і рекреаційних зон Лісостепу та Полісся України [19].

Результати досліджень

Нами було детально досліджені придорожні лісосмуги поблизу населених пунктів Мізяківські Хутори, Якушинці, Стрижавка, Дорожнє, Вороновиця (Вінницька область) та Гуйва (Житомирська область), (див. табл. 1).

Таблиця 1. Загальна характеристика інвазії омелою білою досліджених придорожних насаджень

№ з/п	Вид	Загальна кількість дерев видів, що уражені омелою	Кількість уражених омелою дерев	% уражених омелою дерев	Коефіцієнт видової інвазії $C_{sp.}$ (в балах інвазії)	Коефіцієнт порівняння інвазії $K_{sp.}$ (в умовних одиницях)
1	2	3	4	5	6	7
	Об'єкт №1. с. Мізяківські Хутори (Вінницька область)					
1	Тополя біла	168	4	2,4	0,7	18
2	Горобина звичайна	106	61	57,5	3,9	100*
3	Ясен звичайний	90	2	2,2	0,04	1
4	Глід колючий	73	20	27,4	0,06	2

Закінчення таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7
5	Клен цукровий	58	7	12,1	0,31	8
6	Яблуня домашня	43	4	9,3	0,23	6
7	Акація біла	17	2	11,8	2,0	50
8	Липа серцелиста	11	4	36,4	1,27	32
9	Верба ламка	9	1	11,1	0,22	6
	Всі дерева території	744	105	14,1		
Об'єкт №2.		с. Дорожнє (Вінницька область)				
1	Ясен звичайний	104	12	11,5	0,5	4
2	Тополя чорна	29	27	93,1	12,3	100*
3	Глід колючий	15	2	13,3	0,7	6
4	Липа серцелиста	8	1	12,5	0,5	4
	Всі дерева і кущі території	286	42	14,7		
Об'єкт №3.		с. Якушинці (Вінницька область)				
1	Липа серцелиста	129	121	93,4	9,9	100*
2	Ясен звичайний	36	1	2,8	0,22	2
3	Акація біла	19	2	10,5	0,32	3
	Всі дерева і кущі території	277	124	44,8		
Об'єкт №4.		с. Вороновиця (Вінницька область)				
1	Липа серцелиста	110	84	76	6,2	77
2	Глід колючий	3	1	33	1,3	16
3	Верба ламка	1	1	100	2	25
4	Акація біла	10	2	20	1,4	18
5	Яблуня домашня	6	3	50	4,7	59
6	Клен американський	6	1	17	0,4	5
7	Клен польовий	1	1	100	8	100*
	Всього дерев і кущів території	192	93	48		
Об'єкт №5.		с. Стрижавка (Вінницька область)				
1	Тополя чорна	16	16	100	7,4	100*
2	Акація біла	9	3	33	1,1	15
3	Верба ламка	3	3	100	4,7	64
4	Тополя пірамідальна	57	1	1,8	0,14	2
	Всі дерева і кущі території	96	23	24		
Об'єкт №6.		с. Гуйва (Житомирська область)				
1	Тополя чорна	42	42	100	11,9	100*
2	Акація біла	10	6	66,7	0,8	7
3	Яблуня домашня	9	9	100	4,4	37
4	Тополя бальзамічна	8	8	100	8,0	67
5	Липа серцелиста	5	2	66,7	0,8	7
6	Груша садова	5	4	80	2,0	17
7	Алича	3	3	100	2,0	17
8	Клен цукровий	3	2	66,7	1,5	13
	Всі дерева і кущі території	104	76	73		
* – за 100 у. о. приймали максимальний коефіцієнт видової інвазії для максимально ураженого виду відповідних територій. Значення для інших видів визначали як долю до K_{sp} максимального.						

Об'єкт № 1. На території в межах придорожньої лісосмуги поблизу с. Мізяківські Хутори (Вінницька область) знаходяться 744 дерева та куща, що відносяться до 19 видів. Найбільш численними є тополя, береза повисла, горобина звичайна, ясен звичайний, глід колючий. Ураженими омелою на даній території є 9 видів, що становить 47% від загальної їх кількості. Серед них є горобина звичайна (високий рівень), липа серцелиста (середній рівень), тополя біла, ясен звичайний, глід колючий, клен цукровий, яблуня домашня, акація біла, верба ламка (всі низький рівень). Всього омелою білою уражено 105 дерев та кущів, що становить 14% від їх загальної кількості. Невисокий бал інвазії тополі білої на цій території, пов'язане з переважанням молодих дерев, які були майже не уражені омелою. Відмічено високий рівень ураження у горобини звичайної (понад 57% дерев), які мають також високий ступінь атрофічних процесів. На рисунку 1А видно, що найвищі показники кількісного ураження дерев мають горобина звичайна, глід колючий та липа серцелиста. Ці самі види (крім глоду) мають і найвищий ступінь видової інвазії. Глід колючий, ясен звичайний, яблуня домашня та верба ламка мають низькі показники інвазії. Переважання частки уражених кущів глоду над коефіцієнтом видової інвазії говорить про рівномірне ураження омелою цього виду на даній території. Для акації спостерігається протилежна ситуація – C_{sp} переважає частка уражених дерев, що свідчить про те, що лише деякі дерева уражені значною мірою.

Об'єкт № 2. У придорожній лісосмузі поблизу с. Дорожнє (Вінницька область) знаходяться 286 дерев та 14 видів кущів. Ураженими омелою білою є 4 види: тополя чорна (катастрофічний рівень), а також глід колючий, липа серцелиста та ясен звичайний (всі низький рівень), що становить 29% всіх видів на цій території (рис. 1В). Ураженими омелою білою є 42 дерева та куща, це 15% від їх загальної кількості. Катастрофічний стан тополі чорної пояснюється значним віком рослин, які майже всі (93,1%) є сильно ураженими омелою білою та мають значні пошкодження крони. Досить невисокий ступінь інвазії ясена звичайного пов'язаний з домінуванням молодих дерев. Доля уражених омелою дерев добре корелює з коефіцієнтом видової інвазії. Тополя чорна має великий відсоток уражених дерев, які одночасно мають і високий ступінь ураження.

Об'єкт № 3. У лісосмузі поблизу с. Якушинці (Вінницька область) знаходяться 277 дерев та 13 видів кущів. Кількісно переважає липа серцелиста. Ураженими омелою білою є три види: липа серцелиста (катастрофічний рівень), ясен звичайний і акація біла (низький рівень), що разом становить 23% від загальної кількості видів, що проростають на цій території.

Кількість уражених омелою білою дерев – 124, що становить 45% їх загальної кількості. Катастрофічний стан липи серцелистої пов'язаний із майже повним переважанням старих дерев (93,4%), які несуть велику кількість кущів омели та мають істотно атрофовану крону. Невисокі показники інвазії для ясена звичайного також пов'язані з переважанням молодих дерев на цій території (Рис. 1С).

На гістограмі добре видно високий ступінь ураження дерев липи серцелистої як в абсолютній кількості дерев, так і за коефіцієнтом видової інвазії.

Об'єкт № 4. У придорожних насадженнях поблизу с. Вороновиця (Вінницька область) переважає липа серцелиста. Загалом у межах даної ділянки проростають 194 дерева та куща, які відносяться до 22 видів. Ураженими омелою білою є 7 видів, що становлять 7% від загальної їх кількості: липа серцелиста, яблуня домашня, глід колючий, клен американський, акація біла, верба ламка та клен польовий. Значний ступінь ураження липи серцелистої пояснюється значним переважанням старих дерев над молодими та високою її чутливістю до омели. Невисокий рівень ураження акації білої пояснюється переважанням молодих дерев. Клен польовий представлений лише одним деревом (табл. 3) і має високий рівень інвазії. Верба ламка також представлена одним екземпляром, з невисоким коефіцієнтом видової інвазії. Звертає на себе увагу потужне ураження липи серцелистої, яке сягає катастрофічного рівня і це стосується всієї популяції із 110 дерев. Яблуня представлена 6-ма екземплярами і має помірне ураження омелою (Рис. 1D).

Об'єкт № 5. У придорожній лісосмузі, що знаходиться у с. Стрижавка, знаходяться 96 дерев 9-и видів. Ураженими омелою є 23 дерева даної території, що становить 24% від їх загальної кількості (рис. 1E). Із 9-и видів ураженими омелою є 4, а саме: тополя чорна, акація біла, верба ламка, тополя пірамідальна. Тополя чорна та верба ламка мають катастрофічний ступінь ураження омелою, акація біла – середній, тополя пірамідальна – низький. Тополя чорна та верба ламка мають суцільне ураження омелою, що відзеркалюється як у високих показниках інвазії, так і у долі уражених дерев.

Об'єкт № 6. У придорожній лісосмузі поблизу с. Гуйва (Житомирська область) було досліджено 103 дерева та куща 13-и видів. Ураженими є 8 видів: тополя чорна та тополя бальзамічна (катастрофічний рівень), яблуня домашня, клен цукровий, груша звичайна, алича (високий рівень), липа серцелиста і акація біла (середній рівень), що разом становить 62% (рис. 1E).

Ураженими омелою білою є 74 дерева із 104-х, що становить 71%. Дерев таких видів, як тополя чорна, яблуня домашня, тополя бальзамічна та алича повністю уражені омелою білою. Всі види даної території мають досить високий ступінь ураження омелою білою. Для тополі чорної та тополі бальзамічної характерні високі показники видового коефіцієнта інвазії, які сягають катастрофічного значення (12,9 і 8,0 балів відповідно). Досить високий (4,4 бали) ступінь ураження має яблуня домашня. Для інших п'яти видів ступінь інвазії середній та низький.

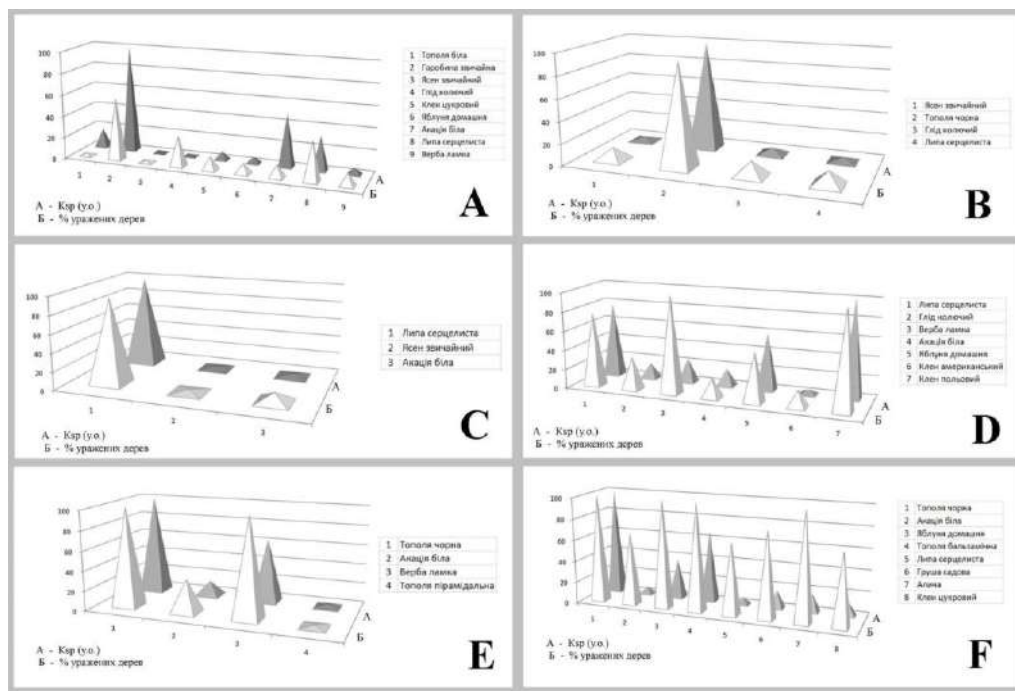


Рис. 1. Порівняння інвазії омелою дерев і кущів за відсотком ураження дерев (А) та коефіцієнтом видової інвазії (Б)

Узагальнення. В межах придорожних лісосмуг нами детально було досліджено 1699 дерев та кущів, які відносилися до 34-х видів. У результаті досліджень виявлено, що омелою білою уражено 15 видів, що становить 44% від загальної їх кількості. Це такі види, як тополя бальзамічна, горобина звичайна, ясен звичайний, глід колючий, клен звичайний, яблуня домашня, акація біла, липа серцелиста, верба ламка, тополя чорна, клен американський, клен польовий, тополя пірамідална, груша звичайна, аліча.

Було виявлено 463 дерев та кущів, які уражені омелою, що становить 27% від загальної кількості усіх дерев та кущів на усіх територіях. Найвищий ступінь ураження був відмічений у таких видів, як липа серцелиста, тополя чорна, горобина звичайна. Інші мали нижчий рівень інвазії. На досліджуваних територіях на таких видах як дуб звичайний, граб звичайний, черешня, вишня, горіх волоський, береза повисла, верба плакуча, абрикос, шовковиця, бузина, слива, вільха чорна, калина ураження омелою не було виявлене. Казати про повну невразливість даних видів не можна, необхідне більш повне дослідження розповсюдження омели на більшій кількості досліджуваних територій.

Нами також були виявлені певні відмінності в особливостях інвазії омелою придорожних насаджень на різних територіях. Так, напруженість видової інвазії

берези повислої у Житомирській, Київській та Черкаській областях місцями сягає катастрофічного рівня, тоді як на досліджених об'єктах Вінницької області не були відмічені. Даний факт може відображати процеси адаптації омели білої в межах субпопуляцій до певного виду дерев-хазяїв, що відзеркалюється в особливостях її поширення на різних територіях.

Важливим фактором що впливає на рівень інвазії, є вік дерева. Так, липа серцелиста, ясен звичайний та тополя біла молодого віку майже не уражаються омелою білою, тоді як дорослі дерева дуже часто мають високий та катастрофічний ступінь ураження.

Окремі види дерев на окремих територіях мають катастрофічний ступінь ураження омелою білою, зокрема тополя чорна (Гуйва – 11,9 бала, Стрижавка – 12,3 бала), тополя бальзамічна (Гуйва – 8 балів), липа серцелиста (Якушинці – 10 балів), що може говорити про початок колапсу даних видів під впливом паразитуючої рослини.

Акація біла, липа серцелиста і, особливо, тополі різних видів відіграють важливу роль у структурі захисних лісосмуг, що пояснюється швидким ростом цих дерев. Одночасно дані види дерев виявилися малостійкими щодо ураження їх омелою. Відповідно лісосмуги вздовж доріг внаслідок поширення на них омели білої та подальшої загибелі дерев, втрачають свій естетичний вигляд та перестають виконувати захисні функції.

Також звертає на себе увагу те, що існують відмінності у чутливості різних видів дерев та кущів до омели. Це виражається у тому, що всихання крони може починатися за різної кількості кущів напівпаразита у кроні конкретного дерева. Витривалими видами є різні види тополь, кленів, яблуні. В той же час, верба ламка, верба плакуча, і, особливо, горобина погано витримують агресію з боку омели.

Омела біла як паразит істотно впливає на рослини, на яких вона розвивається. Цей вплив має багато напрямків, і, в цілому, призводить до ушкодження та всихання дерев та кущів. Омела також збільшує парусність крони дерев, особливо у зимовий період, збільшує вагу гілок, що призводить до того, що вони ламаються під впливом вітру, особливо під час льодоламу в результаті намерзання переохолоджених опадів. Це було особливо помітно на Житомирщині у 2014 році.

Омела впливає на фізіологічні процеси, забирає воду та поживні речовини з рослин-хазяїв і у подальшому призводить до всихання крони.

Ми вважаємо, що для вирішення проблем із шкідливим впливом омели білої на зелені насадження вздовж доріг потрібно терміново проводити наступні заходи:

- постійний моніторинг існуючих насаджень, з метою виявлення нових вогнищ інвазії;
- санація вже інвазованих дерев за помірного та низького ураження;
- санітарне видалення дерев з високим рівнем інвазії;
- насадження таких видів дерев, які є, наразі, умовно толерантними щодо омели.

Висновки та перспективи подальших досліджень

Було досліджено низку придорожніх зелених насаджень Вінницької, Житомирської, Київської, Черкаської областей з метою виявлення характерних ознак їх ураження з боку омели білої. На шести об'єктах проведено детальний аналіз дерев із визначенням балів видової інвазії.

Проведений аналіз 1699 дерев та кущів на предмет визначення особливостей їх інвазії омелою білою. Відсоток уражених дерев від загальної кількості становить 30%. Види, які уражаються, становлять 38% від кількості досліджених.

Найвищий ступінь ураження (високий та катастрофічний) мають такі види, як тополя чорна, тополя бальзамічна, горобина звичайна, липа серцелиста, акація, біла, клен польовий. Яблуня домашня, клен звичайний, клен американський, глід колючий, груша звичайна, верба ламка, ясен звичайний, алича мають нижчі ступені інвазії, які відрізняються на різних територіях. Виявлено 19 умовно толерантних до омели видів, що становить 56 % від загальної їх кількості.

Для берези повислої чітко виявлена територіальна відмінність щодо інвазії цього виду омелою. В багатьох місцях Житомирської, Черкаської та Київської областей вона має катастрофічний ступінь ураження і практично не уражається на Вінниччині в межах досліджуваних територій.

Подальші дослідження слід зосередити на розширенні територій досліджень, вивченні особливостей інвазії омели білої, негативні зміни у процесах життєдіяльності інвазованих дерев та кущів, вивчення видового складу уражених дерев та кущів.

Література

1. Біологія розвитку *Viscum album* L. та екологічний моніторинг її поширення в лісопаркових біоценозах / [Н. Ю. Таран, Н. Б. Светлова, Л. М. Бацманова та ін.] // Український ботанічний журнал. – 2008. – № 2. – С. 242–251.
2. Особливості організації результативної боротьби з омелою білою / [А. І. Івченко, О. П. Божок, І. М. Пацура та ін.] // Наук. вісн. НЛТУ України. – 2014. – № 25. – С. 13–18.
3. Бейлин И. Г. Цветковые паразиты и полупаразиты / И. Г. Бейлин. – М. : Наука, 1968. – 119 с.
4. Василенко І. Д. Боротьба з омелою на деревах тополі у зеленій зоні Білої Церкви / І. Д. Василенко, Л. М. Філіпова, Я. Д. Фучило // Наук. вісн. НЛТУ України. – 2013. – № 23. – С. 31–38.
5. Ткаченко І. В. Аналіз проблеми озеленення автомобільних доріг та вулиць / І. В. Ткаченко, К. В. Сердюк, С. В. Нестеренко // Зб. наук. пр. (галузеве машинобудування, будівництво) ПолтНТУ. – 2014. – № 1. – С. 328–335.

6. Хомяк Я. В. Автомобильные дороги и окружающая среда / Я. В. Хомяк, В. Ф. Скорченко. – К. : Вища шк., 1983. – 160 с.

7. Ємець О. Урахування впливу акустичного забруднення на оцінювання вартості придорожніх територій / О. Ємець. // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – 2011. – № 22. – С. 200–203.

8. Ємець О. Вплив автомобільного транспорту на навколишнє середовище / О. Ємець, О. Мельничук // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – 2009. – № 1. – С. 296–300.

9. Чикайло Ю. І. Еколого-географічний аналіз транспортного коридору (на прикладі автомагістралі Львів-Краковець) : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук : спец. 11.00.11 "конструктивна географія і раціональне використання природних ресурсів" / Чикайло Юлія Ігорівна. – Львів, 2013. – 20 с.

10. Левон Ф. М. Біолого-екологічні основи створення зелених насаджень в умовах урбогенного і техногенного середовища : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора с.-г. наук : спец. 06.03.01 "Лісові культури та фітомеліорація" / Левон Ф. М. – Львів, 2004. – 42 с.

11. Чиркова О. В. Структура лісосмуг як складових елементів екологічної мережі / О. В. Чиркова // Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону. – 2010. – № 1. – С. 97–104.

12. Волошин І. М. Оцінка поглинальних властивостей політантів приавтомагістральними деревами / І. М. Волошин, Л. Ю. Матвійчук // Вісн. Львівського ун-ту. Серія геогр. – 2009. – № 37. – С. 112–119.

13. Рум'янков Ю. О. Ступінь пошкодження омелою (*Viscum album* L.) видів роду *Celtis* у насадженнях національного дендрологічного парку «Софіївка» НАН України / Ю. О. Рум'янков // Автохтонні та інтродуковані рослини. – 2010. – № 6. – С. 42–45.

14. Сухініч А. М. Ступінь ураження омелою видів роду *Populus* у парковій зоні «Гідропарк» міста Житомира / А. М. Сухініч, Г. В. Муж // Біологічні дослідження 2015: зб. наук. пр. – Житомир : Рута, 2015. – С. 44–46.

15. Рибалка І. О. Вплив омели білої (*Viscum album* L.) на динаміку радіального приросту клена сріблястого (*Acer saccharum* L.) у лісостеповій зоні України / І. О. Рибалка, Ю. І. Вергелес, І. М. Коваль // Наук. вісн. НЛТУ України. – 2012. – № 22.15. – С. 57–63.

16. Іванців В. В. Екологічні особливості поширення омели звичайної в біотопах м. Луцька / В. В. Іванців, О. Я. Іванців // Природа західного Полісся та прилеглих територій. – 2013. – № 10. – С. 94–99.

17. Визначення ступеню ураження омелою білою (*Viscum album* L.) деревних рослин парку «Піонерський» в місті Умань / В. П. Шлапак, Н. І. Козак, Ю. Ф. Терещенко [та ін.] // Наук. вісн. НЛТУ України. – 2013. – № 23.6. – С. 324–329.

18. Рибалка І. О. Вплив факторів довкілля на поширення омели білої (*Viscum album* L.) в урбанізованих ландшафтах на території м. Харків / І. О. Рибалка, Ю. І. Вергелес // Вісник ХНАУ. – 2012. – № 11. – С. 153–161.

19. Гнатюк О. М. Особливості розповсюдження омели білої в паркових і рекреаційних зонах Лісостепу та Полісся / О. М. Гнатюк, Е. М. Кавун // Вісник ЖНАЕУ. – 2016. – № 2 (56), т. 1. – С. 183–192.

УДК 630*165.44

І. С. Нейко

к. с.-г. н.

ДП “Вінницька лісова науково-дослідна станція” УкрНДІЛГА

З. М. Юрків

к. с.-г. н.

ВП “Вінницька лісонасіннева лабораторія”

АДАПТИВНА ЗДАТНІСТЬ ТА ОСОБЛИВОСТІ УТВОРЕННЯ РЕПРОДУКТИВНИХ ОРГАНІВ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ (*Pinus sylvestris* L.) ФІНСЬКОГО ПОХОДЖЕННЯ НА КЛОНОВІЙ ПЛАНТАЦІЇ В УМОВАХ ВІННИЧЧИНИ

Проаналізовано адаптивну здатність клонів сосни звичайної фінського походження та виявлено найбільш стійкі клони, які відзначаються високою репродуктивною здатністю. Наведено результати інтенсивності утворення мікро- та макростробілів, а також насіннюшення сосни звичайної фінського походження на клонівій плантації в умовах Вінниччини. Досліджено інтенсивність утворення репродуктивних органів у розрізі клонів. Проведено порівняння інтенсивності репродуктивних процесів у клонів фінського походження та місцевої популяції. Виявлено клони, які характеризувалися найбільш інтенсивним насіннюшенням в умовах Вінниччини. Відображено перспективи подальших досліджень щодо оцінки адаптивної здатності сібсових потомств, отриманих у результаті контрольованого перезапилення пилком місцевого та фінського походження.

Ключові слова: клонова плантація, сосна звичайна, мікростробіли, макростробіли, насіннюшення.

Постановка проблеми

Наразі в нашій державі і за кордоном спостерігається процес інтенсифікації ведення лісового господарства, при якому все більше впроваджуються селекційні методи і наукові досягнення при вирощуванні лісових насаджень. У багатьох країнах швидкими темпами розвивається плантаційне насінництво лісових деревних порід. Значна площа сучасних лісів у світі створена з насіння, яке зібране на плантаціях різного типу (клонових, родинних, гібридизаційних, комбінованих). Окрім основного призначення – продукування високоякісного

18. Рибалка І. О. Вплив факторів довкілля на поширення омели білої (*Viscum album* L.) в урбанізованих ландшафтах на території м. Харків / І. О. Рибалка, Ю. І. Вергелес // Вісник ХНАУ. – 2012. – № 11. – С. 153–161.

19. Гнатюк О. М. Особливості розповсюдження омели білої в паркових і рекреаційних зонах Лісостепу та Полісся / О. М. Гнатюк, Е. М. Кавун // Вісник ЖНАЕУ. – 2016. – № 2 (56), т. 1. – С. 183–192.

УДК 630*165.44

І. С. Нейко

к. с.-г. н.

ДП “Вінницька лісова науково-дослідна станція” УкрНДІЛГА

З. М. Юрків

к. с.-г. н.

ВП “Вінницька лісонасіннева лабораторія”

АДАПТИВНА ЗДАТНІСТЬ ТА ОСОБЛИВОСТІ УТВОРЕННЯ РЕПРОДУКТИВНИХ ОРГАНІВ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ (*Pinus sylvestris* L.) ФІНСЬКОГО ПОХОДЖЕННЯ НА КЛОНОВІЙ ПЛАНТАЦІЇ В УМОВАХ ВІННИЧЧИНИ

Проаналізовано адаптивну здатність клонів сосни звичайної фінського походження та виявлено найбільш стійкі клони, які відзначаються високою репродуктивною здатністю. Наведено результати інтенсивності утворення мікро- та макростробілів, а також насіннюшення сосни звичайної фінського походження на клонівій плантації в умовах Вінниччини. Досліджено інтенсивність утворення репродуктивних органів у розрізі клонів. Проведено порівняння інтенсивності репродуктивних процесів у клонів фінського походження та місцевої популяції. Виявлено клони, які характеризувалися найбільш інтенсивним насіннюшенням в умовах Вінниччини. Відображено перспективи подальших досліджень щодо оцінки адаптивної здатності сібсових потомств, отриманих у результаті контрольованого перезапилення пилом місцевого та фінського походження.

Ключові слова: клонова плантація, сосна звичайна, мікростробіли, макростробіли, насіннюшення.

Постановка проблеми

Наразі в нашій державі і за кордоном спостерігається процес інтенсифікації ведення лісового господарства, при якому все більше впроваджуються селекційні методи і наукові досягнення при вирощуванні лісових насаджень. У багатьох країнах швидкими темпами розвивається плантаційне насінництво лісових деревних порід. Значна площа сучасних лісів у світі створена з насіння, яке зібране на плантаціях різного типу (клонових, родинних, гібридизаційних, комбінованих). Окрім основного призначення – продукування високоякісного

насіння лісових порід, клонові насінні плантації виконують не менш важливу функцію збереження генофонду відповідних деревних видів. Адже існуванню об'єктів цінного генетичного фонду в сучасних умовах, зокрема плюсових дерев, загрожує багато ризикових подій абіотичної і біотичної природи. Тому перенесення їх біологічного матеріалу на клонові плантації, який повністю зберігає їх генотип, є способом зниження ризику повної втрати унікальних генотипів [1–5].

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Насіння покращеної селекційної якості можливо отримати лише на клонових насіннєвих плантаціях [1–3]. Особливо цінним є насіння, заготовлене із клонів, висока інтенсивність росту яких підтверджена у випробних культурах – сібсових або напівсібсових потомства [1, 8]. Широке впровадження основних напрямків лісової селекції шляхом створення клонових плантацій розпочато ще у середині минулого століття [4]. Значні обсяги селекційних робіт були проведені науковими співробітниками ДП “Вінницька лісова науково-дослідна станція” [1, 5, 7]. У 1992–1993 роках при співпраці із Фінським науково-дослідним інститутом лісу (нині Інститут природних ресурсів Фінляндії, Natural Institute Research Finland) було закладено клонову насіннєву плантацію сосни звичайної фінського походження [6].

Основною метою створення плантації на Вінниччині було забезпечення більш регулярного насінненошення за межами південної частини ареалу поширення цієї породи. Наявність значної кількості тепла та вологи у даному регіоні мало б стимулювати репродуктивні процеси. Дослідно-виробничий об'єкт був створений за тісної співпраці вчених фінського інституту та наукових співробітників станції.

Мета, завдання та методика досліджень

Мета роботи полягала в дослідженні інтенсивності утворення генеративних органів клонів сосни звичайної фінського походження та місцевої популяції.

Об'єктами дослідження були клони сосни звичайної фінського походження, дерева місцевої популяції та інтенсивність утворення репродуктивних органів.

Дослідження щодо вивчення репродуктивних процесів були розпочаті із наступних років після створення клонової плантації. Початкові дослідження полягали у підрахунку кількості новоутворених шишок кожного клону. Такі роботи були проведені протягом 1995–2009 рр. Починаючи із 2010 року, нами проводилися регулярні дослідження щодо утворення мікростробілів та макростробілів. Оцінку інтенсивності утворення шишок проводили за 5-бальною шкалою А. А. Корчагіна [3], згідно з якою вищий бал характеризував більш інтенсивне утворення шишок. Бал утворення шишок визначали для кожного дерев на плантації. Статистичні параметри розраховували за допомогою стандартного пакету програм *Excel*.

Результати досліджень

Клонова плантація сосни звичайної створена весною 1992 року. Загальна площа плантації становить 2,58 га (у тому числі продуктивна площа – 1,99 га). Категорія ділянки – землі сільськогосподарського призначення, рілля. Ділянка підготовлена шляхом системи чорного пару після зернових. На ділянці була проведена попередня зяблева оранка восени 1991 року. У весняний період 1992 року було проведено одночасне боронування та рихлення ґрунту на глибину 26–30 см. Рельєф та експозиція схилу – рівнинний, рівний. Тип умов місцезростання – свіжий груд. Переважаючий тип ґрунту – темно-сірий лісовий, середньо суглинистий.

Плантація створена щепленими саджанцями сосни звичайної із закритою кореневою системою. Загальна кількість клонів фінського походження – 30 а також 1 – місцевий контроль. У 2016 році на клоновій плантації сосни звичайної фінського походження проведено чергові обліки утворення мікро- та макростробілів та насінноношення.

Проведений попередній аналіз збереженості клонів на плантації сосни звичайної протягом 1993–1999 рр. вказав на їх незначний відпад. Із усіх 400 представлених клонів було відмічено всихання лише у таких: E2257, E620, E2226, K294. До того ж, загинуло 2 клони, що може вказувати на їх низьку адаптацію до місцевих погодно-кліматичних умов.

У 2016 році проведені чергові обліки утворення макро- та мікростробілів. Характеристика інтенсивності утворення макростробілів наведено у табл. 1.

Таблиця 1. Розподіл частки дерев за інтенсивністю утворення макростробілів сосни звичайної на клоновій плантації (ДП «Хмільницьке ЛГ», 2016 р.), %

№ клона на плантації	Шифр	Кількість дерев, шт.	Розподіл дерев за інтенсивністю утворення макростробілів, %					Середній бал
			1	2	3	4	5	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	E80	14	–	7,14	78,57	14,29	–	3,1
11	E615A	12	–	33,33	66,67	–	–	2,7
12	E616Д	14	–	21,43	50,00	28,57	–	3,1
13	E618	10	–	10,00	50,00	40,00	–	3,3
14	E620	10	20,00	–	80,00	–	–	2,3
15	E627	13	–	46,15	46,15	7,69	–	2,6
16	E636C	14	–	7,14	35,71	57,14	–	3,5
17	E2226	15	–	33,33	53,33	13,33	–	2,8
18	E709	12	–	16,67	33,33	50,00	–	3,3
19	E729	11	9,09	9,09	54,55	27,27	–	3,0
20	E1591	11	–	36,36	63,64	–	–	2,6
21	E1881	13	7,69	38,46	46,15	7,69	–	2,5

Закінчення таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
22	E1883	13	–	23,08	69,23	7,69	–	2,8
23	E1944	11	–	36,36	63,64	–	–	2,6
24	E2125	13	7,69	23,08	61,54	7,69	–	2,7
25	E2131	10	–	10,00	80,00	10,00	–	3,0
26	E2209	14	–	–	50,00	50,00	–	3,5
27	E2254	14	–	7,14	78,57	14,29	–	3,1
28	E2257	14	14,29	57,14	14,59	14,29	–	2,3
29	E2312	11	9,09	18,18	63,64	9,09	–	2,7
30	E2650	12	–	25,00	50,00	25,00	–	3,0
31	E4039	13	–	46,15	53,85	–	–	2,5
32	K294	12	–	16,67	50,00	33,33	–	3,2
33	K684	11	–	54,55	36,36	9,09	–	2,5
34	K795	13	–	15,38	46,15	30,77	7,69	3,3
35	K801	13	–	53,85	46,15	–	–	2,5
36	K818	13	–	38,46	46,15	15,38	–	2,8
37	K912	11	–	27,27	54,55	18,18	–	2,9
38	K917	13	23,08	53,84	23,08	–	–	2,0
39	K919	13	–	46,15	53,85	–	–	2,5
40	контроль	13	38,46	30,77	30,77	–	–	1,9
Разом:	шт.	386	16	106	201	62	1	2,8
	%	100	4,1	27,5	52,1	16,1	0,2	

Середній бал утворення макростробілів становив 2,8. Найбільша частка дерев (52,1%) характеризувалася середнім рівнем утворення жіночих репродуктивних органів – 3 бали. Найменша частка дерев була із рівнем репродукції 1 бал (4,1%) та 5 балів – (0,2%). Найвища інтенсивність утворення макростробілів (3,3–3,5 бала) була відмічена у клонів E618, E636C, E709, E2209 та K795.

Низьким рівнем формування жіночих репродуктивних органів (2,0 і нижче) відрізнялися клони K917, K620, K2257 та місцева популяція. Найбільша частка дерев із високим рівнем утворення макростробілів (4, 5 балів) була у клонів E2209 (50%), E636C (57%), E709 (50%), K795 (31%). Найвищий відсоток дерев із низьким рівнем утворення репродуктивних органів (1, 2 бали) був у клонів: E2257 (71%), K917 (77%) та місцевої популяції (69%). Дані щодо інтенсивності утворення мікростробілів наведені у таблиці 2.

Таблиця 2. Розподіл частки дерев за інтенсивністю утворення мікростробілів сосни звичайної на клоновій плантації (ДП «Хмільницьке ЛГ», 2016 р.), %

№ клона на плантації	Шифр	Кількість дерев, шт.	Розподіл дерев за інтенсивністю утворення мікростробілів, %					Середній бал
			1	2	3	4	5	
10	E80	14	7,14	21,43	28,57	28,57	14,28	3,2
11	E615A	12	33,33	25,00	33,33	–	8,33	2,3
12	E616Д	14	14,29	50,00	28,57	7,14	–	2,7
13	E618	10	20,00	40,00	30,00	–	1,00	2,4
14	E620	10	20,00	80,00	–	–	–	1,8
15	E627	13	15,38	69,23	15,38	–	–	2,0
16	E636C	14	7,14	50,00	42,86	–	–	2,4
17	E2226	15	26,67	20,00	33,33	6,67	13,33	2,6
18	E709	12	8,33	41,67	50,00	–	–	2,4
19	E729	11	36,36	45,45	18,18	–	–	1,8
20	E1591	11	18,18	36,36	27,27	9,09	9,09	2,5
21	E1881	13	23,08	53,84	23,08	–	–	2,0
22	E1883	13	15,38	23,08	38,46	23,08	–	2,7
23	E1944	11	9,09	9,09	63,64	9,09	9,09	3,0
24	E2125	13	7,69	30,77	30,77	15,38	15,38	3,0
25	E2131	10	40,00	50,00	10,00	–	–	1,7
26	E2209	14	–	–	64,29	14,29	21,42	3,6
27	E2254	14	–	35,71	50,00	7,14	7,14	2,9
28	E2257	14	14,29	57,14	21,43	–	7,14	2,3
29	E2312	11	27,27	45,45	9,09	18,18	–	2,2
30	E2650	12	–	16,67	58,33	25,00	–	3,1
31	E4039	13	–	7,69	53,85	23,08	15,38	3,5
32	K294	12	16,67	58,33	16,67	8,33	–	2,2
33	K684	11	45,45	27,27	27,27	–	–	1,8
34	K795	13	38,46	46,15	15,38	–	–	1,8
35	K801	13	46,15	23,08	15,38	15,38	–	2,0
36	K818	13	15,38	46,15	23,08	15,38	–	2,4
37	K912	11	18,18	45,45	9,09	9,09	18,18	2,6
38	K917	13	53,85	38,46	7,69	–	–	1,5
39	K919	13	46,15	46,15	–	7,69	–	1,7
40	контроль	13	7,69	30,77	23,08	23,08	15,38	3,1
Разом:	шт.	386	77	144	110	34	21	2,4
	%	100	20,0	37,3	28,5	8,8	5,9	

За даними табл. 2 середня інтенсивність утворення мікростробілів становила 2,4 бала. Найбільша частка дерев 37,5 % характеризувалася порівняно низьким рівнем утворення – 2 бали. У значної кількості дерев (28,5 %) відмічений середній рівень утворення чоловічих репродуктивних органів – 3 бали. Частка

дерев із відсутніми мікростробілами становила 20 %. Максимальний рівень утворення мікростробілів (5 балів) був у 5,9 %.

Утворення мікростробілів було найбільш інтенсивним (3,2–3,6 бала) у клонів Е80, Е2209 та Е4039. Значно нижчий рівень утворення чоловічих репродуктивних органів (1,5–1,8) був у клонів Е620, Е729, Е2131, К684, К795. За сукупною часткою дерев із високою інтенсивністю утворення мікростробілів (4 та 5 балів) відмічалися клони Е80 (43 %), Е2209 (36 %), Е4039 (38 %) та місцева популяція (38 %). Найвищий відсоток дерев із низьким рівнем утворення мікростробілів (1, 2 бали) був у клонів Е2257 (71 %), К801 (69 %), К917 (92 %).

Дані щодо інтенсивності утворення 2-річних шишок наведені у табл. 3.

Таблиця 3. Інтенсивність утворення 2-річних шишок сосни звичайної на клоновій плантації (ДП «Хмільницьке ЛГ», 2016 р.)

№ клона на плантації	Шифр	Кількість дерев, шт.	Розподіл дерев за інтенсивністю насіннєшення, %					Середній бал насіннєшення
			1	2	3	4	5	
10	Е80	14	14,29	42,86	35,71	7,14	–	2,4
11	Е615А	12	16,67	66,67	16,67	–	–	2,0
12	Е616Д	14	–	21,43	78,57	7,14	–	2,8
13	Е618	10	–	30,00	70,00	–	–	3,4
14	Е620	10	40,00	30,00	30,00	–	–	1,9
15	Е627	13	–	84,62	15,38	–	–	2,2
16	Е636С	14	–	35,71	64,29	–	–	2,6
17	Е2226	15	13,33	46,67	40,00	–	–	2,3
18	Е709	12	–	33,33	41,67	25,00	–	2,9
19	Е729	10	–	40,00	60,00	–	–	2,6
20	Е1591	11	9,09	72,73	18,18	–	–	2,1
21	Е1881	13	–	38,46	61,54	–	–	2,6
22	Е1883	13	7,69	61,54	30,77	–	–	2,2
23	Е1944	11	27,27	63,64	9,09	–	–	1,8
24	Е2125	13	15,38	46,15	38,46	–	–	2,2
25	Е2131	10	10,00	70,00	20,00	–	–	2,1
26	Е2209	14	–	28,57	71,43	–	–	2,7
27	Е2254	14	7,14	28,57	64,29	–	–	2,6
28	Е2257	14	21,43	50,00	28,57	–	–	2,1
29	Е2312	11	45,45	45,45	9,09	–	–	1,6
30	Е2650	12	8,33	41,67	50,00	–	–	2,4
31	Е4039	13	7,69	61,54	30,77	–	–	2,2
32	К294	12	16,67	41,67	41,67	–	–	2,2
33	К684	11	27,27	45,45	27,27	–	–	2,0
34	К795	13	–	30,77	53,85	15,38	–	2,8
35	К801	13	46,15	43,85	–	–	–	1,5
36	К818	13	15,38	38,46	38,46	7,69	–	2,4
37	К912	11	18,18	72,72	9,09	–	–	1,9
38	К917	13	53,85	46,15	–	–	–	1,5
39	К919	13	7,69	69,23	23,08	–	–	2,2
40	контроль	13	7,69	61,54	23,08	7,69	–	2,3
Разом:	шт.	385	53	185	139	8	0	2,3
	%	100	13,8	48,0	36,1	2,1	0,0	

Як видно з табл. 3 середній бал утворення шишок становить 2,3. Найбільша частка дерев із рівнем насінноеншення 2 бали (48,0%). Дещо менше дерев із середньою інтенсивністю утворення шишок у 3 бали – (36,1%). Високий бал насінноеншення (4 бали) у незначній частки дерев (2,1%). Відсутні дерева з інтенсивністю утворення шишок у 5 балів. Найвищий середній бал насінноеншення (2,8–3,4 бала) був у клонів E616Д, E618, E709 та K 795. Значно нижчим рівнем насінноеншення (1,5–1,6 бала) відрізнялися клони E2312, K801, K917. Найбільший відсоток дерев (30–40%) із високим рівнем насінноеншення (4–5 балів) був характерним для клонів E80, E2125, E2209, E4039 та контроль. Найбільша частка дерев (80–100%) із низьким балом утворення шишок (1–2 бали) була у клонів E620, E729, E2131, K684, K795, K919.

У 2016 році проведено заготівлю шишок сосни звичайної, отриманих шляхом контролюваного перезапилення у 2015 році. Дані щодо заготовленого насіннєвого матеріалу наведені у табл. 4.

Таблиця 4. Насіннєвий матеріал сосни звичайної, отриманий від контролюваного перезапилення пилом фінського та українського походження на клоновій плантації (ДП «Хмільницьке ЛГ», 2016 р.)

Материнський генотип	Походження пилку	Шишки 2-го року, отримані від перезапилення пилом клонів					
		E618	E80	E616D	E709	E2254	K818
E2312	Україна	16	2	–	–	–	–
	Фінляндія	2	10	1	–	–	–
E2312	Україна	–	–	–	23	18	–
	Фінляндія	–	–	–	12	17	8
E636C	Україна	–	–	–	15	5	–
	Фінляндія	–	–	–	40	15	16
E636C	Україна	7	6	7	–	–	–
	Фінляндія	8	5	3	–	–	–
E618	Україна	1	8	8	–	–	–
	Фінляндія	6	–	4	–	–	–
E618	Фінляндія	6	–	3	–	–	–
E729	Україна	–	–	15	–	–	–
	Фінляндія	3	5	8	–	–	–

У 2016 році отримано насіннєвий матеріал від перезапилення клонів E2312, E636C, E618, E729 пилом E618, E80, E616D, E709, E2254, K818 фінського та українського походжень. Отриманий насіннєвий матеріал надіслано до Фінського інституту природних ресурсів (колишній Науково-дослідний інститут лісу Фінляндії, METLA) для вирощування сіянців у контролюваному середовищі при різних температурних режимах та зволоженні.

Висновки та перспективи подальших досліджень

Інтенсивність утворення макростробілів сосни звичайної фінського походження на клоновій плантації ДП «Хмільницьке ЛГ» становило 2,8 бала.

Найбільша частка дерев (52,1%) характеризувалися середнім рівнем утворення репродуктивних органів – 3 бали. Найвища інтенсивність репродукції (3,3–3,5 бала) була відмічена у клонів E618, E636C, E709, E2209 та K795. Низьким рівнем формування жіночих репродуктивних органів (2,0 і нижче) відрізнялися клони K917, K620, K2257 та місцева популяція.

Середня інтенсивність утворення мікростробілів сосни звичайної фінського походження становила 2,4 бала. Найбільший відсоток дерев – 37,5% характеризувався порівняно низьким рівнем їх утворення – 2 бали. Утворення мікростробілів було найбільш інтенсивним (3,2–3,6 балів) у клонів E80, E2209 та E4039. Значно нижчий рівень репродукції (1,5–1,8) був у клонів E620, E729, E2131, K684, K795.

Середній бал утворення шишок становив 2,3 бали. Найбільша частка дерев із рівнем насінноношення 2 бали (48,0%). Найвищий середній бал насінноношення (2,8–3,4 бала) був у клонів E616D, E618, E709 та K795. Значно нижчим рівнем насінноношення (1,5–1,6 бала) відрізнялися клони E2312, K801, K917.

Перспективи подальших досліджень щодо оцінки адаптивної здатності сібсових потомств, отриманих у результаті контрольованого перезапилення пилом місцевого та фінського походжень, полягають у систематичних спостереженнях та виявленні найбільш стійких клонів, які б відзначалися високою репродуктивною здатністю.

Література

1. Білоус В. І. Селекція та насінництво дуба : монографія / В. І. Білоус. – Черкаси : НІТЕХІМ, 2004. – 200 с.
2. Вересин М. М. Лесное семеноводство / М. М. Вересин. – М., 1963. – 157 с.
3. Дербинюк Ю. М. Лісове насінництво / Ю. М. Дебринюк, М. І. Калінін, М. М. Гузь. – Львів : Світ, 1998. – 432 с.
4. Мажула О. М. Платаційне насінництво: сучасний стан і перспективи / О. М. Мажула // Лісівництво і агролісомеліорація / УкрНДІЛГА. – 2009. – Вип. 115. – С. 3–10.
5. Молотков П. И. Селекция лесных пород / П. И. Молотков, И. Н. Патлай, Н. И. Двыдова. – М. : Лесная промышленность, 1982. – 224 с.
6. Нейко І. С. Оцінювання стану та насінноношення клонів сосни звичайної (*Pinus silvestris*, L.) фінського походження в умовах Вінниччини / І. С. Нейко, Л. В. Смашнюк, Ю. А. Єлісавенко // Зб. НЛТУ. – 2013. – Вип. 23.18. – С. 37–32.
7. Нейко І. С. Оцінювання впливу погоднo-кліматичних чинників на стан та насінноношення ялини європейської фінського походження на клонівій плантації в умовах Вінниччини / І. С. Нейко, З. М. Юрків, Л. В. Смашнюк // Наук. вісн. НЛТУ України. – 2016. – Вип. 26.5. – С. 140–146.
8. Шутяев А. М. Изменчивость хвойных видов в испытательных культурах Центрального Черноземья / А. М. Шутяев. – М., 2007. – 296 с.

Ветеринарія

УДК 619:614.448.57:619:576.895.1

В. О. Євстаф'єва

Д. вет. н.

І. В. Натягла

аспірант*

Полтавська державна аграрна академія

ВИВЧЕННЯ ДЕЗІНВАЗІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗАСОБІВ ДЕЗІНФЕКЦІЇ ЩОДО ЯЄЦЬ ГЕЛЬМІНТІВ КУРЕЙ РОДУ CAPILLARIA

Наведені результати експериментальних досліджень щодо визначення дезінвазійної ефективності (ДЕ) дезінфікуючих засобів «Бровадез-плюс» (НВФ «Бровафарма», Україна), «Віросан» (ТОВ «БіоТест.Лаб», Україна) і «Екоцид С» («КРКА», Словенія) за різних експозицій у лабораторних умовах. Дослідження проводили на базі наукової лабораторії кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавської державної аграрної академії. Для досліду використовували яйця гельмінтів роду *Capillaria*, виділені з посліду курей. Встановлено високий рівень дезінвазійної ефективності на неінвазійні яйця капілярій курей за використання «Бровадезу-плюс» у концентрації 1,5 % (ДЕ – 95,60 %) та «Екоциду С» (ДЕ – 89,74 %) у концентрації 1,0 % за експозиції 60 хвилин. Засоби «Віросан» (за експозиції 10, 30, 60 хв), «Бровадез-плюс» та «Екоцид С» (за експозиції 10, 30 хв) мали задовільний рівень дезінвазійної ефективності (68,49–83,15 %).

Ключові слова: дезінфікуючі засоби, дезінвазійна ефективність, яйця, капіляріоз курей.

Постановка проблеми

Гельмінтози курей є однією з основних причин значних економічних збитків, які негативно впливають на продуктивність птахівництва. Вони складаються зі зниження продуктивності курей, погіршення якості одержуваної продукції, послаблення загальної резистентності організму, загибелі молодяку птиці [1, 2, 12].

Згідно з літературними даними, успішна ліквідація гельмінтозних захворювань можлива лише за умови проведення комплексу організаційно-господарських, ветеринарно-санітарних і спеціальних протипаразитарних заходів, які обов'язково повинні включати дезінвазію пташників та об'єктів довілля [4, 5, 9].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Збудники інвазійних хвороб на екзогенних стадіях розвитку у зовнішньому середовищі, на відміну від збудників інфекційних хвороб, більш стійкі до впливу

© В. О. Євстаф'єва, І. В. Натягла

*Науковий керівник – доктор ветеринарних наук, професор В. О. Євстаф'єва

факторів зовнішнього середовища. Разом з тим, на сучасному ринку більшість хімічних засобів зареєстровані як дезінфектанти, а скринінгу і розробці дезінвазійних препаратів приділяється недостатньо уваги [10, 11].

Нині вчені активно вивчають дезінвазійні властивості та ефективність засобів дезінфекції на яйцях гельмінтів і ооцистах еймерій, які можна було б запропонувати для проведення дезінвазії у птахівництві. Так, за даними М. В. Богача (2007) [3] та Ю. О. Приходько, Г. В. Заїкіної (2009) [8], доведено високий рівень дезінвазійної ефективності «ДЗПТ-1», «Бровадезу-20», септаміну та «ДЗПТ-2», «Максисану», «Неохлору» щодо тест-культур яєць *Heterakis gallinarum* та *Ascaridia galli* відповідно. Проведеними дослідженнями М. В. Голубцова (2016) довела дезінвазійний вплив препарату «Бі-дез» у концентрації 3 % на аскаридів та гетеракісів курей [6]. Разом з тим, С. В. Павленко і інші. [7] зазначили, що дезінфектанти септамін, ДЗПТ-1 в концентраціях 0,2, 0,5, 1,0, 1,5, 3,0 і 5,0 % за експозиції 30, 60, 90 хв. та 3, 6, 24 год. не знешкоджували яйця *H. gallinarum* та *A. galli*.

У зв'язку з цим, пошук нових, більш ефективних, екологічно безпечних, відносно дешевих і доступних для застосування хімічних засобів, які б знищували на певних етапах розвитку одночасно збудників інфекційних та інвазійних хвороб птиці, зокрема капіляріозу курей, є надзвичайно актуальною проблемою сьогодення.

Мета, завдання та методика досліджень

Метою роботи було визначити дезінвазійні властивості сучасних дезінфікуючих засобів щодо яєць гельмінтів курей роду *Capillaria*. У завдання досліджень входило: встановити дезінвазійну ефективність «Бровадезу-плюс» (НВФ «Бровафарма», Україна), «Віросану» (ТОВ «БіоТестЛаб», Україна) і «Екоциду С» («КРКА», Словенія) за різних експозицій та запропонувати найбільш ефективні для боротьби з капіляріозом курей.

Об'єктом досліджень були яйця *Capillaria spp.*, виділені з посліду курей, та дезінфікуючі засоби.

Дослідження проводили упродовж 2016 р. на базі наукової лабораторії кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавської державної аграрної академії. Для досліду використовували яйця капілярій, виділені з посліду курей господарств Полтавської області. Отриману культуру яєць змивали дистильованою водою в окремі чашки Петрі. На кожен дезінфікуючий засіб було підготовлено по 3 чашки, враховуючи їх концентрацію («Бровадез-плюс» – 1,5 %, «Віросан» – 0,25 %, «Екоцид С» – 1,0 %) та різну експозицію (10, 30, 60 хв). До попередньо підготовленої суміші яєць *Capillaria spp.* додавали такий самий об'єм розчину засобу. Після відповідної експозиції культуру яєць чотириразово відмивали в дистильованій воді. Чашки Петрі з культурою яєць гельмінтів поміщали в термостат за температури 25 °С і

упродовж 20 діб вели спостереження. В якості контролю була підготовлена культура яєць, яку не обробляли дезінфектантами. Через кожні дві доби культури розглядали під мікроскопом (х 80, х 100). Відзначали ступінь розвитку яєць, враховуючи зміни оболонки, деформацію зародків та стан розвитку личинок або їх пошкодження. Кожний дослід повторювали тричі. Усього було підготовлено одна контрольна та 9 дослідних чашок Петрі.

Оцінку дезінвазійної ефективності (ДЕ) проводили за показниками: високий рівень – 90–100 %, задовільний – 60–90 %, незадовільний – до 60 %.

Статистичну обробку результатів експериментальних досліджень проводили шляхом визначення середнього арифметичного (M), його похибки (m) та рівня вірогідності (p) з використанням таблиці t -критеріїв Стьюдента.

Результати досліджень

Встановлено, що високий рівень дезінвазійної ефективності щодо яєць капілярій курей показав «Бровадез-плюс» у концентрації 1,5 % (ДЕ – 95,60 %) та «Екоцид С» у концентрації 1,0 % (ДЕ – 89,74 %) за експозиції 60 хв (табл.). Так, на 20-у добу культивування відмічали загибель $80,66 \pm 0,66$ % яєць за використання «Бровадез-плюс» та $70,66 \pm 0,88$ % яєць – «Екоциду С».

Таблиця. Дезінвазійна ефективність хімічних засобів

щодо яєць капілярій курей на 20-у добу культивування ($n=100$, $M \pm m$), %

Стадія розвитку яєць Експозиція, хв		Хімічний засіб, концентрація			Контроль
		«Бровадез-плюс» 1,5%	«Віросан» 0,25%	«Екоцид С» 1,0%	
10	Дроблення бластомерів	$30,33 \pm 0,33$	$33,00 \pm 1,15$	$30,00 \pm 1,15$	$2,66 \pm 0,33$
	Формування личинки	$22,00 \pm 1,15$	$28,66 \pm 2,02$	$25,33 \pm 1,20$	$91,00 \pm 1,73$
	Загибель	$47,66 \pm 1,45$	$38,33 \pm 3,17$	$44,66 \pm 2,18$	$6,33 \pm 1,45$
	ДЕ, %	75,82	68,49	72,16	–
30	Дроблення бластомерів	$16,66 \pm 1,45$	$27,00 \pm 1,15$	$27,00 \pm 1,15$	$2,66 \pm 0,33$
	Формування личинки	$20,33 \pm 1,45$	$25,33 \pm 2,40$	$22,00 \pm 1,73$	$91,00 \pm 1,73$
	Загибель	$63,00 \pm 1,73$	$47,66 \pm 3,33$	$51,00 \pm 2,51$	$6,33 \pm 1,45$
	ДЕ, %	77,66	72,16	75,82	–
60	Дроблення бластомерів	$15,33 \pm 0,88$	$20,00 \pm 2,08$	$20,00 \pm 1,15$	$2,66 \pm 0,33$
	Формування личинки	$4,00 \pm 0,57$	$15,33 \pm 0,88$	$9,33 \pm 0,88$	$91,00 \pm 1,73$
	Загибель	$80,66 \pm 0,66$	$64,66 \pm 2,33$	$70,66 \pm 0,88$	$6,33 \pm 1,45$
	ДЕ, %	95,60	83,15	89,74	–

Застосування «Бровадез-плюсу» за експозиції 10 хв. призводило до загибелі $47,66 \pm 1,45$ % яєць капілярій, а $22,00 \pm 1,15$ % – проходили подальший розвиток до інвазійної стадії, ДЕ становила 75,82 %. За експозиції 30 хв. засіб мав 77,66 %-у дезінвазійну ефективність, оскільки $63,00 \pm 1,7$ % яєць гинуло, а $20,33 \pm 1,45$ % продовжували свій розвиток.

Хімічний засіб «Екоцид С» у 1,0 % концентрації за експозиції 10 хв. призводив до загибелі $44,66 \pm 2,18$ % яєць ($25,33 \pm 1,20$ % залишалися життєздатними), а за експозиції 30 хв. – до $51,00 \pm 2,51$ % ($22,00 \pm 1,73$ % яєць розвивалися до інвазійної стадії. ДЕ становила 72,16 і 75,82 % відповідно.

Найменш ефективним виявився хімічний засіб «Віросан» у 0,25 % концентрації за усіх експозицій. Так, за експозиції 10 хв. його дезінвазійна ефективність дорівнювала 68,49 % ($38,33 \pm 3,17$ % яєць гинуло, $28,66 \pm 2,02$ % ставали інвазійними), за експозиції 30 хв. – ДЕ – 72,16 % ($47,66 \pm 3,33$ % яєць гинуло, $25,33 \pm 2,40$ % ставали інвазійними), за експозиції 60 хв. – ДЕ – 83,15 % ($64,66 \pm 2,33$ % яєць гинуло, $15,33 \pm 0,88$ % ставали інвазійними).

Висновки та перспективи подальших досліджень

1. Хімічні засоби «Бровадез-плюс» у концентрації 1,5 % та «Екоцид С» у концентрації 1,0 % за експозиції 60 хв. проявили високу ($95,60$ та $89,74$ % відповідно) дезінвазійну ефективність стосовно неінвазійних яєць гельмінтів курей роду *Capillaria*, виділених з посліду.

2. Дезінфікуючі засоби «Віросан» (за усіх експозицій) та «Бровадез-плюс» і «Екоцид С» (за експозиції 10, 30 хв.) недостатньо ефективні щодо яєць капілярій і виявляють задовільний рівень дезінвазійної ефективності (68,49–83,15 %).

У подальшому планується вивчити морфометричні зміни у яйцях гельмінтів курей роду *Capillaria* під дією дезінфікуючих засобів.

Література

1. Акбаев М. Ш. Эпизоотологическая ситуация по смешанным инвазиям домашних птиц в центральной части Северного Кавказа / М. Ш. Акбаев, К. И. Чотчаев // Вестник с.-х. науки. – 1996. – № 1. – С. 5–8.
2. Байрамов С. Ю. Влияние гельминтозных заболеваний на продуктивность птиц / С. Ю. Байрамов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса : наука и высшее профессиональное образование. – 2011. – № 2 (22). – С. 107–112.
3. Богач М. В. Випробування дезінфектантів при гетеракозній інвазії індиків / М. В. Богач // Аграр. вісник Причорномор'я. – 2007. – № 39. – С. 85–88.
4. Богач М. В. Інвазійні хвороби свійської птиці : навч. посібник / М. В. Богач, А. В. Березовський, І. Л. Тараненко. – К. : Ветінформ, 2007. – 224 с.

5. Величкин П. А. Профилактика гельминтозов в специализированных птицеводческих хозяйствах / П. А. Величкин, В. Ф. Голубков // Ветеринария. – 1971. – № 11. – С. 70–72.
6. Голубцова М. В. Асоціативні інвазії у курей (поширення, патогенез та заходи боротьби) : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. вет. наук : спец. 16.00.11 «Паразитологія» / М. В. Голубцова. – Львів, 2016. – 22 с.
7. Павленко С. В. Вивчення ефективності дезінфектантів при гельмінтозах птиці / С. В. Павленко, Л. І. Луценко, Н. В. Сумакова // Ефективне птахівництво: генетика, інкубація, утримання, технології, обладнання, маркетинг, ветеринарія : спеціалізований журнал з питань птахівництва. – 2010. – № 6. – С. 40–42.
8. Приходько Ю. О. Визначення дезінвазійних властивостей дезінфікуючих засобів щодо дії на яйця *Ascaridia galli* / Ю. О. Приходько, Г. В. Заїкіна // Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини : зб. наук. пр. / Харків. держ. зоовет. акад. – 2009. – Вип. 20, т. 1, ч. 2. – С. 184–188.
9. Саруханян Г. Д. Влияние технологии ведения птицеводства на распространение гельминтозов птиц / Г. Д. Саруханян // Возбудители и переносчики паразитов и меры борьбы с ними. – Ташкент, 1988. – С. 179.
10. Сучасні засоби ветеринарної дезінфекції / І. Я. Коцюмбас, О. І. Сергієнко, Л. М. Ковальчик [та ін.] // Вет. медицина України. – 2010. – № 1. – С. 36–38.
11. Черепанова А. А. Методические рекомендации по испытанию и применению средств дезинвазии в ветеринарии / А. А. Черепанов. – М., 1999. – 17 с.
12. The Prevalence of Intestinal Helminths in Broiler Chickens in Trinidad / B. Vandanaa, S. Vijaya, G. Lana [et al.] // Veterinary archive. – 2012. – Vol. 82 (6). – P. 591–591.

УДК 546.3: 591.11: 574.4:636.083: 636.2

Н. Г. Грушанська

к. вет. н.

В. М. Костенко

к. вет. н.

М. М. Обруч

М. І. Цвіліховський

д. б. н.

Національний університет біоресурсів і природокористування України
**ВМІСТ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У КРОВІ КОРІВ ПІВНІЧНО-СХІДНОЇ
БІОГЕОХІМІЧНОЇ ЗОНИ ЗА РІЗНИХ ТЕХНОЛОГІЙ УТРИМАННЯ**

В статті наведено результати дослідження вмісту Cd, Pb, Al та As у крові корів господарств Чернігівської області (північно-східна біогеохімічна зона) з різними технологіями утримання. Вміст важких металів досліджували методом атомно-емісійної спектроскопії на приладі Optima 210 DV.

5. Величкин П. А. Профилактика гельминтозов в специализированных птицеводческих хозяйствах / П. А. Величкин, В. Ф. Голубков // Ветеринария. – 1971. – № 11. – С. 70–72.
6. Голубцова М. В. Асоціативні інвазії у курей (поширення, патогенез та заходи боротьби) : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. вет. наук : спец. 16.00.11 «Паразитологія» / М. В. Голубцова. – Львів, 2016. – 22 с.
7. Павленко С. В. Вивчення ефективності дезінфектантів при гельмінтозах птиці / С. В. Павленко, Л. І. Луценко, Н. В. Сумакова // Ефективне птахівництво: генетика, інкубація, утримання, технології, обладнання, маркетинг, ветеринарія : спеціалізований журнал з питань птахівництва. – 2010. – № 6. – С. 40–42.
8. Приходько Ю. О. Визначення дезінвазійних властивостей дезінфікуючих засобів щодо дії на яйця *Ascaridia galli* / Ю. О. Приходько, Г. В. Заїкіна // Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини : зб. наук. пр. / Харків. держ. зоовет. акад. – 2009. – Вип. 20, т. 1, ч. 2. – С. 184–188.
9. Саруханян Г. Д. Влияние технологии ведения птицеводства на распространение гельминтозов птиц / Г. Д. Саруханян // Возбудители и переносчики паразитов и меры борьбы с ними. – Ташкент, 1988. – С. 179.
10. Сучасні засоби ветеринарної дезінфекції / І. Я. Коцюмбас, О. І. Сергієнко, Л. М. Ковальчик [та ін.] // Вет. медицина України. – 2010. – № 1. – С. 36–38.
11. Черепанова А. А. Методические рекомендации по испытанию и применению средств дезинвазии в ветеринарии / А. А. Черепанов. – М., 1999. – 17 с.
12. The Prevalence of Intestinal Helminths in Broiler Chickens in Trinidad / B. Vandanaa, S. Vijaya, G. Lana [et al.] // Veterinary archive. – 2012. – Vol. 82 (6). – P. 591–591.

УДК 546.3: 591.11: 574.4:636.083: 636.2

Н. Г. Грушанська

к. вет. н.

В. М. Костенко

к. вет. н.

М. М. Обруч

М. І. Цвіліховський

д. б. н.

Національний університет біоресурсів і природокористування України
**ВМІСТ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У КРОВІ КОРІВ ПІВНІЧНО-СХІДНОЇ
БІОГЕОХІМІЧНОЇ ЗОНИ ЗА РІЗНИХ ТЕХНОЛОГІЙ УТРИМАННЯ**

В статті наведено результати дослідження вмісту Cd, Pb, Al та As у крові корів господарств Чернігівської області (північно-східна біогеохімічна зона) з різними технологіями утримання. Вміст важких металів досліджували методом атомно-емісійної спектроскопії на приладі Optima 210 DV.

У крові корів північно-східної зони за стійлово-пасовищної системи їх утримання вміст Кадмію – $0,03 \pm 0,03$ мг/л, Плюмбуму – $0,08 \pm 0,05$ мг/л, Алюмінію – $2,02 \pm 1,39$ мг/л. Уміст Арсену складає $0,47 \pm 0,43$ мг/л, що перевищує ГДК у 9,4 раза.

У крові корів північно-східної зони за безприв'язної системи їх утримання концентрація складає: Алюмінію $0,47 \pm 0,17$ мг/л; Кадмію $0,005 \pm 0,002$ мг/л, що нижче за ГДК у 10 разів; Плюмбуму $0,05 \pm 0,02$ мг/л, що нижче за ГДК у 2 рази; Арсену – $0,16 \pm 0,22$ мг/л, що перевищує ГДК – у 3,2 раза.

У крові корів північно-східної зони за стійлової системи утримання вміст складає: Алюмінію $0,63 \pm 0,37$ мг/л; Кадмію $0,001 \pm 0,001$ мг/л, що нижче за ГДК у 10 разів; Арсену $0,48 \pm 0,14$ мг/л, що перевищує ГДК у 9,6 раза; Плюмбуму $1,76 \pm 1,81$ мг/л, що перевищує ГДК у 17 разів.

Ключові слова: корови, північно-східна біогеохімічна зона України, кров, Кадмій, Плюмбум, Алюміній, Арсен.

Постановка проблеми

Моніторинг вмісту важких металів у продукції тваринного походження дозволяє об'єктивно оцінити вплив негативних факторів зовнішнього середовища на якість і безпечність продуктів харчування. Забезпечення населення високоякісними продуктами харчування та подолання дефіциту продукції тваринництва є основними завданнями аграрного виробництва України. Вирішення зазначених питань можливе завдяки науково обґрунтованій системі ведення тваринництва у біогеохімічних зонах України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Дослідження біогеохімічних зон і провінцій України, вивчення специфіки клінічного прояву та перебігу мікроелементозів у великої рогатої худоби виконані відомими українськими вченими М. О. Судаковим, В. І. Левченком та їх учнями [3, 4, 7].

Проте, протягом останніх десятиріч у біогеохімічних зонах України відбуваються зміни мінерального складу ґрунтів через антропогенний та техногенний впливи [1, 6, 8]. Вплив техногенних чинників довкілля, що спричиняють зміни біогеоценозу, за взаємодії з природним дефіцитом есенційних мікроелементів, сприяє виникненню та поширенню патології мінерального обміну в організмі сільськогосподарських тварин, зокрема, у лактуючих корів [3, 7].

За біологічним значенням, усі макро- і мікроелементи, роль яких маловивчена, поділяють на потенційно токсичні – Германій, Аурум, Титан, Станум, Арсен тощо та токсичні – Алюміній, Кадмій, Плюмбум, Ртуть, Бериліум, Телур, Бісмут. Згідно з «Міжнародною класифікацією хвороб – 10», яка прийнята у гуманній медицині, були виділені як самостійні нозологічні одиниці хвороби, що пов'язані із забезпеченням пацієнтів мікро- та мікроелементами в окремі розділи, серед яких: дефіцит мінеральних сполук (розділ E.58-61) та

токсичний вплив мінеральних сполук (розділ Т.56-57). До елементів і їх сполук, які токсично впливають на людину, віднесено: Плюмбум, Меркурій, Хром, Кадмій, Купрум, Цинк, Станум, Берилій, Арсен, Фосфор, Манган, Алюміній, Барій, Бісмут, Нікол, Талій.

У ветеринарній медицині питання щодо впливу окремих токсикантів на організм тварин вивчені недостатньо. Тому необхідний моніторинг цих металів не тільки в оточуючому середовищі, а й в організмі тварин і продукції тваринництва [2, 5, 6, 9].

Наразі, поруч із традиційними технологіями утримання тварин, впроваджуються нові інтенсивні технології. Вплив технології утримання на вміст токсикантів у організмі тварин у різних біогеохімічних зонах і провінціях України досліджено недостатньо, через постійні зміни в біогеоценозах. Тому це питання підлягає вивченню, оскільки дасть змогу покращити якість і безпечність продукції тваринництва та дозволить комплексно підходити до профілактики порушень мінерального обміну речовин в організмі великої рогатої худоби з урахуванням біогеохімічної зони і технології утримання тварин.

Мета завдання та методика досліджень.

Метою досліджень було визначити вміст важких металів у крові корів у північно-східній біогеохімічній зоні за різних технологій їх утримання.

Дослідження проводились у господарствах Чернігівської області (північно-східна біогеохімічна зона) з різними технологіями утримання тварин: господарство I – ПОП ім. Войкова, поголів'я ВРХ – 662, система утримання – прив'язна (стілово-пасовишна), надій на 1 фуражну корову – 5,3 тис. л – дослідна група 1; господарство II – ВАТ «Чернігівське головне підприємство по племенній справі», поголів'я ВРХ – 858, система утримання – безприв'язна, надій на 1 фуражну корову – 7,2 тис. л – дослідна група 2 та господарство III – ФГ «Напорівське», поголів'я великої рогатої худоби (ВРХ) – 145, система утримання – прив'язна (стілова), надій на 1 фуражну корову – 4,2 тис. л – дослідна група 3. Корови були II–III лактації з надоем від 3,5 до 7,9 тис. кг молока за лактацію. Кров відбирали від корів, у яких клінічні показники не виходили за фізіологічні межі. Також визначали вміст металів у кормах раціону. Дослідження більшості клінічних показників проводили за загальноприйнятою схемою загальноприйнятими методами. Клінічні показники: частота скорочень серця, частота дихання, частота скорочень рубця і температура тіла – досліджували з використанням експериментальної діагностичної системи, побудованої за принципом: датчик – посилювач – генератор УКВ – модулятор частоти – антена передавача – антена приймача – приймач – комп'ютер та аналізували умови утримання і раціони годівлі корів за загальноприйнятими методиками. Вміст Кадмію, Плюмбуму, Алюмінію, Арсеніуму в цільній крові та кормах визначали методом атомно-емісійної спектроскопії на приладі Optima 210 DV фірми Perkin Elmer.

Результати досліджень

Вміст Кадмію в крові корів другої і третьої груп був на один порядок нижче допустимих значень (табл. 1). У крові корів першої групи концентрація Кадмію була вірогідно вищою, порівняно з кров'ю тварин другої і третьої груп. Відносно гранично допустимої концентрації (ГДК) [3], вміст Кадмію в крові корів цієї групи відповідав нижній межі, а в окремих тварин перевищував ГДК у 4 рази.

Таблиця 1. Вміст металів у крові корів північно-східної біогеохімічної зони, n=5

Показник		ГДК, мг/мл	Група тварин		
			1	2	3
Cd, мг/мл		0,03			
	$M \pm m$		0,03±0,03*	0,005±0,002	0,001±0,001
	Lim		0,007–0,13	0,0013–0,004	0,001–0,003
Pb, мг/л		0,1			
	$M \pm m$		0,08±0,05	0,05±0,02	1,76±1,81**
	Lim		0,031–0,19	0,019–0,092	0,032–5,8
Al, мг/л		***			
	$M \pm m$		2,02±1,39*	0,47±0,17	0,63±0,37
	Lim		0,003–7,58	0,19–0,88	0,05–1,93
As, мг/л		0,05			
	$M \pm m$	–	0,47±0,43	0,16±0,22	0,48±0,14
	Lim	–	0,003–1,43	0,003–0,8	0,29–0,84

Примітки. * – $p \leq 0,05$ порівняно з показниками тварин 2-ї і 3-ї груп; ** – $p \leq 0,05$ порівняно з показниками тварин 1-ї та 2-ї групи; *** – ГДК для Al невизначено.

Надлишок Кадмію в організмі людей реєструють за хвороби Альцгеймера, ракових і статевих сфери захворювань, гіпертонії і нефропатії. За дефіциту Кадмію встановлено зниження концентрації глюкози в крові та атеросклеротичні бляшки в аорті.

Вміст Плюмбуму в крові корів 1-ї і 2-ї груп не перевищував ГДК. У крові корів 3-ї групи концентрація цього елемента була достовірно вищою, порівняно з показником корів першої та другої груп і перевищувала ГДК у 10 разів, а у окремих тварин і більше. Такий результат потребує додаткового вивчення надходження надлишку Плюмбуму із зовнішнього середовища (корми, вода) і виключення хронічної анемії в корів. За даними таблиці 2 вміст цього токсиканту в кормах не перевищував ГДК.

**Таблиця 2. Вміст металів в кормах корів
північно-східної біогеохімічної зони, n=4-6**

Показник	Вид корму		
	сіно лучне, n=6	силос кукурудзяний, n=4	комбікорм, n=4
Cd, мг/кг, $M \pm m$	0,007±0,002	0,018±0,01	0,007±0,001
<i>Lim</i>	0,0037–0,05	0,004–0,05	0,005–0,09
ГДК, мг/кг	0,4	0,4	0,3
Pb, мг/кг, $M \pm m$	0,06±0,008	0,05±0,008	0,05±0,01
<i>Lim</i>	0,03–0,088	0,03–0,06	0,009–0,07
ГДК, мг/кг	5,0	5,0	5,0
Al, мг/кг, $M \pm m^{***}$	19,42±11,65	6,17±0,17	10,24±3,21
<i>Lim</i>	3,32–53,14	5,6–6,51	5,75–15,27
As, мг/кг, $M \pm m$	0,009±0,004	<0,003	<0,003
<i>Lim</i>	0,003–0,021	<0,003	<0,003
ГДК, мг/кг	0,5	0,5	0,5

Примітка. *** – ГДК для Al невизначено.

Надлишок Плюмбуму виявляють за ракових захворювань, полінейропатії, імунодефіциту, анемії, нефропатії, артеріальної гіпертензії, цукрового діабету і подагри. За дефіциту Плюмбуму виникає залізодефіцитний стан у тварин, тоді як у людей випадки нестачі цього елемента невідомі.

Концентрація Алюмінію в крові корів першої групи була в 4,3 раза більше порівняно з другою групою, і в 3,2 раза – порівняно з третьою, проте ГДК по цьому елементу не регламентується. Вміст Алюмінію в кормах раціону усіх господарств був найвищим у сіні за норми 28,8 мг/кг та найнижчим – у силосі за норми 13,2 мг/кг.

Надлишок Алюмінію реєструють за остеодистрофії, анемії, псевдогіпертиреозу, пневмоконіозу, хвороби Альцгеймера, алюмініозу серця. Випадки дефіциту Алюмінію в організмі людини невідомі.

Концентрація Арсену в крові корів усіх груп перевищувала ГДК на порядок, але не у всіх тварин. У кормах виявлено дуже низьку концентрацію цього токсиканта. Також необхідно провести додаткове дослідження і виявити джерело надмірного надходження цього токсичного елемента в організм окремих тварин.

Надлишок Арсену виявляють в організмі людей за атрофічного акродерматиту, ендартеріїту, кератозу, анемії, серцевої патології та раку легенів. За отруєння Арсеном у тварин спостерігається втрата апетиту, пронос, ураження шкіри, параліч. Випадки дефіциту Арсену в організмі людини невідомі. Зазначимо також, що незначне додавання Арсену до раціону тварин у формі органічних сполук сприяє їх росту.

Отже, найнижчу концентрацію важких металів нами виявлено в зразках крові корів за безприв'язної системи їх утримання, тоді як за стійлово-пасовищної системи утримання спостерігалось перевищення вмісту Алюмінію та Кадмію, а за стійлової системи утримання – надлишок Плюмбуму. Однак, у досліджених зразках корму перевищення концентрації за ГДК відповідних токсикантів не спостерігалось.

Висновки та перспективи подальших досліджень.

1. У крові корів північно-східної зони за стійлово-пасовищної системи їх утримання вміст Кадмію на нижній межі ГДК, Плюмбуму – наближається до ГДК, Арсену перевищує її – в 9,4 раза.

2. У крові корів північно-східної зони за безприв'язної системи їх утримання концентрація Кадмію нижча за ГДК в 10 разів, Плюмбуму – в 2 рази, а концентрація Арсену перевищує її – в 3,2 раза.

3. У крові корів північно-східної зони за стійлової системи утримання вміст Кадмію нижчий за ГДК в 10 разів, Арсену перевищує – в 9,6 раза, а Плюмбуму – у 17 разів.

Перспективним є визначення впливу важких металів на виникнення патології у корів за різних технологій ведення тваринництва у біогеохімічних зонах України та вивчення джерел надходження надлишку токсичних елементів в їх організм.

Література

1. Веремеєнко С. І. Екологічний стан земель порушених територій Житомирської області / С. І. Веремеєнко, Л. Д. Саврасих // Вісник ЖНАЕУ. – 2016. – № 2 (56), т. 1. – С. 25–31.
2. Гаевая Е. В. Содержание тяжелых металлов в организме крупного рогатого скота / Е. В. Гаевая, Е. В. Захарова // Ползуновский вестник. – 2011. № 4/2. – С. 119–121.
3. Долецький С. П. Теоретичне та клініко-експериментальне обґрунтування профілактики порушень мінерального обміну в корів у біогеохімічних зонах України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора вет. наук : спец. 16.00.01 / С. П. Долецький ; Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України. – К., 2015. – 38 с.
4. Мікроэлементозы сельского-хозяйственных животных / М. О. Судаков, В. И. Береза, И. Г. Погурський [та ін.] ; за ред. М. О. Судакова. – 2-е вид. – К. : Урожай, 1991. – 144 с.
5. Немова Т. В. Порушення мінерального обміну в організмі молочних кіз (діагностика і профілактика) : дис. ... канд. вет. наук : 16.00.01 / Т. В. Немова. – К., 2010. – 21 с.

6. Вміст важких металів у ґрунті, кормах та біологічному матеріалі в агроекологічних умовах Лісостепу та Полісся / Р. Г. Сачко, Я. В. Лесик, А. З. Пилипець [та ін.] // Наук. вісн. Львівського нац. ун-ту вет. медицини та біотехнологій ім. С. З. Гжицького. – 2013. – Т. 15, № 3, ч. 3. – С. 415–421.

7. Слівінська Л. Г. Анемічний синдром за хронічної гематурії корів : монографія / Л. Г. Слівінська. – Львів : СПОЛОМ, 2013. – 140 с.

8. Фатєєв А. І. Фоновий вміст мікроелементів у ґрунтах України / А. І. Фатєєв ; за ред. А. І. Фатєєва, Я. В. Пашенко. – Х., 2003. – 117 с.

9. Цвіліховський М. І. Вміст важких металів у молоці корів північно-східної біогеохімічної зони за різних технологій утримання / М. І. Цвіліховський, С. П. Долецький, Н. Г. Грушанська // Наук.-техн. бюл. ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин. – 2016. – Вип. 17, № 2. – С. 213–218.

УДК 636.084.523:636.087.72

Ю. Ю. Довгій

д. вет. н.

Д. В. Фещенко

к. вет. н.

М. Ю. Довгій

аспірант*

В. Ю. Іванов

аспірант**

Житомирський національний агроекологічний університет

О. В. Боднарчук

директор ПФ «Віта»

О. В. Коваленко

лікар ветеринарної медицини

ВПЛИВ КОРМОВОГО КОНЦЕНТРАТУ «ЖИВИНА» НА МОЛОЧНУ ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ГЕМАТОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ КОРІВ

Використання кормових добавок у раціонах свійських тварин дозволяє отримати додаткову якісну продукцію при скороченні грошових затрат на вартісні концентровані корми. Застосування кормового концентрату «Живина» в раціоні дійних корів впродовж 30-и діб призводить до збільшення середньодобового надою (на 5,3 % або 1,2 кг). Також відмічене покращення якості одержаного молока – зріс вміст жиру (на 0,28 %) та білка (на 0,5 %). При цьому гематологічні показники (вміст гемоглобіну, загального білку, глюкози, сечовини, креатиніну та каротину) у дійних корів вийшли на рівень фізіологічних значень.

Ключові слова: кормовий концентрат, Живина, дійні корови, молоко.

© Ю. Ю. Довгій, Д. В. Фещенко, М. Ю. Довгій, В. Ю. Іванов, О. В. Боднарчук, О. В. Коваленко

*Науковий керівник – доктор ветеринарних наук, професор В. Ф. Галат

**Науковий керівник – доктор с.-г. наук, професор В. А. Бурлака

6. Вміст важких металів у ґрунті, кормах та біологічному матеріалі в агроекологічних умовах Лісостепу та Полісся / Р. Г. Сачко, Я. В. Лесик, А. З. Пилипець [та ін.] // Наук. вісн. Львівського нац. ун-ту вет. медицини та біотехнологій ім. С. З. Гжицького. – 2013. – Т. 15, № 3, ч. 3. – С. 415–421.

7. Слівінська Л. Г. Анемічний синдром за хронічної гематурії корів : монографія / Л. Г. Слівінська. – Львів : СПОЛОМ, 2013. – 140 с.

8. Фатєєв А. І. Фоновий вміст мікроелементів у ґрунтах України / А. І. Фатєєв ; за ред. А. І. Фатєєва, Я. В. Пашенко. – Х., 2003. – 117 с.

9. Цвіліховський М. І. Вміст важких металів у молоці корів північно-східної біогеохімічної зони за різних технологій утримання / М. І. Цвіліховський, С. П. Долецький, Н. Г. Грушанська // Наук.-техн. бюл. ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин. – 2016. – Вип. 17, № 2. – С. 213–218.

УДК 636.084.523:636.087.72

Ю. Ю. Довгій

д. вет. н.

Д. В. Фещенко

к. вет. н.

М. Ю. Довгій

аспірант*

В. Ю. Іванов

аспірант**

Житомирський національний агроекологічний університет

О. В. Боднарчук

директор ПФ «Віта»

О. В. Коваленко

лікар ветеринарної медицини

ВПЛИВ КОРМОВОГО КОНЦЕНТРАТУ «ЖИВИНА» НА МОЛОЧНУ ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ГЕМАТОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ КОРІВ

Використання кормових добавок у раціонах свійських тварин дозволяє отримати додаткову якісну продукцію при скороченні грошових затрат на вартісні концентровані корми. Застосування кормового концентрату «Живина» в раціоні дійних корів впродовж 30-и діб призводить до збільшення середньодобового надою (на 5,3 % або 1,2 кг). Також відмічене покращення якості одержаного молока – зріс вміст жиру (на 0,28 %) та білка (на 0,5 %). При цьому гематологічні показники (вміст гемоглобіну, загального білку, глюкози, сечовини, креатиніну та каротину) у дійних корів вийшли на рівень фізіологічних значень.

Ключові слова: кормовий концентрат, Живина, дійні корови, молоко.

© Ю. Ю. Довгій, Д. В. Фещенко, М. Ю. Довгій, В. Ю. Іванов, О. В. Боднарчук, О. В. Коваленко

*Науковий керівник – доктор ветеринарних наук, професор В. Ф. Галат

**Науковий керівник – доктор с.-г. наук, професор В. А. Бурлака

Постановка проблеми

Останні десятиріччя, у зв'язку з появою нових технологій, ознаменувалися корінними змінами у сферах застосування природних мінералів (детергентів). Із плином часу та накопиченням практичного і наукового досвіду щодо використання природних мінералів людство почало не лише активно вживати їх для виготовлення будівельних матеріалів, але й виготовляти з них різноманітні лікарські речовини для медичних і ветеринарних потреб [1, 2].

В умовах промислового утримання та вирощування тварин постійно необхідний пошук препаратів, що сприятимуть покращенню процесів травлення й більш повноцінному використанню поживних речовин, у тому числі й мінеральної частини корму.

Також одними з основних напрямків роботи сучасного агропромислового комплексу є боротьба за екологію, скорочення витрат і підвищення якості молочної продукції. При цьому висока санітарно-гігієнічна якість молока та молочних продуктів повністю залежить від організаційної роботи спеціалістів-тваринників, які повинні зберігати й зміцнювати здоров'я самих корів. Оскільки зрозуміло, що лише здорові тварини можуть давати молоко, в якому складові компоненти (білки, жири, вуглеводи, ферменти, солі, мікроелементи тощо) збалансовані самою природою [3, 4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

У сучасних молочних комплексах у раціонах дійних корів широко застосовуються нетрадиційні мінеральні добавки – природні детергенти. Про ефективність їх застосування у годівлі тварин свідчать численні результати досліджень вітчизняних вчених: В. І. Георгієвського (1979), М. Ф. Кулика (2003), Ю. І. Савченка (2012), В. А. Бурлаки (2014) та інших. Наразі достеменно відомо, що використання кормових добавок у раціоні великої рогатої худоби може допомогти скоротити терміни відгодівлі молодняку та посилити репродуктивну функцію корів [5, 6].

Мета, завдання та методика досліджень

Метою роботи було визначити вплив кормового концентрату (КК) «Живина» (виробництва ПФ «Віта», Україна) на молочну продуктивність та гематологічні показники дійних корів.

Виробничі дослідження проводилися на базі СТОВ «Хлібороб» с. Зозулинці Козятинського району Вінницької області.

Експеримент проводився на двох групах дійних корів чорно-рябої породи у перші 100 діб третьої лактації у літній пасовищний період 2016 р. Дослідна група налічувала 54 голови, контрольна – 85 голів. Корів у групи підбирали з урахуванням віку, живої маси (600 кг), дати отелення, середньодобового надою (25 кг/добу) та вмісту жиру в молоці (4 %).

Тварини обох груп отримували кормовий раціон, ідентичний за складом і поживністю (табл. 1–2). Коровам дослідної групи додатково упродовж 30 діб в раціон вводили КК «Живина» в кількості 200 г на голову за добу. До складу концентрату входять: незамінні та замінні амінокислоти (лізин, метіонін, треонін, глутамін, гліцин, аспарагін, аргінін); макро (Ca, P) і мікроелементи (Fe, Zn, Cu, Mn, I); вітаміни (A, B, D, E, K, P); капсаїцин (4 %); циннамальдегід (1,4 %). Виробник рекомендує застосовувати КК «Живина» для балансування раціонів тварин за вітамінами, амінокислотами, мікроелементами; стимуляції ферментної активності, нормалізації кишкової мікрофлори й підвищення резистентності організму.

Лабораторні дослідження біологічних субстратів проводили на базі наукових лабораторій Житомирського національного агроекологічного університету. Щільність молока визначали за допомогою ареометра. Вміст жиру, білку, СЗМЗ (сухий знежирений молочний залишок) у молоці визначали на ультразвуковому аналізаторі Екомілк-Стандарт.

Кров для морфологічних і біохімічних досліджень у корів обох груп відбирали вранці до годівлі з яремної вени. Кількість лейкоцитів та еритроцитів підраховували в камері з сіткою Горяєва, лейкограму визначали приготуванням мазків крові, з подальшою фіксацією рідиною Никифорова і фарбуванням за Романовським-Гімзою, вміст гемоглобіну – на приладі ФЕК-М. У сироватці крові корів встановлювали: вміст загального білку (рефракметрично), імуноглобулінів із розчином натрію сульфату (Левченко В. І. та ін., 2002). Інші біохімічні показники визначали на біохімічному напівавтоматичному аналізаторі марки «Rayto 1904».

Таблиця 1. Раціон дійних корів у СТОВ «Хлібороб»

Корми, кг			
Силос	17,0	Корнаж кукурудзяний	5,0
Сінаж-люцерна	13,0	Шрот соняшниковий	3,0
Сіно люцерни	1,0	Соевий шрот	1,0
Зелена маса (вико-вівсяна)	10,0	Діамонійфосфат	0,1
Гичка бурякова	4,0	Сіль кухонна	0,1

Таблиця 2. Вміст поживних і біологічно активних речовин в раціоні дійних корів у СТОВ «Хлібороб»

Показники		В раціоні	За нормою	± до норми
1		2	3	4
Обмінна енергія	мДж	217,8	214,5	+3,3
Суха речовина	кг	21,37	19,5	+1,87
Сирий протеїн	г	3597	3120	+477
Перетравний протеїн	г	2360	2047	+313
Сира клітковина	г	4155	3900	+255

Закінчення таблиці 2

1	2	3	4	5
Крохмаль	г	3273	3120	+153
Цукор	г	2122	2047	+75
Сирий жир	г	682	702	-20
Каротин	мг	783,4	780	+3,4
Кальцій	г	128,1	126,7	+1,4
Фосфор	г	99,2	87,8	+11,4
Сірка	г	58,2	54,6	+3,6
Цинк	мг	619,3	1267	-647,7
Мідь	мг	149,9	195	-45,1
Кобальт	мг	13,4	15,6	-2,1
Залізо	мг	4021	1560	+2461
Йод	мг	13	17,6	-4,6
Свинець	мг	105,7	–	–
Вітамін Е	мг	1270	780	+490

Статистичну обробку результатів експериментальних досліджень проводили шляхом визначення середнього арифметичного (M), його похибки (m) та рівня вірогідності (p) з використанням таблиці t -критеріїв Стьюдента.

Результати досліджень

Аналізуючи склад і поживність наведеного стандартного раціону дійних корів у СТОВ «Хлібороб», можемо засвідчити його відповідність основним вимогам та нормам годівлі, що прийняті за основу в Україні для худоби зазначеної маси і продуктивності. Так, показники сухої речовини, перетравного протеїну, обмінної енергії, сирової клітковини та крохмалю навіть дещо перевищували норму (табл. 2). Однак, зафіксований суттєвий дефіцит мікроелементів: цинку, міді, йоду і кобальту. Також у раціоні присутній токсичний метал свинець – 105,7 мг. Таким чином, застосування мінеральної кормової добавки для корекції складу раціону дійних корів у цьому господарстві є обґрунтованим і доцільним.

У ході експерименту було встановлено, що у корів дослідної групи, які впродовж 30-и діб отримували КК «Живина», середньодобовий надій збільшився на 5,3 % або 1,2 кг у абсолютному значенні, при чому покращилася якість молока – вміст жиру зріс на 0,28 %, білка – на 0,5 %, СЗМЗ досяг звичайного рівня для збірного молока у 8,5 % ($8,56 \pm 0,56$ %, табл. 3). Щільність молока у корів обох груп не виходила за нормативні межі – $1,028 \text{ г/см}^3$ ($1,027$ - $1,030$ – стандарт).

**Таблиця 3. Значення показників продуктивності
та хімічного складу молока корів**

Показник	Контрольна група (n=85)		Дослідна група (n=54)	
	1-а доба	30-а доба	1-а доба	30-а доба
Добовий надій на корову, кг	20,3	20,3	22,6	23,8
Вміст жиру, %	3,5	3,55	3,5	3,78
Вміст білку, %	2,96	2,97	2,96	3,01
Щільність молока, г/см ³	1028	1028	1028	1028
СЗМЗ, %	8,44±0,42	8,44±0,42	8,45±0,42	8,56±0,56

Одержані результати показників молочної продуктивності у корів з групи контролю засвідчили відсутність різниці між початковими та фінальними даними (через місяць після початку досліду), тобто вплив будь-яких екзогенних факторів на дослідних тварин був повністю виключений.

Таким чином, можемо стверджувати, що додавання до раціону молочних корів кормового концентрату «Живина» здійснює позитивний вплив на молочну продуктивність корів.

Дослідження показників морфологічного та біохімічного складу крові корів дослідної та контрольної груп встановили, що гематологічні зміни в організмі тварин після застосування Живини не мали патологічного вектору та знаходилися у фізіологічних межах (табл. 4–5).

Впродовж місяця проведення досліду система гомеостазу організму корів контрольної групи перебувала в стані рівноваги – гематологічні показники залишалися практично незмінними.

У крові дослідної групи корів через місяць після застосування Живини, порівняно з початковими значеннями, було зафіксоване незначне підвищення рівня гемоглобіну (на 4,2 %), загального білку (12,6 %), глюкози (2,5 %), сечовини (9,3 %), креатиніну (15,3 %) та каротину (13,4 %).

Впродовж місяця проведення досліду система гомеостазу організму корів контрольної групи перебувала в стані рівноваги – гематологічні показники залишалися практично незмінними. У крові дослідної групи корів через місяць після застосування Живини, порівняно з початковими значеннями, було зафіксоване незначне підвищення рівня гемоглобіну (на 4,2 %), загального білку (12,6 %), глюкози (2,5 %), сечовини (9,3 %), креатиніну (15,3 %) та каротину (13,4 %).

**Таблиця 4. Морфологічні показники крові
у корів контрольної та дослідної груп**

Показник	Контрольна група (n=10)		Дослідна група (n=10)	
	1-а доба	30-а доба	1-а доба	30-а доба
1	2	3	4	5
Еритроцити, Т/л	4,94±0,21	4,92±0,07	5,21±0,35	5,43±0,28
Лейкоцити, Г/л	10,35±1,7	10,33±0,4	8,6±0,3	10,2±0,6°

Закінчення таблиці 4

1	2	3	4	5
Лейкограма, %				
Базофіли	–	–	1,0±0,2	1,0±0,2
Еозинофіли	5,0±0,5	3,4±0,55	4,0±0,4	6,0±0,9*
Нейтро- філи	Міелоцити	–	–	–
	Юні	1,0±0,2	1,0±0,2	–
	Паличкоядерні	7,0±0,5	7,6±0,3	11,0±0,7***
	Сегментоядерні	24,0±0,31	23,2±0,7	24,0±0,29
Лімфоцити	60,0±0,6	61,0±0,5	58,0±0,07**	59,0±0,5*
Моноцити	3,0±0,28	3,8±0,42	2,0±0,28*	4,0±0,33°°°

Примітка: х* (**, ***) – $p < 0,05$ (0,01; 0,001) відносно групи контролю;
 х° (°°, °°°) – $p < 0,05$ (0,01; 0,001) відносно результатів 1-ї доби.

Таблиця 5. Біохімічні показники крові у корів контрольної та дослідної груп

Показник	Контрольна група (n=10)		Дослідна група (n=10)	
	1-а доба	30-а доба	1-а доба	30-а доба
Гемоглобін, г/л	124,1±12,03	122,0±5,1	129,7±8,18	136,56±14,1
Загальний білок, г/л	86,5±2,2	84,5±3,7	86,06±2,74	98,4±5,8
Імуноглобуліни, мг/мл	22,2±1,49	23,76±1,59	21,5±1,9	23,44±2,85
Глюкоза, ммоль/л	1,23±0,53	1,22±0,1	1,25±0,11	1,3±0,27
Холестерин, г/л	2,16±0,26	2,14±0,25	2,16±0,27	2,5±0,33
Сечовина, ммоль/л	2,12±0,25	2,14±0,25	2,16±0,27	2,5±0,33
Креатинін, мкмоль/л	107,0±8,7	107,0±8,7	105,0±8,3	123,9±4,0
Кальцій, ммоль/л	1,78±0,11	1,1±0,07°°°	1,76±0,11	1,96±0,13***
Каротин, мг %	0,52±0,04	0,51±0,01	0,52±0,04	0,58±0,05

Примітка: х*** – $p < 0,001$ відносно групи контролю;
 х°°° – $p < 0,001$ відносно результатів 1-ї доби.

Висновки та перспективи подальших досліджень

Застосування КК «Живина» у раціоні дійних корів упродовж 30-и діб спричинило збільшення середньодобового надою (на 5,3 %) та сприяло покращенню якості молока (вміст жиру зріс на 0,28 %, білка – 0,5 %). При цьому гематологічні показники тварин свідчили про фізіологічний перебіг обмінних процесів у їхньому організмі.

Подальші дослідження слід зосередити на визначенні економічної ефективності застосування Живини в раціоні лактуючих корів.

Література

1. Бабенко Г. А. О влиянии микроэлементов на обмен веществ и реактивность организма / Г. А. Бабенко // Биологическая роль микроэлементов и их применение в сельском хозяйстве и медицине. – М. : Наука, 1974. – С. 61–76.

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 ЖДІ ім. І. Франка, 2004. – С. 140–160.
3. Власов В. І. Управління відтворенням і продуктивністю молочного стада / В. І. Власов, М. В. Зубець, Є. В. Дяченко. – К. : Урожай, 1997. – 136 с.
4. Герцен Є. І. Підвищення поживності та якості молока / Є. І. Герцен, Л. П. Пятівська, Г. М. Дюрич. – К. : Урожай, 1972. – 130 с.
5. Дуденков А. Л. Биохимия молока и молочных продуктов / А. Л. Дуденков, Ю. А. Дуденков. – М. : Пищевая промышленность, 1972. – 161 с.
6. Оксамитний М. К. Технологія одержання високоякісного молока / М. К. Оксамитний, І. П. Даниленко. – К. : Урожай, 1976. – 96 с.

УДК 636.5:619:616-091.8:619:616.981.459:619:616.995.132

В. М. Плис

к. вет. н.

Державна установа Інститут зернових культур
Національної академії аграрних наук України

ПАТОГІСТОЛОГІЧНІ ЗМІНИ ПРИ ПАСТЕРЕЛЬОЗНО-АСКАРИДИОЗНОМУ МІКСТ-ЗАХВОРЮВАННІ ПТИЦІ ЗА ГОСТРОГО ТА ХРОНІЧНОГО ПЕРЕБІГУ

У статті викладено результати гістологічних досліджень слинних залоз і паренхіматозних органів загиблої птиці за пастерельозно-аскаридіозного міксту захворювання при гострій та хронічній формах перебігу.

Встановлено, що зареєстровані патогістологічні зміни за пастерельозно-аскаридіозного мікст-захворювання відіграють важливу роль у постановці заключного діагнозу та диференційній діагностиці.

Суттєві патоморфологічні зміни у внутрішніх органах птиці за пастерельозно-аскаридіозного мікст-захворювання спостерігали у серці (вогнищевий некроз міокарду, зернисту і жиркову дистрофію м'язових волокон, втрату їх окресленості та фрагментацію); печінці (гепатоцити перебували у стані зернистої дистрофії, кровоносні судини кровонаповнені); дванадцятипалій кишці (катарально-геморагічне запалення).

З'ясували, що найбільш виразні патогістологічні зміни були у курей за гострого перебігу мікст-захворювання і характеризувалися вогнищевим некрозом міокарду, зернистою дистрофією печінки, катарально-геморагічним ентеритом, катарально-геморагічним дуоденітом та відкладанням амілоїду в капілярних петлях клубочка і під базальною мембраною канальців нирки.

Ключові слова: патогістологічні зміни, птиця, гістологічні зрізи, пастерельозно-аскаридіозне мікст захворювання, гематоксилін-еозин.

Постановка проблеми

Однією з найпотужніших галузей у тваринництві є птахівництво. Значно збільшити виробництво м'яса і яйця птиці за короткий термін можливо за рахунок вирощування найбільш скоростиглих кросів та порід птиці [3].

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 ЖДІ ім. І. Франка, 2004. – С. 140–160.
3. Власов В. І. Управління відтворенням і продуктивністю молочного стада / В. І. Власов, М. В. Зубець, Є. В. Дяченко. – К. : Урожай, 1997. – 136 с.
4. Герцен Є. І. Підвищення поживності та якості молока / Є. І. Герцен, Л. П. Пятівська, Г. М. Дюринч. – К. : Урожай, 1972. – 130 с.
5. Дуденков А. Л. Биохимия молока и молочных продуктов / А. Л. Дуденков, Ю. А. Дуденков. – М. : Пищевая промышленность, 1972. – 161 с.
6. Оксамитний М. К. Технологія одержання високоякісного молока / М. К. Оксамитний, І. П. Даниленко. – К. : Урожай, 1976. – 96 с.

УДК 636.5:619:616-091.8:619:616.981.459:619:616.995.132

В. М. Плис

к. вет. н.

Державна установа Інститут зернових культур
Національної академії аграрних наук України

ПАТОГІСТОЛОГІЧНІ ЗМІНИ ПРИ ПАСТЕРЕЛЬОЗНО-АСКАРИДИОЗНОМУ МІКСТ-ЗАХВОРЮВАННІ ПТИЦІ ЗА ГОСТРОГО ТА ХРОНІЧНОГО ПЕРЕБІГУ

У статті викладено результати гістологічних досліджень слинних залоз і паренхіматозних органів загиблої птиці за пастерельозно-аскаридіозного міксту захворювання при гострій та хронічній формах перебігу.

Встановлено, що зареєстровані патогістологічні зміни за пастерельозно-аскаридіозного мікст-захворювання відіграють важливу роль у постановці заключного діагнозу та диференційній діагностиці.

Суттєві патоморфологічні зміни у внутрішніх органах птиці за пастерельозно-аскаридіозного мікст-захворювання спостерігали у серці (вогнищевий некроз міокарду, зернисту і жиркову дистрофію м'язових волокон, втрату їх окресленості та фрагментацію); печінці (гепатоцити перебували у стані зернистої дистрофії, кровоносні судини кровонаповнені); дванадцятипалій киші (катарально-геморагічне запалення).

З'ясували, що найбільш виразні патогістологічні зміни були у курей за гострого перебігу мікст-захворювання і характеризувалися вогнищевим некрозом міокарду, зернистою дистрофією печінки, катарально-геморагічним ентеритом, катарально-геморагічним дуоденітом та відкладанням амілоїду в капілярних петлях клубочка і під базальною мембраною канальців нирки.

Ключові слова: патогістологічні зміни, птиця, гістологічні зрізи, пастерельозно-аскаридіозне мікст захворювання, гематоксилін-еозин.

Постановка проблеми

Однією з найпотужніших галузей у тваринництві є птахівництво. Значно збільшити виробництво м'яса і яйця птиці за короткий термін можливо за рахунок вирощування найбільш скоростиглих кросів та порід птиці [3].

Переведення птахівництва на промислову основу і висока концентрація птиці на обмеженій території вимагають жорсткого дотримання протиепізоотичних заходів, спрямованих на охорону птахогосподарства від заносу інфекції із-зовні [4, 5].

Наразі актуальною проблемою птахівництва є пастерельозно-аскаридіозне мікст-захворювання. Важливою стороною проблеми цього мікст захворювання є його зооантропонозність.

Пастерельозно-аскаридіозний мікст – це гостре бактеріально-гельмінтозне захворювання, яке уражує сільськогосподарську птицю всіх видів і вікових груп, диких перелітних, синантропних та декоративних птахів і характеризується септицемією, геморагічним діатезом, ендокардитом, некротичним ураженням печінки, катарально-геморагічним запаленням тонкого і товстого відділів кишечника, діареею з домішками слизу і крові, анемією, зниженням продуктивності, виснаженням та високою летальністю. Хворіє людина. Мікст захворювання є висококонтагіозним [9, 10, 12].

Успіх боротьби з епізоотіями і ензоотичними спалахами бактеріально-гельмінтозних хвороб у сучасному птахівництві залежить від своєчасної діагностики, з виконанням комплексу спеціальних експрес-методів досліджень з диференціацією основної і супутніх хвороб та наступних заходів, спрямованість яких зумовлена прогнозуванням [5].

Для ветеринарної і гуманної медицини суттєве значення має результуюча і сумарна дія окремих компонентів паразитоценозу, яка проявляється через особливості перебігу, клінічні симптоми, патолого-анатомічні і патогістологічні зміни мікст-захворювань птиці, специфіку їх діагностики, лікування та профілактики [1, 2, 3, 11].

Гістологічні дослідження відіграють важливу роль у постановці діагнозу і дають змогу розглянути питання на клітинному рівні [6, 7, 8].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Нам невідомі роботи, в яких були б висвітлені питання щодо поглибленого вивчення патогістологічних змін за пастерельозно-аскаридіозного мікст-захворювання птиці за гострої та хронічної форм перебігу і вивчено їх роль у постановці заключного діагнозу та диференційній діагностиці.

Мета, завдання та методика досліджень

Метою наших досліджень було вивчити патогістологічні зміни і їх роль у постановці діагнозу та диференційного діагнозу за пастерельозно-аскаридіозного мікст-захворювання птиці при гострому та хронічному перебігах.

Об'єктом досліджень був патологічний матеріал (слинні залози, серце, печінка, селезінка, нирки, тонкий і товстий відділи кишечника) відібраний від загиблої птиці.

Дослідження проводили впродовж 2012–2016 років на базі Державної установи Інститут сільського господарства степової зони в лабораторії ветеринарної медицини, лабораторії патогістоморфології Національного наукового центру «Інститут експериментальної і клінічної ветеринарної медицини», кафедрі паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету і кафедрі ветсанекспертизи, мікробіології, зоогігієни та безпеки і якості продукції тваринництва Сумського національного аграрного університету.

Діагноз на пастерельозно-аскаридіозне мікст-захворювання було встановлено, враховуючи анамнестичні і епізоотологічні дані, клінічні ознаки, патолого-анатомічні зміни при розтині трупів загиблої птиці і лабораторних бактеріологічних та гельмінтологічних досліджень.

Зразки тканин органів фіксували у 10 %-ному водному розчині нейтрального формаліну впродовж 48 годин, зневоднювали в етанолах зростаючої концентрації. Після фіксації зразки матеріалу через хлороформ заливали у парафін і, за допомогою санного мікротому, одержували зрізи товщиною 7–10 мкм, а отримані зрізи фарбували гематоксиліном та еозином за стандартною методикою. Під час проведення гістоморфометричної оцінки виготовлених препаратів в основу було покладено методичні рекомендації щодо гістоморфологічної оцінки органів птиці у нормі та за патології.

Дослідженню піддавали: міокард, паренхіму печінки, слизову оболонку дванадцятипалої кишки, лімфоїдну тканину стінки кишечника, капілярні петлі клубочка і базальну мембрану каналців нирки, тканину слинної залози. Звертали увагу на факт наявності або відсутності крововиливів, дистрофії, запалення, гіперплазії, наявності амілоїду та інфільтрації, некрозу, дистрофії. За одержання узагальнених результатів робили висновки.

Результати досліджень

У результаті проведених досліджень було встановлено, що найбільш характерні патогістологічні зміни за пастерельозно-аскаридіозного мікст-захворювання при гострій формі були встановлені в печінці, кровоносних судинах, тонкому відділі кишечника та нирках.

При проведенні гістологічних досліджень патологічного матеріалу печінки від птиці за гострого перебігу пастерельозно-аскаридіозного мікст-захворювання встановлено, що кровоносні судини кровонаповнені, простори Діссе розширені за рахунок накопичення ексудату. Гепатоцити перебували у стані зернистої дистрофії (рис. 1).

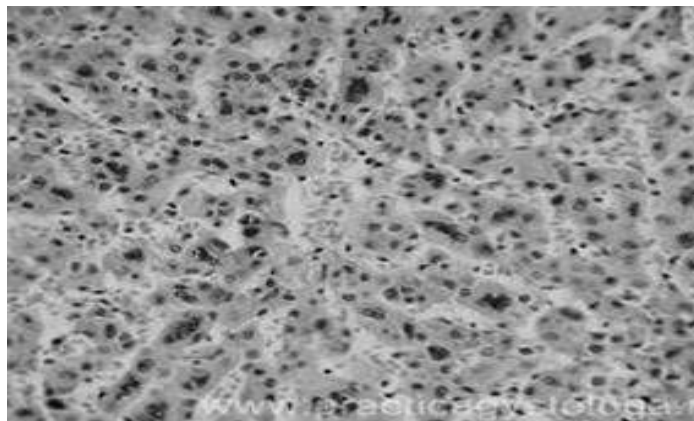


Рис. 1. Зерниста дистрофія печінки у курки за гострого перебігу пастерельозно-аскаридіозного мікст-захворювання. Фарбування гематоксиліном та еозином. х. 100

У паренхімі печінки спостерігали вогнищеві та дифузні крововиливи (рис. 2), а також субміліарні і міліарні вогнища сухого некрозу і розпадання псевдоеозинофілів та лімфоїдних клітин. Окрім цього, встановили лімфоїдну гіперплазію і фібринозний некроз стінок кровоносних судин.



Рис. 2. Крововиливи в паренхімі печінки курки за гострого перебігу пастерельозно-аскаридіозного мікст захворювання. Фарбування гематоксиліном та еозином. х. 100

У дванадцятипалій кишці реєстрували катарально-геморагічне запалення (рис. 3). Кровоносні судини кровонаповнені. Слизова і підслизова оболонка набряклі, пронизані крапковими крововиливами, інфільтровані лімфоїдними

клітинами, гістіоцитами та псевдоеозинофілами. Ворсинки слизової оболонки потовщені, деформовані. Поверхня слизової оболонки вкрита катарально-геморагічним ексудатом.

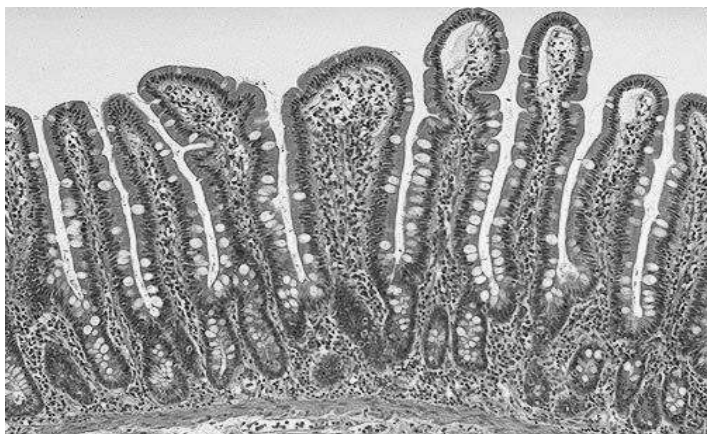


Рис. 3. Катарально-геморагічне запалення дванадцятипалої кишки курки за гострого перебігу пастерельозно-аскаридіозного мікст-захворювання. Фарбування гематоксиліном та еозином. х. 100

При дослідженні стінки кишечника відмічали гіперплазію лімфоїдної тканини (рис. 4). Лімфатичні фолікули були гіперплазовані, деяка частина їх некротизована.



Рис. 4. Гіперплазія лімфоїдної тканини стінки кишечника у курки за гострого перебігу пастерельозно-аскаридіозного мікст-захворювання. Фарбування гематоксиліном та еозином. х. 100

За гістологічного дослідження в капілярних петлях клубочка і під базальною мембраною каналців нирки спостерігали амілоїдоз (рис. 5). Відмічали також застійну гіперемію та зернисту дистрофію епітелію каналців.

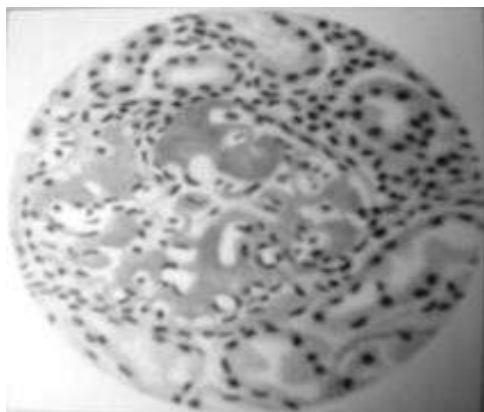


Рис. 5. Амілоїдоз у капілярних петлях клубочка і під базальною мембраною каналців нирки курки за гострої форми пастерельозно-аскаридіозного мікст-захворювання. Фарбування гематоксиліном та еозином. х. 100

За хронічного перебігу пастерельозно-аскаридіозного мікст-захворювання птиці найбільш характерні діагностичні ознаки спостерігали в слинних залозах, серці, печінці, кишечнику та нирках.

При патогістологічному дослідженні слинної залози відмічали її лімфоїдну інфільтрацію (рис. 6). Паренхіма слинної залози була набрякла, протоки звужені, стінки слинної залози атрофовані.

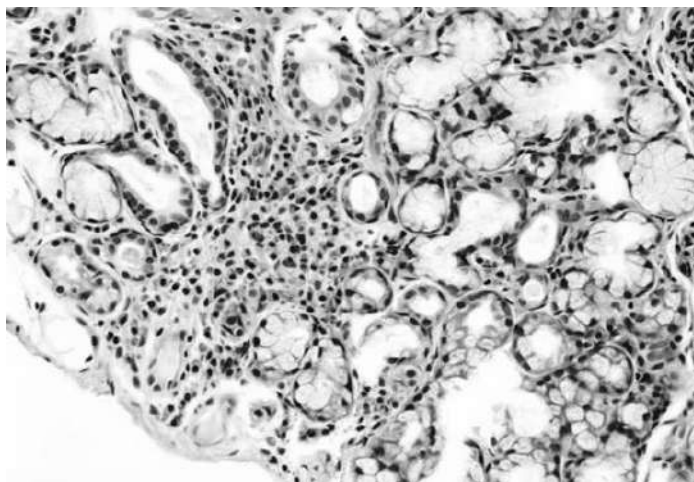


Рис. 6. Лімфоїдна інфільтрація слинної залози у гуски за хронічної форми пастерельозно-аскаридіозного мікст-захворювання. Фарбування гематоксиліном та еозином. х. 100

За результатами досліджень у серці виявили вогнищевий некроз міокарду (рис. 7), зернисту і жирову дистрофію м'язових волокон, втрату їх окресленості і фрагментацію.

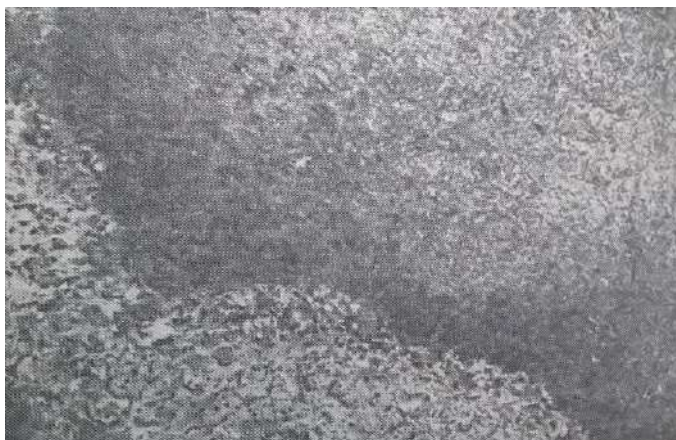


Рис. 7. Вогнищевий некроз міокарду у курки за хронічної форми перебігу пастерельозно-аскаридіозного мікст-захворювання. Фарбування гематоксиліном та еозином. х. 100

При гістологічному дослідженні печінки спостерігали, що гепатоцити знаходились у стані жирової дистрофії (рис. 8), паренхіма усіяна крапковими крововиливами.

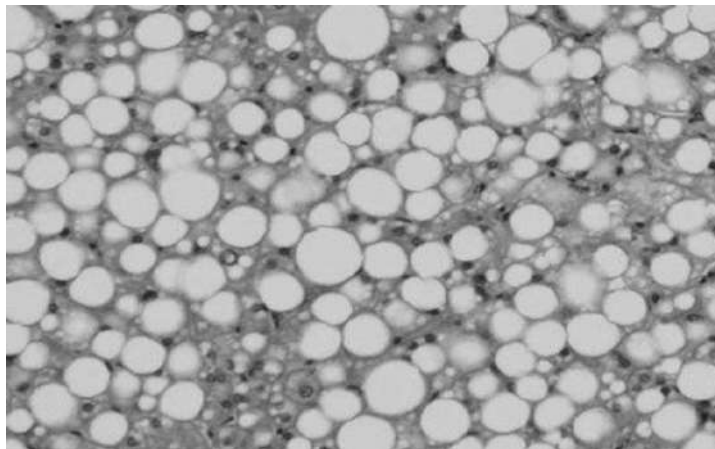
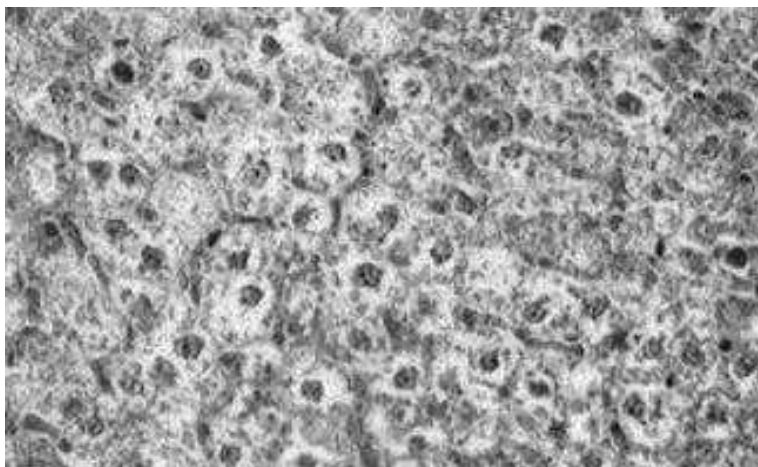


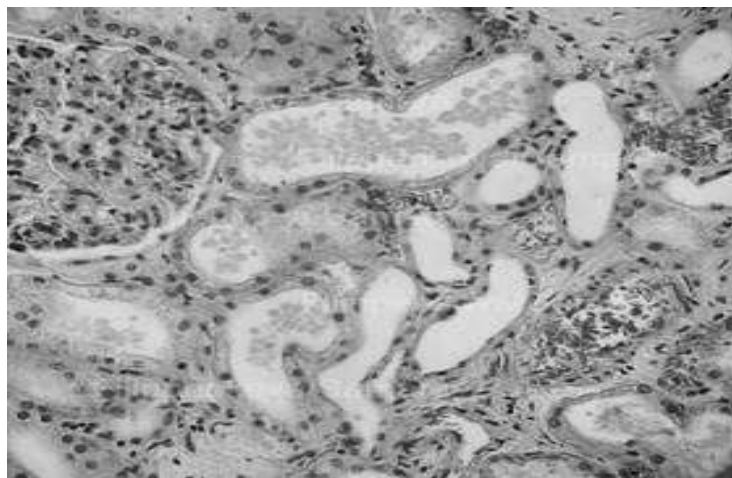
Рис. 8. Жирова дистрофія печінки у качки за хронічного перебігу пастерельозно-аскаридіозного мікст-захворювання. Фарбування гематоксиліном та еозином. х. 100

Проведені гістоморфологічні дослідження печінки свідчать про некроз гепатоцитів (рис. 9), вогнищеві некрози оточені по периферії гістіоцитами і гіганськими клітинами.



*Рис. 9. Некроз печінки у курки за хронічного перебігу пастерельозно-аскаридіозного мікст-захворювання.
Фарбування гематоксиліном та еозином. х. 100*

При патогістологічному дослідженні нирок за хронічного перебігу мікст захворювання відмічали зернисту дистрофію епітелію каналців (рис. 10).



*Рис. 10. Зерниста дистрофія нирки у курки за хронічної форми перебігу пастерельозно-аскаридіозного мікст-захворювання.
Фарбування гематоксиліном та еозином. х. 100*

Отже, при проведенні патогістологічних досліджень патологічного матеріалу, відібраного від загиблої птиці за пастерельозно-аскаридіозного мікст-захворювання, виявлені зміни є характерними і відіграють важливу роль у постановці заключного діагнозу та проведення диференційної діагностики.

Висновки та перспективи подальших досліджень

За результатами гістоморфологічних досліджень зразків внутрішніх органів птиці встановлено, що зареєстровані патогістологічні зміни за пастерельозно-аскаридіозного мікст захворювання відіграють важливу роль у постановці заключного діагнозу та диференційній діагностиці.

Суттєві патоморфологічні зміни у внутрішніх органах птиці за пастерельозно-аскаридіозного мікст-захворювання спостерігали у серці (вогнищевий некроз міокарду, зернисту і жирову дистрофію м'язових волокон, втрату їх окресленості та фрагментацію); печінці (гепатоцити перебували у стані зернистої дистрофії, кровоносні судини кровонаповнені, простори Діссе розширені за рахунок накопичення ексудату, вогнищеві некрози оточені по периферії гістіоцитами і гігантськими клітинами); дванадцятипалій кишці (катарально-геморагічне запалення, кровоносні судини кровонаповнені, слизова і підслизова оболонки набряклі, пронизані крапковими крововиливами, інфільтровані лімфоїдними клітинами, гістіоцитами та псевдоеозинофілами, ворсинки слизової оболонки потовщені, деформовані) і нирках (в капілярних петлях клубочка і під базальною мембраною каналців нирки спостерігали амілоїдоз, зерниста дистрофія епітелію каналців).

Наведені результати патогістологічних досліджень представляють теоретичну і практичну цінність для науковців і фахівців ветеринарної та гуманної медицини, які дають можливість розшири знання щодо гістологічних змін за пастерельозно-аскаридіозного мікст-захворювання у птиці різних видів. Подальші дослідження цього мікст-захворювання будуть спрямовані на вивчення більш поглиблених гістоморфологічних досліджень на ранніх стадіях патологічного процесу.

Література

1. Автандилов Г. Г. Медицинская морфометрия / Г. Г. Автандилов. – М. : Медицина, 1990. – 384 с.
2. Патологоанатомическая диагностика болезней птиц / А. В. Акулов [и др.] ; под. общ. ред. В. П. Шишкова. – М. : Колос, 1978. – С. 115–126.
3. Хвороби птиці : навч. посібник / А. В. Березовський, В. В. Герман, Т. І. Фотіна, Г. А. Фотіна. – К. : ДІА, 2012. – С. 7–225.
4. Буткин Е. И. Пастереллез (холера) птиц / Е. И. Буткин. – М. : Колос, 1972. – С. 61–103.

5. Довідник з хвороб птиці / В. В. Герман, П. І. Вербицький, Б. Т. Стегній [та ін.] ; під ред. В. В. Германа. – Х. : Фоліо, 2002. – С. 10–115.
6. Горальський Л. П. Основи гістологічної техніки і морфофункціональні методи дослідження у нормі та при патології / [Л. П. Горальський, В. Т. Хомич, О. І. Кононський]. – Житомир : Полісся, 2005 – С. 200–288.
7. Зон Г. А. Патологоанатомічний розтин тварин / Г. А. Зон, М. В. Скрипка, Л. Б. Івановська. – Донецьк : Глазунов Р. О., 2009. – 189 с.
8. Прудников В. С. Патоморфологическая диагностика инфекционных болезней птиц / В. С. Прудников, Б. Я. Бирман, И. Н. Громов. – Минск : Бизнесофсет, 2004. – С. 63–120.
9. Плис В. М. Епізоотологічний моніторинг, клінічні ознаки та патологоанатомічні зміни за пастерельозу (холери) птиці в асоціаціях з деякими інфекційними та інвазійними захворюваннями / В. М. Плис, Т. І. Фотіна // Вісн. Сумського нац. аграр. ун-ту. – 2014. – № 6 (35). – С. 114–122.
10. Плис В. М. Епізоотологічний моніторинг та патологоанатомічні зміни за пастерельозу (холери) птиці в асоціації з деякими інвазіями / В. М. Плис, Л. . Шендрик // Наук. вісн. Львів. нац. ун-ту вет. медицини та біотехнологій ім. С. З. Гжицького. – 2014. – Ч. 1, т. 16, № 2 (59). – С. 262–270.
11. Урбанович П. П. Патологічна анатомія тварин / П. П. Урбанович. – К. : Ветінформ, 2008. – С. 800–880.
12. Шендрик Л. І. Паразитарні хвороби тварин: діагностика, профілактика, лікування : навч. посібник / Л. І. Шендрик., Х. М. Шендрик. – Д. : Свідлер А. Л., 2011. – С. 84–86.

УДК 637.1; 614.31

О. Ю. Шинкарук
аспірант*
М. Д. Кухтин
д. вет. н.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ВПЛИВ МИЙНОГО ЗАСОБУ «ЕНЗИМИЙ» НА МІКРОБНІ БІОПЛІВКИ ENTEROCOCCUS FAECALIS TA ESCHERICHIA COLI

Після незадовільної санітарної обробки технологічного устаткування молокопереробних підприємств на його поверхнях залишаються молочні залишки, які є добрим поживним середовищем для розвитку мікроорганізмів. Для боротьби з бактеріями Enterococcus faecalis та Escherichia coli, які сформовані у біоплівки, нами розроблено рідкий ензимний мийний засіб «Ензимий», який здатний руйнувати екзополісахаридний матрикс. Результати попередніх досліджень показали, що

© О. Ю. Шинкарук, М. Д. Кухтин

*Науковий керівник – д. вет. н., професор М. Д. Кухтин

5. Довідник з хвороб птиці / В. В. Герман, П. І. Вербицький, Б. Т. Стегній [та ін.] ; під ред. В. В. Германа. – Х. : Фоліо, 2002. – С. 10–115.
6. Горальський Л. П. Основи гістологічної техніки і морфофункціональні методи дослідження у нормі та при патології / [Л. П. Горальський, В. Т. Хомич, О. І. Кононський]. – Житомир : Полісся, 2005 – С. 200–288.
7. Зон Г. А. Патологоанатомічний розтин тварин / Г. А. Зон, М. В. Скрипка, Л. Б. Івановська. – Донецьк : Глазунов Р. О., 2009. – 189 с.
8. Прудников В. С. Патоморфологическая диагностика инфекционных болезней птиц / В. С. Прудников, Б. Я. Бирман, И. Н. Громов. – Минск : Бизнесофсет, 2004. – С. 63–120.
9. Плис В. М. Епізоотологічний моніторинг, клінічні ознаки та патологоанатомічні зміни за пастерельозу (холери) птиці в асоціаціях з деякими інфекційними та інвазійними захворюваннями / В. М. Плис, Т. І. Фотіна // Вісн. Сумського нац. аграр. ун-ту. – 2014. – № 6 (35). – С. 114–122.
10. Плис В. М. Епізоотологічний моніторинг та патологоанатомічні зміни за пастерельозу (холери) птиці в асоціації з деякими інвазіями / В. М. Плис, Л. . Шендрик // Наук. вісн. Львів. нац. ун-ту вет. медицини та біотехнологій ім. С. З. Гжицького. – 2014. – Ч. 1, т. 16, № 2 (59). – С. 262–270.
11. Урбанович П. П. Патологічна анатомія тварин / П. П. Урбанович. – К. : Ветінформ, 2008. – С. 800–880.
12. Шендрик Л. І. Паразитарні хвороби тварин: діагностика, профілактика, лікування : навч. посібник / Л. І. Шендрик., Х. М. Шендрик. – Д. : Свідлер А. Л., 2011. – С. 84–86.

УДК 637.1; 614.31

О. Ю. Шинкарук
аспірант*
М. Д. Кухтин
д. вет. н.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ВПЛИВ МИЙНОГО ЗАСОБУ «ЕНЗИМИЙ» НА МІКРОБНІ БІОПЛІВКИ ENTEROCOCCUS FAECALIS TA ESCHERICHIA COLI

Після незадовільної санітарної обробки технологічного устаткування молокопереробних підприємств на його поверхнях залишаються молочні залишки, які є добрим поживним середовищем для розвитку мікроорганізмів. Для боротьби з бактеріями Enterococcus faecalis та Escherichia coli, які сформовані у біоплівки, нами розроблено рідкий ензимний мийний засіб «Ензимий», який здатний руйнувати екзополісахаридний матрикс. Результати попередніх досліджень показали, що

© О. Ю. Шинкарук, М. Д. Кухтин

*Науковий керівник – д. вет. н., професор М. Д. Кухтин

найоптимальніша протеолітична активність засобу проявляється за температури робочого розчину 60°C, рН 8,35 од. і твердості води 0,357–0,714 мг-екв/л.

Встановлено, що оптична щільність мікробних біоплівкок *Enterococcus faecalis* та *Escherichia coli* зменшується при збільшенні температури ензимного засобу і його тривалості дії, що призводить до руйнування біоплівкок.

Найбільш активною до мікроорганізмів у біоплівках була концентрація ензимного засобу 0,01 % за температури 60 °C і тривалості дії засобу 60 хв., при цьому оптична щільність біоплівкок вважається низькою.

Ключові слова: мікробні біоплівки, матрикс, позаклітинні полімерні речовини, ензими, деградація, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*.

Постановка проблеми

Мікроорганізми у біоплівках є джерелом обсіменіння молока і молочних продуктів та зниження їх безпечності, це пояснюється тим, що вони виявляються у сотні й тисячі разів стійкішими до антибактеріальних і дезінфікуючих препаратів, порівняно з тими ж бактеріями поза біоплівками.

Бактеріальне псування продуктів є серйозною проблемою у харчовій промисловості. Наукові дослідження останніх років доводять, що більшість бактерій існує не у вигляді планктонних клітин, а у вигляді специфічно організованих структур – біоплівкок, які здатні виживати на поверхні технологічного обладнання молокопереробних підприємств. Біоплівка – мікробне угруповання одного або декількох видів чи родів бактерій, прикріплених до субстрату біогенного чи абіогенного походження та оточена екзополісахаридним матриксом (позаклітинна полімерна речовина), який за формою нагадує «вежі» або «гриби». Біоплівка включає зазвичай 15–20 % бактеріальної маси, що міцно прикріпилася до тієї чи іншої поверхні, і 80–85 % захисного матриксу [1, 2].

До складу матриксу входять поліцукриди, структурні білки, екзоферменти, глікопротеїни, гліколіпіди, нуклеїнові кислоти, уранові кислоти та інші [3]. У глибині матриксу проходять водні канали, через які здійснюється постачання киснем, поживними речовинами та видалення побічних продуктів життєдіяльності бактерій [4]. Якісний і кількісний склад екзополімерного матриксу неоднорідний і залежить від видів мікроорганізмів, що формують біоплівку, і від умов, у яких ці біоплівки утворюються [5].

Матрикс біоплівки завдяки своєму складу та будові формує оптимальне мікросередовище для існування клітин мікроорганізмів і виконує наступні функції: забезпечує механічну стійкість біоплівкок і захищає мікроорганізми від висихання; виконує роль бар'єру від несприятливих хімічних і біологічних впливів, сприяє сорбції та зберіганню поживних речовин і мікроелементів, забезпечує тісний контакт бактеріальних клітин один з одним, що полегшує обмін генетичним матеріалом між ними [6, 7].

Планктонні форми мають здатність швидко розмножуватися та розповсюджуватися, мікроорганізми у біоплівці цього не можуть робити, але виявляють високу стійкість до впливу несприятливих факторів середовища (таких як низькі або високі значення рН, висока осмотична сила, температура тощо).

Таким чином, біоплівки є основним фактором перехресного забруднення з поверхонь технологічного обладнання у продукти харчування. Використання ензимів для руйнування мікробних біоплівок у молочній промисловості є альтернативою майбутнього, так як класичне миття СІР-установок хімічними агентами не дає позитивних результатів.

Отже, одним із важливих завдань у технології виробництва молочних продуктів є забезпечення відмінного санітарного стану технологічного обладнання. Цього можна досягти, використовуючи засоби з ензимами, які здатні впливати на сформовану біоплівку та викликати її деградацію, але важливо при цьому враховувати її видовий склад та структуру позаклітинних полімерних речовин [8].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

У молочній промисловості технологічне устаткування може бути контаміноване різними видами мікроорганізмів, серед яких зустрічаються *Enterococcus faecalis* та *Escherichia coli*.

Експериментальні дослідження, які проведені багатьма науковцями, показують, що 99,9 % бактерій ростуть у вигляді мікробних біоплівок.

У літературі наводяться дані щодо здатності протеолітичних ензимів впливати на бактерії у біоплівках, які сформовані на технологічному обладнанні молокопереробних підприємств [2, 8].

Нами було розроблено рідкий ензимний мийний засіб «Ензимий» для санітарної обробки СІР-установок на молочних підприємствах, у склад якого входять: калію гідроксид, комплексо́ни, протеолітичний ензим, стабілізатори, вода дистильована.

Мета, завдання та методика досліджень

Метою роботи було дослідити вплив різних концентрацій ензимного мийного засобу «Ензимий» у різних концентраціях на мікробні біоплівки, утворені штамами *Enterococcus faecalis* та *Escherichia coli*.

Дослідження проводили у лабораторіях Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

Для визначення щільності утворення біоплівок використовували стерильні одноразові пластикові чашки Петрі. У чашки вносили 5 см³ м'ясо-пептонного бульйону і 1 см³ добової культури мікроорганізмів у концентрації 10⁵ КУО/ см³ та інкубували за температури 37 °С протягом 24 год. Після інкубації чашки

триразово відмивали від планктонних клітин фосфатним буфером та висушували.

Для вивчення дії рідкого ензимного мийного засобу «Ензимий» на мікробні біоплівки, після висушування вносили засіб у концентраціях 0,1 %, 0,07 %, 0,05 %, 0,03 %, 0,01 %, 0,008 % витримували за температури 20, 40, 60 °C і за часу 15, 30, 60, 70 хв. За контроль брали дистильовану воду.

Потім відмивали фосфатним буфером, висушували та фіксували біоплівки 96° етиловим спиртом протягом 10 хв. Після цього фарбували розчином кристалічного фіолетового протягом 10 хв., знову промивали фосфатним буфером, висушували та додавали 5 см³ – 96° етилового спирту і визначали оптичну щільність біоплівки спектрофотометрично при довжині хвилі 570 нМ [9].

За оптичної густини промивного розчину до 0,5 од. щільність сформованих біоплівок вважали низькою, від 0,5 до 1,0 од. — середньою та при густині розчину більше 1,0 од. щільність сформованої біоплівки вважали високою.

Результати досліджень

Для того, щоб визначити найоптимальнішу концентрацію засобу «Ензимий» щодо руйнування біоплівок сформованими бактеріями *Enterococcus faecalis* та *Escherichia coli*, ми на першому етапі досліджень вивчили вплив засобу за різних концентрацій розчинів при температурі 40 °C та часі його дії упродовж 30 хв. Результати наведено на рис. 1.

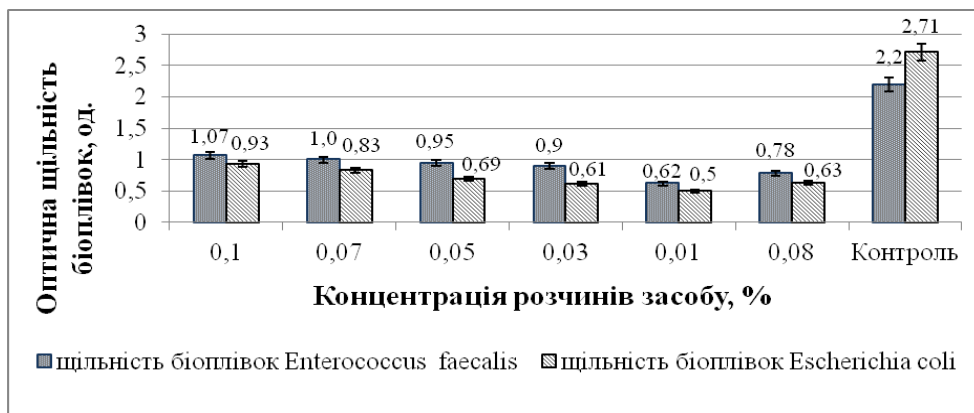


Рис. 1. Вплив засобу «Ензимий» за різних концентрацій розчинів при температурі 40±1 °C та часу дії 30 хв. на мікробні біоплівки *Enterococcus faecalis* та *Escherichia coli*

Як видно із рис. 1, мийний засіб «Ензимий» руйнує мікробні біоплівки *Enterococcus faecalis* та *Escherichia coli* і ефективність цієї деградації залежить від концентрації розчинів. Найоптимальніша дія засобу на біоплівки

проявляється за концентрації 0,01 %, за якої оптична щільність біоплівки знижується в 3,5 раза у *Enterococcus faecalis* та в 5,4 раза у *Escherichia coli* і становить 0,62 од. і 0,5 од. відповідно. Зниження концентрації засобу до 0,008 % зумовило зменшення у середньому в 1,25 раза його активності, щодо мікробних біоплівки *Enterococcus faecalis* та *Escherichia coli*, порівняно з концентрацією 0,01 %.

Таким чином, проведені дослідження вказують на те, що рідкий ензимний мийний засіб «Ензимий», відносно руйнування мікробних біоплівки грампозитивних і грамотри.negативних бактерій, найефективніший за концентрації 0,01 %. Тому для подальших досліджень з метою визначення оптимальної температури та часу його застосування використовували 0,01 % концентрацію.

Результати досліджень впливу засобу на мікробні біоплівки залежно від температури робочих розчинів наведено на рис. 2.

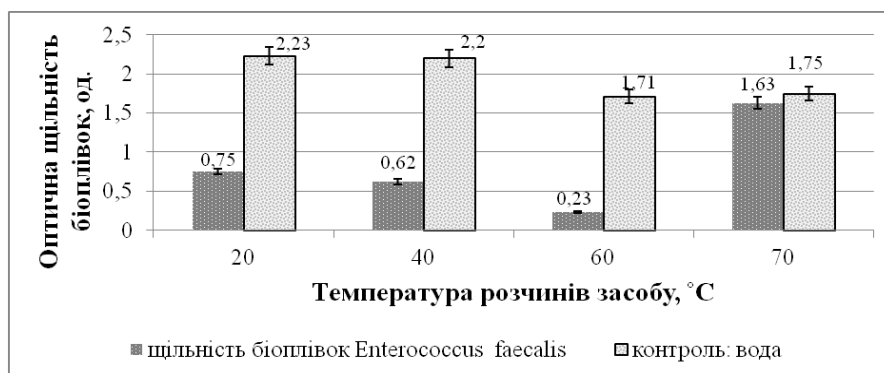


Рис. 2. Вплив 0,01 % концентрації розчинів засобу «Ензимий» за різних температур використання та часу дії 30 хв. на мікробні біоплівки *Enterococcus faecalis*

Як видно із даних рис. 2, з підвищенням температури розчинів засобу «Ензимий» відбувається збільшення його ефективності щодо руйнування мікробних біоплівки *Enterococcus faecalis*.

За температури 20 °C дія засобу сприяла руйнуванню біоплівки *Enterococcus faecalis* і її щільність знижувалася в 3 раза, порівняно з контролем за такої самої температури. Використання засобу за температури 40 °C, підвищило його ефективність, як наслідок щільність біоплівки знижувалася в 3,5 раза до 0,62 од. і відносилася до середньої щільності. Підвищення температури розчину мийного засобу до 60 °C призводить до найбільшої деградації біоплівки і її щільність зменшувалася в 7,4 раза і вона ставала слабкою. Подальше підвищення температури розчину «Ензимию» до 70 °C не спричиняло руйнування біоплівки і її щільність

була практично однакова, як у контролі. Це пов'язано з тим, що висока температура інгібує ензим наявний у складі мийного засобу «Ензимий» [10].

Практично аналогічні результати досліджень отримали щодо впливу розчинів засобу «Ензимий», за різних температур на біоплівки сформовані *Escherichia coli* (рис. 3). Відмінність полягає тільки у тому, що *Escherichia coli* формує щільніші біоплівки, проте їх деградація засобом «Ензимий» відбувається краще, порівняно з біоплівками сформованими *Enterococcus faecalis*. Так, за температури 20 °C, розчини «Ензимию» знижували щільність біоплівки в 5,12 раза, порівняно з контролем, а за температури 40 °C – у 5,7 раза і біоплівка ставала слабкою. В той же час, за цієї температури біоплівки *Enterococcus faecalis* руйнувалися, але були середньої щільності. За температури 60 °C щільність біоплівки *Escherichia coli* знижувалася у 8,0 разів і вона ставала слабкою. Температура розчинів засобу 70 °C не впливала на біоплівки *Escherichia coli*.

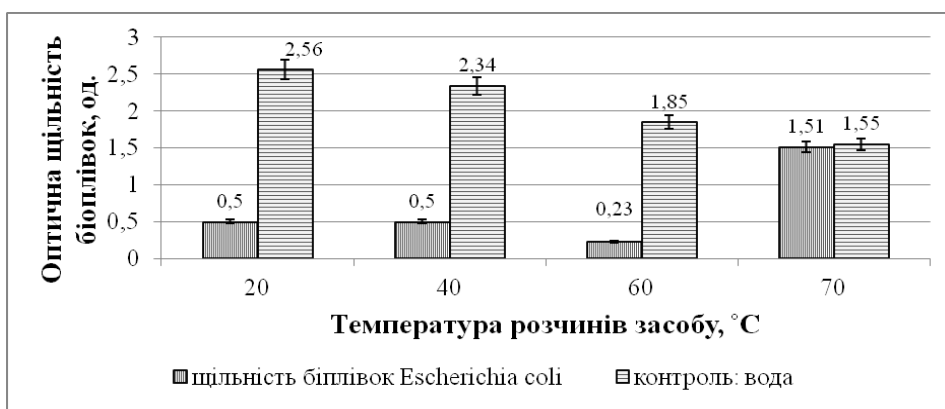


Рис. 3. Вплив 0,01 % концентрації розчинів засобу «Ензимий» за різних температур використання та часу дії 30 хв. на мікробні біоплівки *Escherichia coli*

Таким чином, із наведених досліджень на рис. 2 і 3 випливає, що оптимальна температура, за якої найефективніше руйнуються біоплівки *Escherichia coli* і *Enterococcus faecalis* 0,01 % розчином «Ензимию», становить 60 °C. Цю температуру було застосовано для подальших досліджень з вибору часу дії розчинів засобу «Ензимий».

Результати досліджень впливу 0,01 % концентрації засобу «Ензимий» за температури 60 °C упродовж різного часу дії на біоплівки *Enterococcus faecalis* і *Escherichia coli* наведено на рис. 4 і 5.

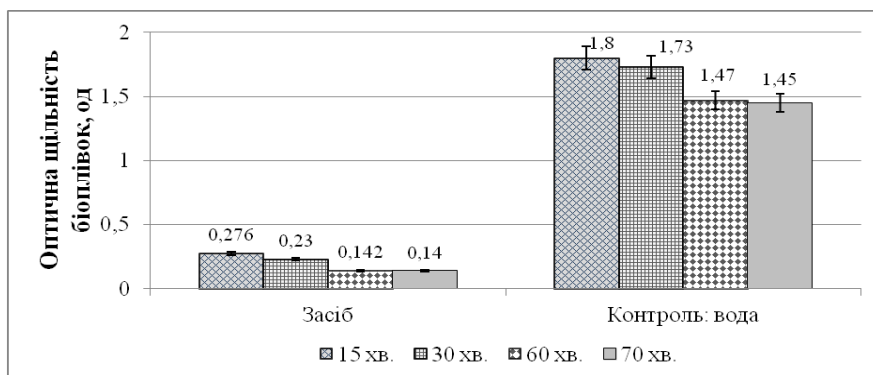


Рис. 4. Вплив 0,01 % концентрації розчинів засобу «Ензимий» за температури 60 °С протягом різного часу дії на мікробні біоплівки *Enterococcus faecalis*

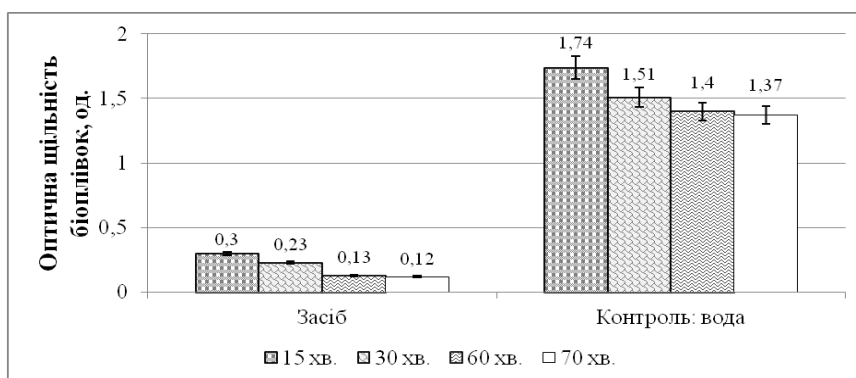


Рис. 5. Вплив 0,01 % концентрації розчинів засобу «Ензимий» за температури 60 °С протягом різного часу дії на мікробні біоплівки *Escherichia coli*

Дані рисунків 4 і 5 вказують на часозалежний ефект дії засобу «Ензимий», тобто із збільшенням експозиції відбувається сильніша деградація біоплівок, сформованих *Enterococcus faecalis* і *Escherichia coli*.

Практично уже за дії упродовж 15 хв. біоплівки ставали слабкими із щільністю 0,276 од. у *Enterococcus faecalis* і 0,300 од. у *Escherichia coli*. Збільшення експозиції засобу до 30 хв. не спричиняло суттєвого руйнування і зниження щільності біоплівок, порівняно з часом витримки 15 хв. За експозиції розчинів засобу упродовж 60 хв. щільність біоплівок знижувалася у *Enterococcus faecalis* в 1,9 раза і у *Escherichia coli* у 2,3 раза, порівняно з експозицією 15 хв. Збільшення тривалості впливу засобу до 70 хв. не забезпечувало вірогідного зниження щільності біоплівок, порівняно з експозицією 60 хв.

Отже, дані дослідження вказують, що оптимальний час дії мийного засобу «Ензимий» на мікробні біоплівки, сформовані *Enterococcus faecalis* і *Escherichia coli*, становить 60 хв.

Висновки та перспективи подальших досліджень

Встановлено, що розроблений ензимний засіб «Ензимий» найефективніше руйнує мікробні біоплівки, сформовані *Enterococcus faecalis* і *Escherichia coli* за концентрації розчинів 0,01 %, температури 60 °C і експозиції протягом 60 хв.

Перспективи подальших досліджень полягають у проведенні виробничих досліджень засобу «Ензимий» на молокопереробних підприємствах щодо санітарної обробки технологічного обладнання і розроблення режимів його застосування.

Література

1. Antibiotikorezistentnost' bioplenochnyh bakterij / I. V. Chebotar', A. N. Majanskij, E. D. Konchakova [et al.] // Klinicheskaja mikrobiologija i antimikrobnaja himioterapija. – 2012. – V. 14, № 1. – P. 51–58.
2. Кухтин М. Д. Формування мікробних біоплівок на поверхнях різних матеріалів мікроорганізмами, які виділені з технологічного устаткування / М. Д. Кухтин, Ю. Б. Перкій, Н. В. Крушельницька // Вет. біотехнологія. – 2013. – № 22. – С. 292–297.
3. Flemming H. C. The biofilm matrix / H. C. Flemming, J. Wingender // Nat. Rev. Microbiol. – 2010. – № 8. – P. 623–33.
4. Donald R. M. Biofilm: survival mechanisms of clinically relevant microorganisms / R. M. Donald, J. W. Costerton // Clin. Microbiol. Rev. – 2002. – № 5 (2). – P. 167–193.
5. Kolter R. Microbial sciences: the superficial life of microbes / R. Kolter, E. P. Greenberg // Nature. – 2006. – Vol. 441. – P. 300–302.
6. Yung-Hua Li. Quorum Sensing and Bacterial Social Interactions in Biofilms / Yung-Hua Li, Xiaolin Tian // Sensors. – 2012. – № 12. – P. 19–38.
7. Davey M. E. Microbial biofilms: from ecology to molecular genetics / M. E. Davey, G. O. O'Tool // Microbiol. Mol. Biol. Rev. – 2000. – 64, № 9. – P. 847–867.
8. Using enzymes to remove biofilms of bacterial isolates sampled in the food-industry / Yannick Lequette, Gauthier Boels, Martine Clarisse, Christine Faille // Biofouling. – 2010. – Vol. 26, № 4. – P. 421–431.
9. A modified microtiter-plate test for quantification of staphylococcal biofilm formation. / S. Stepanovic, D. Vurovic, I. Duric, B. Savic // J. Microbiol. Methods. – 2000. – Vol. 40. – P. 175–179.
10. Шинкарук О. Ю. Фізико-хімічні властивості дослідного варіанту рідкого ензимного мийного засобу для санітарної обробки устаткування у молочній промисловості / О. Ю. Шинкарук, М. Д. Кухтин, О. С. Покотило // Вісн. Херсонського нац. техн. ун-ту. – 2016. – Вип. 1. – С. 136–140.

Механізація

UDC 62-93:681.5

A. I. Boiko

Doctor of Technical Sciences

National University of Bio-Resources and Nature Use of Ukraine

V. M. Savchenko

Candidate of Technical Sciences

V. V. Krot*

graduate student

Zhytomyr National Agrarian and Ecological University

DETERMINATION OF READINESS FUNCTION OF NOZZLE FOR OPERATION

The article describes determination of readiness function of nozzle for operation that based on the charts of conditions and mathematical modeling of transitions of nozzles of automated control systems for temperature and humidity parameters of air in the area of cultivation of plants under protected ground into various possible conditions. To clarify the form of total three-expositional and graphical representation of results, developed a flowchart calculations that establish values, which ultimately provide the function of readiness. Block diagram of the calculation is shown in article. Function preparedness is a dynamic characteristic of reliability, the considered technical system. Probability for non-failure operation for nozzles is represented by a coefficient of readiness that changes the dynamics of operating time seems function of the technical system readiness for operation. The function of readiness is descending exponential nature of the system is completely ready to start working to its asymptotic value, which reflects the steady availability factor.

Key words: Nozzle, operation condition, probability of non-failure operation, intensity of failures, failure.

A problem statement

This nozzles for spraying liquid under 70 Bar pressure, which the intergral part of an automatic system for controlling humidity and temperature parameters of air in the area of plants cultivation under the terms of protected soil. The system is designed to produce a necessary microclimate in the premises of industrial greenhouses.

Review of recent researches and publications

Work [1] describes the problems of ensuring the reliability of process equipment during the growth of production in agriculture protected ground Ukraine. Work [2] describes the the model of the use of nozzle for liquid sprayer and generation of microclimate in the premises of greenhouses. Work [3] based on the researching indexes of reliability of systems of microclimate control onto productivity of products of protected soil. The [4] was describes charts of conditions and mathematical modelling of transition of nozzles into various possible conditions.

Purpose, objects and methods of research

The task of work is determination of readiness function of nozzle for operation that based on the charts of conditions and mathematical modeling of transitions of nozzles of automated control systems for temperature and humidity parameters of air in the area of cultivation of plants under protected ground into various possible conditions.

The paper based on the theory of mathematical modeling of nozzles transition in various possible states.

Research results

A probability of condition of nozzle in operation condition «0» [4] can be set in Laplace, according to Cramer rule, by the following correlation:

$$\varphi_0(S) = \frac{\Delta_0}{\Delta}, \quad (1)$$

where Δ_0 – is matrix to position «0» - of operation condition of system,

Δ – main matrix of equasion system describing possible conditions and transitions of nozzle (13) [1].

Matrix to working condition can be written from the main determinant (6) [4] by replacing the first column to free parts. Then we have:

$$\Delta_0 = \begin{vmatrix} 1 & -\mu_{10} & 0 & -\mu_{20} \\ 0 & S + \mu_{10} & 0 & 0 \\ 1 & S & S & S \\ 0 & 0 & -\lambda_{2,2} & S + \mu_{20} \end{vmatrix}$$

We lower ranking matrix. For this purpose it is reasonable to divide it on the second line of the elements:

$$\Delta_0 = (S + \mu_{10})(-1)^{2+2} \begin{vmatrix} 1 & 0 & -\mu_{20} \\ 1 & S & S \\ 0 & -\lambda_{2'2} & S + \mu_{20} \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 1 & S \\ 0 & -\lambda_{2'2} \end{vmatrix}$$

Using the rule Sarryusa decision matrix is written as follows:

$$\Delta_0 = (S + \mu_{10}) \cdot 1 \left[1 \cdot S \cdot (S + \mu_{20}) + ((-\mu_{20}) \cdot 1 \cdot (-\lambda_{2'2})) - (-\lambda_{2'2} \cdot S \cdot 1) \right]$$

$$\Delta_0 = (S + \mu_{10}) \left[S \cdot (S + \mu_{20}) + \mu_{20} \lambda_{2'2} + \lambda_{2'2} \cdot S \right]$$

After algebraic manipulations, simplification and describing to degrees of unknown S we shall have:

$$\Delta_0 = (S + \mu_{10}) \left[S \cdot (S + \mu_{20}) + \mu_{20} \lambda_{2'2} + \lambda_{2'2} \cdot S \right]$$

$$\Delta_0 = S^3 + S^2 \mu_{20} + S \mu_{20} \lambda_{2'2} + \lambda_{2'2} S^2 + \mu_{10} S^2 + S \mu_{10} \mu_{20} + \mu_{10} \mu_{20} \lambda_{2'2} + \mu_{10} \lambda_{2'2} S \quad (2)$$

$$\Delta_0 = S^3 + S^2 (\mu_{20} + \lambda_{2'2} + \mu_{10}) + S (\mu_{20} \lambda_{2'2} + \mu_{10} \mu_{20} + \mu_{10} \lambda_{2'2}) + \mu_{10} \mu_{20} \lambda_{2'2}.$$

Returning to determining the probability of failure of the nozzle and substituting the expression (1) of the matrix (2) and (13) [4] we shall write:

$$\varphi_0(S) = \frac{S^3 + S^2 (\mu_{20} + \lambda_{2'2} + \mu_{10}) + S (\mu_{20} \lambda_{2'2} + \mu_{10} \mu_{20} + \mu_{10} \lambda_{2'2}) + \mu_{10} \mu_{20} \lambda_{2'2}}{S^4 + (\lambda_{01} + \lambda_{02'} + \mu_{20} + \mu_{10} + \lambda_{2'2}) S^3 + (\lambda_{01} \mu_{20} + \lambda_{01} \lambda_{2'2} + \mu_{10} \mu_{20} + \lambda_{2'2} \mu_{10} + \mu_{20} \lambda_{2'2}) S^2 + (\lambda_{02'} \mu_{10} \mu_{20} + \lambda_{02'} \lambda_{2'2} \mu_{10} + \mu_{20} \lambda_{01} \lambda_{2'2} + \mu_{20} \lambda_{2'2} \mu_{10}) S} \quad (3)$$

Presented equation is too big and makes it possible to perform inverse Laplace transform, i.e. the transition from the original image $\varphi_0(S) \rightarrow P(t)$. To this transformation possible, it is necessary to spread the denominator of (3) at multipliers. It is necessary to find the roots of the polynomial fourth degree.

Inserting indexes:

$$\begin{aligned}
 S^4; \quad a &= 1; \\
 S^3; \quad b &= \lambda_{01} + \lambda_{02'} + \mu_{20} + \mu_{10} + \lambda_{2'2}; \\
 S^2; \quad c &= \lambda_{01}\mu_{20} + \lambda_{01}\lambda_{2'2} + \mu_{10}\mu_{20} + \lambda_{2'2}\mu_{10} + \mu_{20}\lambda_{2'2}; \\
 S; \quad d &= \lambda_{02'}\mu_{10}\mu_{20} + \lambda_{02'}\lambda_{2'2}\mu_{10} + \mu_{20}\lambda_{01}\lambda_{2'2} + \mu_{20}\lambda_{2'2}\mu_{10}.
 \end{aligned} \tag{4}$$

We shall write an equation (13) [1] in shorter form:

$$\Delta = aS^4 + bS^3 + cS^2 + dS. \tag{5}$$

To find the roots we shall have:

$$S(aS^3 + bS^2 + cS + d) = 0.$$

The obtained equation shall be divided into two, one of which has a solution $S_1=0$, and the second represents an equation of the third degree:

$$S^3 + bS^2 + cS + d = 0.$$

By changing:

$$y = S + \frac{b}{3}, \tag{6}$$

after algebraic simplification should form the reduced equation [2]:

$$y^3 + py + q = 0, \tag{7}$$

$$\text{where} \quad p = \frac{3c - b^2}{3}; \tag{8}$$

$$q = \frac{2b^3}{27} - \frac{b \cdot c}{3} + d. \tag{9}$$

The number of real solutions (roots) equation (7) depends on the sign of discriminant that is defined by the formula:

$$D = \left(\frac{p}{3}\right)^3 + \left(\frac{q}{2}\right)^2 \tag{10}$$

Preliminary assessment of the sign discriminant can be made by substituting components of formula (10), and the components included in the formula (8) and (9). The final component represented by equation (4) and includes λ , μ - characteristics of states and transitions nozzles in various possible states. Is legitimately assume that periods of normal operation of the nozzle to failure greatly exaggerated periods of recovery. Moreover, this corresponds to reality, as the recovery comes to cleaning the valve or replacing the filter. And both operations are fast enough compared to the normal term of the nozzle. Then you can take the following condition:

where $\bar{t}$ — average operation time of the nozzle before failure;
 $\bar{\tau}$ — average resoration time of the nozzle.

Taking into consideration that $\bar{t} = \frac{1}{\lambda}$, and $\bar{\tau} = \frac{1}{\mu}$ we shall have:

Putting the obtained condition of intensity ratios of failures and restorations, as well as neglecting λ in the second and higher levels as low values, the values of variables analyzed p and q . The more real it appears that the case is considered an option p takes a negative value, that is, $p < 0$. On this basis the quantities and ratios p and q we can assume that also has negative discriminant value $D < 0$. In this case, the solution of equation (7) is in the field of real roots.

Cubic equations can be solved by Cardano formula. To do this, type the following replacement:

$$\rho = \sqrt{-\frac{p^3}{27}};$$

$$\cos \varphi = -\frac{q}{2\rho}.$$

At the root of the equation (7) is in the form:

$$\begin{aligned}
 y_1 &= 2\sqrt[3]{\rho} \cos \frac{\varphi}{3}; \\
 y_2 &= 2\sqrt[3]{\rho} \cos \left(\frac{\varphi}{3} + \frac{2\pi}{3} \right); \\
 y_3 &= 2\sqrt[3]{\rho} \cos \left(\frac{\varphi}{3} + \frac{4\pi}{3} \right).
 \end{aligned} \tag{11}$$

By flip replacement from (6) we shall have:

$$\begin{aligned}
 S_1 &= y_1 - \frac{1}{3}b; \\
 S_2 &= y_2 - \frac{1}{3}b; \\
 S_3 &= y_3 - \frac{1}{3}b.
 \end{aligned} \tag{12}$$

Thus all the components of the initial decision right equation (5) and found it can be presented in the schedule obtained by the roots. Then in general expression for the likelihood of working condition nozzles can be represented by an equivalent equation and write it as the following amounts:

$$\varphi_0(S) = \frac{A_0}{S - S_1} + \frac{B_0}{S - S_2} + \frac{C_0}{S - S_3} + \frac{D_0}{S - S_4}, \tag{13}$$

where: A_0, B_0, C_0, D_0 – some unknown fixed values that can be determined from the condition of equivalence of polynomials (3, 8).

For further algebraic manipulations we rewrite equation (8) given that the root $S_1 = 0$

$$\varphi_0(S) = \frac{A_0}{S} + \frac{B_0}{S - S_2} + \frac{C_0}{S - S_3} + \frac{D_0}{S - S_4}. \tag{14}$$

then:

$$\varphi_0(S) = \frac{A_0(S-S_2)(S-S_3)(S-S_4) + B_0S(S-S_3)(S-S_4) + C_0S(S-S_2)(S-S_4) + D_0S(S-S_2)(S-S_3)}{S(S-S_2)(S-S_3)(S-S_4)} \quad (15)$$

Expanding the brackets after algebraic manipulations and simplifications in the expansion in degrees of unknown (S), the numerator (10) is represented as:

$$S^3(A_0 + B_0 + C_0 + D_0) - S^2(A_0S_3 + A_0S_2 + A_0S_4 + B_0S_4 + B_0S_3 + C_0S_4 + C_0S_2 + D_0S_3 + D_0S_2) + S(A_0S_2S_3 + A_0S_4S_3 + A_0S_4S_2 + B_0S_3S_4 + C_0S_2S_4 + D_0S_2S_3) + A_0S_4S_2S_3$$

In case of equal denominators represented by formula (13) [4] and in expansion for the roots of the denominator of the formula (10), values Δ_0 (2) and the numerator (2) may be equal under the condition that the coefficients of equal powers of unknown S will also be equal. On this basis, and comparing these expressions can write the following additional system of equations for determining a constant A_0, B_0, C_0, D_0 .

$$\begin{cases} A_0, B_0, C_0, D_0 = 1; \\ -(A_0S_3 + A_0S_2 + A_0S_4 + B_0S_4 + B_0S_3 + C_0S_4 + C_0S_2 + D_0S_3 + D_0S_2) = \mu_{20} + \lambda_{2'2} + \mu_{10} \\ A_0S_2S_3 + A_0S_4S_3 + A_0S_4S_2 + B_0S_3S_4 + C_0S_2S_4 + D_0S_2S_3 = \mu_{20}\lambda_{2'2} + \mu_{10}\mu_{20} + \mu_{10}\lambda_{2'2} \\ A_0S_4S_2S_3 = \mu_{10}\mu_{20}\lambda_{2'2} \end{cases} \quad (16)$$

Unidentified fixed values (A_0, B_0, C_0, D_0) Therefore, we shall find a method of successive substitutions. To do this, the last equations define sustainable (A_0) .

$$A_0 = \frac{\mu_{10}\mu_{20}\lambda_{2'2}}{S_4S_2S_3}. \quad (17)$$

We shall put the value (A_0) into the third equation of system (16):

$$\frac{\mu_{10}\mu_{20}\lambda_{2'2}}{S_4S_2S_3} (S_2S_3 + S_4S_3 + S_4S_2) + B_0S_3S_4 + C_0S_2S_4 + D_0S_2S_3 = \mu_{20}\lambda_{2'2} + \mu_{10}\mu_{20} + \mu_{10}\lambda_{2'2}$$

From which we obtain (B_0) :

$$B_0 = -\frac{\mu_{10}\mu_{20}\lambda_{2'2}}{S_4S_2S_3S_4}(S_2S_3 + S_4S_3 + S_4S_2) - C_0\frac{S_2S_4}{S_3S_4} -$$

$$-D_0\frac{S_2S_3}{S_3S_4} + \frac{\mu_{10}\mu_{20} + \mu_{10}\lambda_{2'2}}{S_3S_4} \quad (18)$$

The obtained values (A_0) and (B_0) we substitute into the second equation of (16):

$$-\frac{\mu_{10}\mu_{20}\lambda_{2'2}}{S_4S_2S_3}(S_3 + S_2 + S_4) - \left[-\frac{\mu_{10}\mu_{20}\lambda_{2'2}}{S_4S_2S_3S_4^2S_4^2}(S_2S_3 + S_4S_3 + S_4S_2) - \right. \\ \left. -C_0\frac{S_2}{S_3} - D_0\frac{S_2}{S_4} + \frac{\mu_{10}\mu_{20} + \mu_{10}\lambda_{2'2}}{S_3S_4} \right] \times \\ \times (S_4 + S_3) - C_0(S_4 + S_2) - D_0(S_3 + S_2) = \mu_{20} + \lambda_{2'2} + \mu_{10}$$

Select the equation derived from sustainable (C_0) :

$$C_0 \left[\frac{S_2(S_4 + S_3)}{S_3} - (S_4 + S_2) \right] = -D_0 \left[\frac{S_2(S_4 + S_3)}{S_4} - (S_3 + S_2) \right] + \mu_{20} + \lambda_{2'2} + \mu_{10} -$$

$$-\frac{\mu_{10}\mu_{20} + \mu_{10}\lambda_{2'2}(S_4 + S_3)}{S_3S_4} + \frac{\mu_{10}\mu_{20}\lambda_{2'2}}{S_4S_2S_3}(S_3 + S_2 + S_4) -$$

$$-\frac{\mu_{10}\mu_{20}\lambda_{2'2}}{S_2S_3^2S_4^2}(S_2S_3 + S_4S_3 + S_4S_2).$$

After shorting and reforming we shall have:

$$C_0 = -D_0 \left[\frac{S_3}{S_4} - \frac{(S_3 + S_2)S_3}{S_2(S_4 + S_3)} \right] + \frac{(\mu_{20} + \lambda_{2'2} + \mu_{10})S_3}{S_2(S_4 + S_3)} - \frac{(\mu_{10}\mu_{20} + \mu_{10}\lambda_{2'2})}{S_4S_2} +$$

$$+ \frac{\mu_{10}\mu_{20}\lambda_{2'2}(S_3 + S_2 + S_4)}{S_4S_2^2(S_4 + S_3)} - \frac{\mu_{10}\mu_{20}\lambda_{2'2}(S_2S_3 + S_4S_3 + S_4S_2)}{S_2^2S_3S_4^2}. \quad (19)$$

We use the first equation of the system (16) for determining sustainable (D_0) . Substituting the values $(A_0, B_0 \text{ i } C_0)$, presenting the first equation follows:

$$D_0 = 1 - A_0 - B_0 - C_0;$$

$$D_0 \left(1 - \frac{S_2}{S_4} \right) = 1 - \frac{\mu_{10}\mu_{20}\lambda_{2'2}}{S_4S_2S_3} + \frac{\mu_{10}\mu_{20}\lambda_{2'2}}{S_4^2S_2S_3^2} (S_2S_3 + S_4S_3 + S_4S_2) -$$

$$-D_0 \left[\frac{S_3}{S_4} - \frac{(S_3 + S_2)S_3}{S_2(S_4 + S_3)} \right] + \frac{S_2}{S_4} \frac{(\mu_{20} + \lambda_{2'2} + \mu_{10})S_3}{S_2(S_4 + S_3)} - \frac{(\mu_{10}\mu_{20} + \mu_{10}\lambda_{2'2})S_2}{S_4^2S_2} +$$

$$+ \frac{\mu_{10}\mu_{20}\lambda_{2'2}(S_3 + S_2 + S_4)S_2}{S_4S_2^2(S_4 + S_3)S_4} + \frac{\mu_{10}\mu_{20}\lambda_{2'2}(S_2S_3 + S_4S_3 + S_4S_2)S_2}{S_2^2S_3S_4^2S_4}.$$

Solving equations relatively regarding to the searched unknown (D_0) after algebraic manipulations eventually have a:

$$D_0 = \frac{1}{1 - \frac{S_2}{S_4} + \frac{S_3S_2}{S_4^2} - \frac{S_3 + S_2}{(S_4 + S_3)S_4}} \left[\begin{aligned} &1 - \frac{\mu_{10}\mu_{20}\lambda_{2'2}}{S_4S_2S_3} + \frac{\mu_{10}\mu_{20}\lambda_{2'2}}{S_4^2S_2S_3^2} (S_2S_3 + S_4S_3 + S_4S_2) + \\ &+ \frac{S_3(\mu_{20} + \lambda_{2'2} + \mu_{10})}{S_4(S_4 + S_3)} - \frac{(\mu_{10}\mu_{20} + \mu_{10}\lambda_{2'2})}{S_4^2} + \\ &+ \frac{\mu_{10}\mu_{20}\lambda_{2'2}(S_3 + S_2 + S_4)}{S_4^2S_2(S_4 + S_3)} + \\ &+ \frac{\mu_{10}\mu_{20}\lambda_{2'2}(S_2S_3 + S_4S_3 + S_4S_2)}{S_2S_3S_4^2} \end{aligned} \right] \quad (20)$$

The flip substitution in (19) we obtain sustainable values (C_0) via λ, μ – Technical characteristics of the system (injectors). Further substituting values (D_0) i (C_0) into (18) we shall find sustainable value (B_0) . Constant (A_0) is known from equation (17).

Due to the large equations of formulas those substitutions are not available, but their performance does not represent mathematical difficulties.

Note that all got fixed values $(A_0, B_0, C_0 \text{ i } D_0)$ in end view expressed directly or through λ, μ – technical characteristics of the system, or through the roots

S_2, S_3 і S_4 , having in its composition as well. Thus, despite hromistkist calculations, oshukuvani constants to represent equation (14) unfolded on a denominator polynomial roots, obtained . So, back to equation (4), which defines probability in the Laplace transform nozzle can apply the reverse transition from the original image. Then get dependent probability of failure of the system (non-stationary readiness coefficient) of operating time. It has the following view:

$$P_0(t) = K_r(t) = A_0 + B_0 \exp(-S_2 t) + C_0 \exp(-S_3 t) + D_0 \exp(-S_4 t) \quad (21)$$

In this case, the probability of technical systems and functions the same readiness as well as behavior in operating model is seen as such, allowing recovery in the event of damage [3]. Marked chart of states and transitions, as the equation of dynamic equilibrium probabilities into account not only the parameters of normal work, but also options to restore it if damaged.

The function has four components: one fixed (A_0) and three, depending on the time and vary according to the exponential law. Depending analysis shows that at the beginning of operation at $t = 0$ function of readiness obtains:

$$K_r(t=0) = A_0 + B_0 + C_0 + D_0$$

However, according to the first equation of (16) the amount equal to one constant. That is, at $t = 0$; $K_r(t) = 1$, corresponding to the physical nature of the technical state of the system (nozzles).

The second extreme case occurs when time equals infinity $t \rightarrow \infty$. Then by substituting into equation (21), we obtain:

$$K_r(t \rightarrow \infty) = A_0,$$

or

$$K_r(t \rightarrow \infty) = \frac{\mu_{10} \mu_{20} \lambda_{2'2}}{S_4 S_2 S_3}. \quad (22)$$

Thus the function of readiness $K_r(t)$ when time goes to infinity asymptotically approaching a constant value and gaining its value known as fixed rate tender.

In general, the function of readiness, analysis shows that by changing exponentially complex and within:

$$\frac{\mu_{10}\mu_{20}\lambda_{2,2}}{S_4S_2S_3} \geq K_r(t) \geq 0$$

To clarify the form of total three-expositional and graphical representation of results, developed a flowchart calculations that establish values, which ultimately provide the function of readiness. Block diagram of the calculation is shown in Fig.1.

The data of expositional function of readiness preparedness function and its importance in the extreme points at $t=0$ i $t \rightarrow \infty$, and the ability to calculate the present interim results in accordance flowchart (Fig. 1), enabled with the initial values λ , μ – plot characteristics change preparedness functions depending on time of operation of the nozzle.

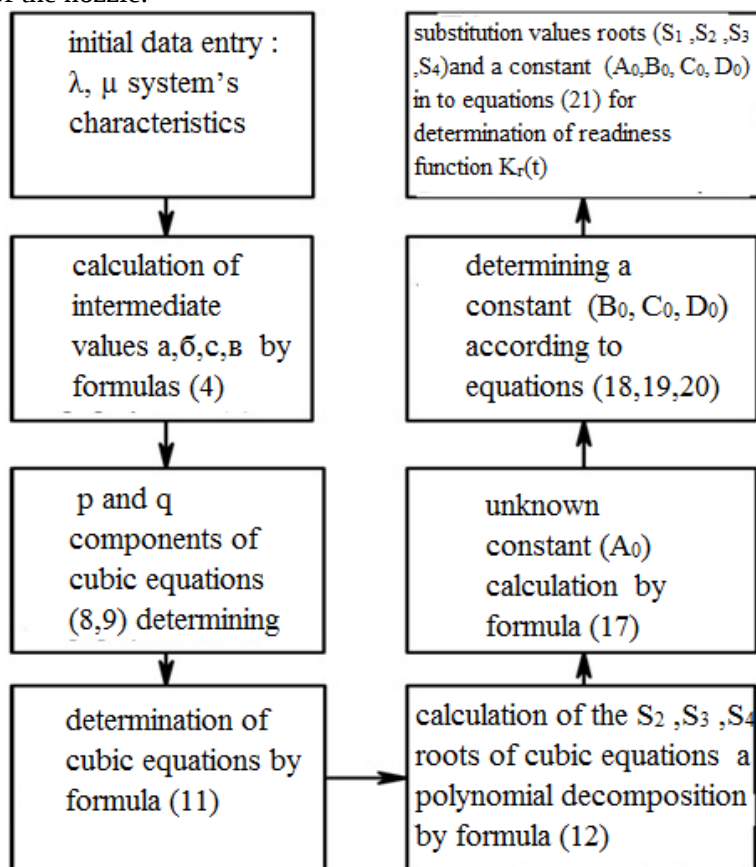


Fig. 1. Block diagram of the calculations to determine the function of readiness $K_r(t)$ of nozzles

Function preparedness is a dynamic characteristic of reliability, the considered technical system (Fig. 2).

As shown in the graph of readiness has descending character of the maximum cooked $K_r(t) = 1$ at the beginning of the operation to its asymptotic approximation to its stationary value (22).

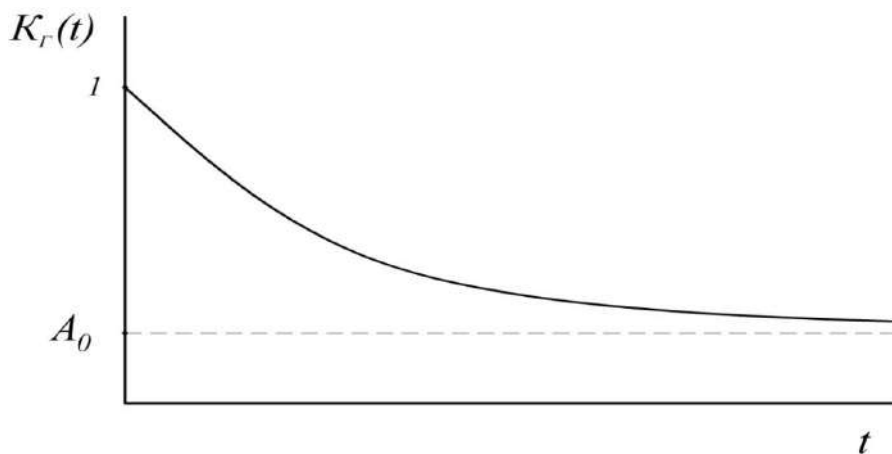


Fig. 2. Changes of readiness of nozzles work depending on the time of its operation. ($\lambda_{01} \approx 0,001$ 1/h; $\mu_{10} \approx 1,7$ 1/h; $\lambda_{02} \approx 0,0008$ 1/h; $\mu_{20} \approx 0,5$ 1/h)

Findings and prospects of the further researches

Probability for non-failure operation for nozzles is represented by a coefficient of readiness that changes the dynamics of operating time seems function of the technical system readiness for operation. The function of readiness is descending exponential nature of the system is completely ready to start working to its asymptotic value (22), which reflects the steady availability factor.

References

1. Міненко С. В. Аналіз залежності інтенсивності продуктивного фотосинтезу від режимів мікроклімату в індустріальних теплицях / С. В. Міненко // Вісник ЖНАЕУ. – 2016. – № 1 (53), т. 1. – С. 270–276.
2. Міненко С.В. Стратегії контролю процесами мікроклімату в індустріальних теплицях / С. В. Міненко, О. А. Махов // Підвищення надійності машин і обладнання : зб. тез доп. VII Всеукр. наук.-практ. конф. студентів та аспірантів, 3–5 квітня 2013 р. – Кіровоград : КНТУ, 2013. – С. 48–49.

3. Міненко С. В. Класифікація способів зняття перегріву рослин в індустріальних теплицях / С. В. Міненко // Вісник ЖНАЕУ. – 2016. – № 1 (53), т. 1. – С. 276–282.

4. 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.

5. 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 ВПНИИПТПИ, № 11221.

6. Бойко А.І. Проблеми забезпечення надійності технологічного обладнання при вирощуванні продукції захищеного ґрунту в апк України / А.І. Бойко, В. М. Савченко, В. В. Крот // Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. – 2016. – № 6. – С. 200–2003.

7. Бойко А.І. Основні несправності форсунок систем автоматизованого контролю вологісними та температурними параметрами повітря в приміщеннях теплиць / А.І. Бойко, В. М. Савченко, В. В. Крот // Крамаровські читання : зб. тез доп. IV міжнар. наук.-техн. конф., 16–17 лют. 2017. – К. : НУБіП, 2017. – С. 61–64.

8. Minenko S. Researching indexes of reliability of systems of microclimate control onto productivity of products of protected soil/ S. Minenko// Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин, вип. 46. – Кіровоград: ХНТУ, 2016. – С. 105–108.

9. Boiko A.I. Charts of conditions and mathematical modelling of transition of nozzles into various possible conditions/A. Boiko, V. Savchenko, V. Krot// Вісн. ХНТУСГ ім. Василенка – 2017 – Вип. 181– С. 173–178.

10. Boiko A.I. Mathematical modelling of transition of nozzles for liquid sprayer and generation of microclimate in the premises of greenhouses into various possible conditions /A. Boiko, V. Savchenko, V. Krot// Вісн. ХНТУСГ ім. Василенка – 2017 – Вип. 180– С. 72–77.

УДК 631.3:519.6

Е. Б. Алієв

К. Т. Н.

Інститут олійних культур Національної академії аграрних наук України

РЕЗУЛЬТАТИ ЧИСЕЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПЕРЕМІЩЕННЯ НАСІННЄВОГО МАТЕРІАЛУ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР ПІД ДІЄЮ ПОВІТРЯНОГО ПОТОКУ

Система диференціальних рівнянь процесу переміщення насіння в повітряному потоці в загальному вигляді не вирішується аналітичними методами. Запропоновано вирішення подібних систем методом кінцевих елементів, який реалізовано при моделюванні в програмному пакеті STAR-CCM+. При моделюванні процесу методом кінцевих елементів задаються початкові положення швидкості насіння і повітряного потоку.

3. Міненко С. В. Класифікація способів зняття перегріву рослин в індустріальних теплицях / С. В. Міненко // Вісник ЖНАЕУ. – 2016. – № 1 (53), т. 1. – С. 276–282.

4. 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.

5. 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 ВПНИИПТПИ, № 11221.

6. Бойко А.І. Проблеми забезпечення надійності технологічного обладнання при вирощуванні продукції захищеного ґрунту в апк України / А.І. Бойко, В. М. Савченко, В. В. Крот // Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. – 2016. – № 6. – С. 200-2003.

7. Бойко А.І. Основні несправності форсунок систем автоматизованого контролю вологісними та температурними параметрами повітря в приміщеннях теплиць / А.І. Бойко, В. М. Савченко, В. В. Крот // Крамаровські читання : зб. тез доп. IV міжнар. наук.-техн. конф., 16-17 лют. 2017. – К. : НУБіП, 2017. – С. 61–64.

8. Minenko S. Researching indexes of reliability of systems of microclimate control onto productivity of products of protected soil/ S. Minenko// Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин, вип. 46. – Кіровоград: ХНТУ, 2016. – С. 105–108.

9. Boiko A.I. Charts of conditions and mathematical modelling of transition of nozzles into various possible conditions/A. Boiko, V. Savchenko, V. Krot// Вісн. ХНТУСГ ім. Василенка – 2017 – Вип. 181– С. 173–178.

10. Boiko A.I. Mathematical modelling of transition of nozzles for liquid sprayer and generation of microclimate in the premises of greenhouses into various possible conditions /A. Boiko, V. Savchenko, V. Krot// Вісн. ХНТУСГ ім. Василенка – 2017 – Вип. 180– С. 72–77.

УДК 631.3:519.6

Е. Б. Алієв

К. Т. Н.

Інститут олійних культур Національної академії аграрних наук України

РЕЗУЛЬТАТИ ЧИСЕЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПЕРЕМІЩЕННЯ НАСІННЄВОГО МАТЕРІАЛУ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР ПІД ДІЄЮ ПОВІТРЯНОГО ПОТОКУ

Система диференціальних рівнянь процесу переміщення насіння в повітряному потоці в загальному вигляді не вирішується аналітичними методами. Запропоновано вирішення подібних систем методом кінцевих елементів, який реалізовано при моделюванні в програмному пакеті STAR-CCM+. При моделюванні процесу методом кінцевих елементів задаються початкові положення швидкості насінин і повітряного потоку.

Потім, виходячи з цих початкових даних заданих фізичних законів контактної взаємодії, обчислюються сили, що діють на кожну насінину в кожній інтервал часу. Для кожної насінини обчислюється результуюча сила і також вирішується задача Коші на вибраному відрізку часу, результатом якої є початкові дані для наступного кроку. В якості фізичних моделей для чисельного моделювання були обрані наступні: k - ϵ модель турбулентності розділеної течії, поле сили тяжіння, модель реального газу Ван-дер-Ваальса, модель дискретних елементів, модель багатофазної взаємодії. Метод дискретних елементів базується на законах збереження імпульсу і моменту імпульсу для Лагранжевих моделей багатофазного середовища. В результаті чисельного моделювання механіко-технологічного процесу переміщення насіннєвого матеріалу олійних культур під дією повітряного потоку визначені раціональні режимні параметри при умові максимуму коефіцієнта заповнення θ : ефективний діаметр насіння $D_p = 3\text{ мм}$, подача насіння $Q = 0,03\text{ кг/с}$ і швидкість повітря $V = 15\text{ м/с}$.

Ключові слова: насіння, аеродинаміка, моделювання, потік, повітря, параметри.

Постановка проблеми

Завдання розділення насіння за щільністю (питомій вазі, фактурі) зводиться до попереднього його калібрування за геометричними розмірами. В іншому випадку з'являється дві змінні: парусність і щільність. Очевидно, що при однаковій щільності насіння меншої маси під впливом повітряного потоку летить далі, а насіння більшої маси – ближче. Крім того, в залежності від орієнтації насінини до вектору швидкості повітряного потоку з'являється діапазон парусності, що призводить до випадкової траєкторії руху насінини. Звичайно, при тривалому впливі повітряного потоку насіння займе найбільш аеродинамічне положення, при якому спостерігається найменший опір.

Окрім вище зазначеного, потік повітря повинен мати рівномірну структуру, як за параметрами турбулентності (масштаб і інтенсивність), так і по епюрі швидкості.

Розуміючи всі складнощі поставленого завдання, необхідно дослідити процес переміщення насіннєвого матеріалу олійних культур під дією повітряного потоку.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Як показав аналіз літературних джерел та фахових наукових публікацій [1–3], дослідженню процесу переміщення насіннєвого матеріалу під дією повітряного потоку присвячено багато теорій та методик розрахунку координатних положень насіння. В основу цих досліджень покладено фізико-математичний апарат переміщення матеріальної точки під дією різноманітних сил, що не враховує взаємодію насіння між собою, які мають випадкове початкове положення. Задача взаємодії потоку насіння з повітряним потоком відноситься до класичної задачі газодинаміки двофазних потоків. Система диференціальних рівнянь процесу переміщення насіння у повітряному потоці в загальному вигляді не вирішується аналітичними методами. Дослідженнями [4–6] запропоновано вирішення подібних систем методом кінцевих елементів, який реалізовано при моделюванні в програмному пакеті STAR-CCM+.

Мета, завдання та методика досліджень

Провести чисельне моделювання механіко-технологічного процесу переміщення насіннєвого матеріалу олійних культур під дією повітряного потоку і визначити його раціональні режимні параметри.

При моделюванні процесу методом кінцевих елементів задаються початкові положення, швидкості насінин і повітряного потоку. Потім, виходячи з цих початкових даних заданих фізичних законів контактної взаємодії, обчислюються сили, що діють на кожен насінину у кожній інтервал часу. Для кожної насінини обчислюється результуюча сила і також вирішується задача Коші на вибраному відрізку часу, результатом якої є початкові дані для наступного кроку. В якості фізичних моделей для чисельного моделювання були обрані наступні: k-ε модель турбулентності розділеної течії, поле сили тяжіння, модель реального газу Ван-дер-Ваальса, модель дискретних елементів, модель багатофазної взаємодії [7–9]. Метод дискретних елементів базується на законах збереження імпульсу і моменту імпульсу для Лагранжових моделей багатофазного середовища. Однак для побудови фізико-математичної моделі необхідно прийняти припущення про те, що насінини представляються у вигляді однакових еліпсоїдів з визначеною густиною і ефективним діаметром.

Були прийняті фізико-механічні властивості насіння: коефіцієнт Пуассона – 0,5; модуль Юнга – 0,2 МПа; щільність – 200-1000 кг/м³; коефіцієнт тертя спокою – 0,8; нормальний коефіцієнт відновлення – 0,5; дотичний коефіцієнт відновлення – 0,5; коефіцієнт опору кочення – 0,3. Властивості середовища були наступні: середовище – повітря; динамічна в'язкість – $1,85508 \cdot 10^{-5}$ Па·с; турбулентне число Прандтля – 0,9; прискорення вільного падіння – 9,8 м/с²; температура – 293 К; тиск – 101325 Па. Розмір комірки сітки моделювання складав 0,001 м.

Для реалізації чисельного моделювання було складено розрахункову схему процесу переміщення падаючого насіння під дією повітряного потоку (рис. 1).

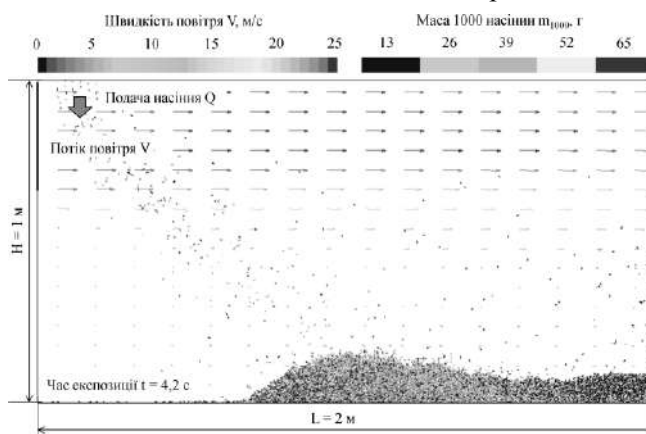


Рис. 1. Розрахункова схема процесу переміщення падаючого насіння під дією повітряного потоку

За фактори чисельного моделювання були прийняті наступні технологічні параметри: ефективний діаметр насінини D_p , швидкість подачі повітря V , подача насіння Q , ширина отвору подачі повітря S (межі варіювання представлені в табл. 1).

Таблиця 1. Рівні варіацій факторами чисельного моделювання процесу переміщення насіння у повітряному потоці

Рівні варіацій факторів	Фактори		
	ефективний діаметр насіння D_p , мм	подача насіння Q , кг/с	швидкість повітря V , м/с
Верхній рівень (+)	7	0,09	25
Основний рівень (0)	5	0,06	20
Нижній рівень (–)	3	0,03	15
Інтервал варіацій факторів	2	0,03	5

Чисельне моделювання було проведено за повним факторним дослідом із загальною кількістю дослідів – $3^3 = 27$. Потік маси насіння був представлений 5 фракцій насіння однаковою кількістю з однаковим ефективним діаметром і щільністю в діапазоні 200–1000 кг/м³. При цьому маса 1000 насінин для визначеного ефективного діаметра представлена в табл. 2.

Таблиця 2. Маса 1000 насінин для визначеного ефективного діаметра m_{1000} , г

Щільність насіння ρ , кг/м ³ Ефективний діаметр насіння D_p , мм	200	400	600	800	1000
3	3	6	9	12	15
5	13	26	39	52	65
7	36	72	108	144	180

В результаті розділення насіння під дією повітряного потоку розподіл кожної фракції по довжині області може бути представлений нормальним розподілом із визначеним середнім $\bar{X}$ і середньоквадратичним відхиленням σ . Для нормального розподілу в області $x \in [\bar{X} - 2\sigma; \bar{X} + 2\sigma]$ спостерігається ймовірність 95,45 %. Найкраще розділення (95,45 %) досягається за умови:

$$2\sigma_1 + 2(2\sigma_2 + 2\sigma_3 + 2\sigma_4) + 2\sigma_5 \leq \bar{X}_5 - \bar{X}_1, \quad (1)$$

або

$$\theta = \frac{\bar{X}_5 - \bar{X}_1}{2\sigma_1 + 2(2\sigma_2 + 2\sigma_3 + 2\sigma_4) + 2\sigma_5} \rightarrow \max. \quad (2)$$

де θ – коефіцієнт заповнення.

Слід зазначити, що вся область була поділена на 20 однакових вертикальних зон, для кожної з яких визначалося кількість насіння кожної фракції. Тривалість експозиції складала від 3 до 7 с.

Результати досліджень

В результаті моделювання було отримано візуалізацію технологічного процесу переміщення падаючого насіннєвого матеріалу олійних культур під дією повітряного потоку (рис. 2–4).

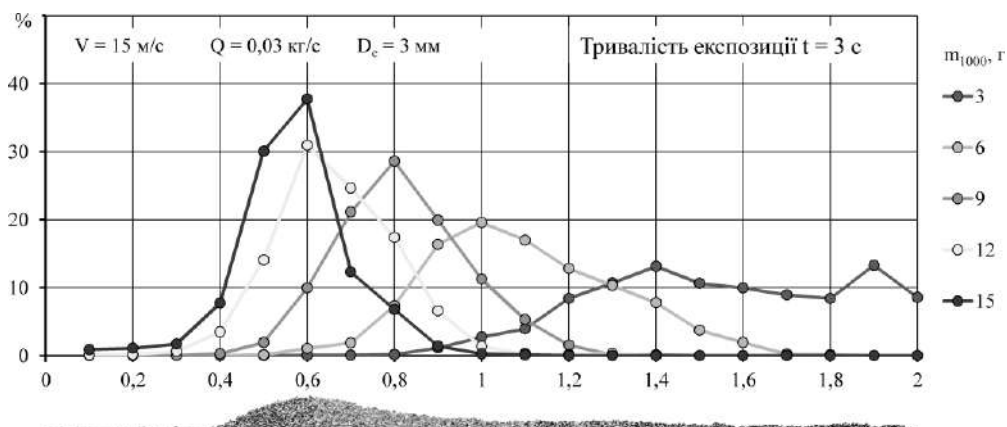


Рис. 2. Розподіл фракцій насіння ефективного діаметра $D_e = 3 \text{ мм}$ по довжині області, що утворився під впливом повітряного потоку

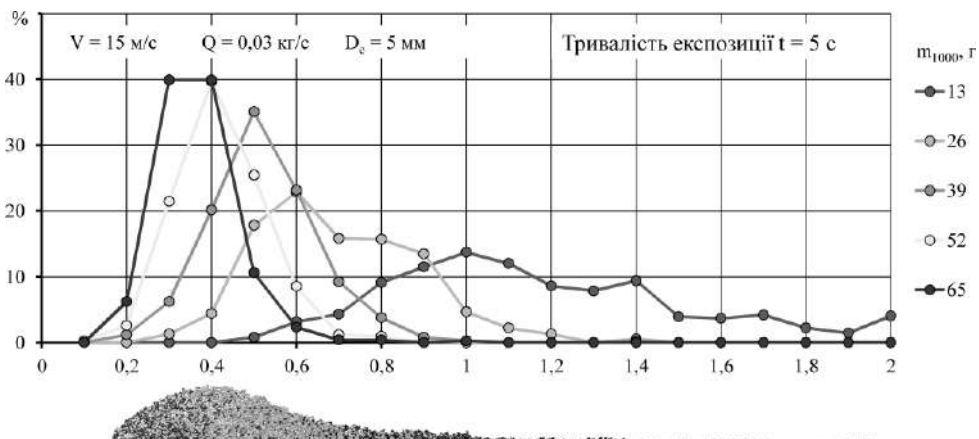


Рис. 3. Розподіл фракцій насіння ефективного діаметра $D_e = 5$ мм по довжині області, що утворився під впливом повітряного потоку

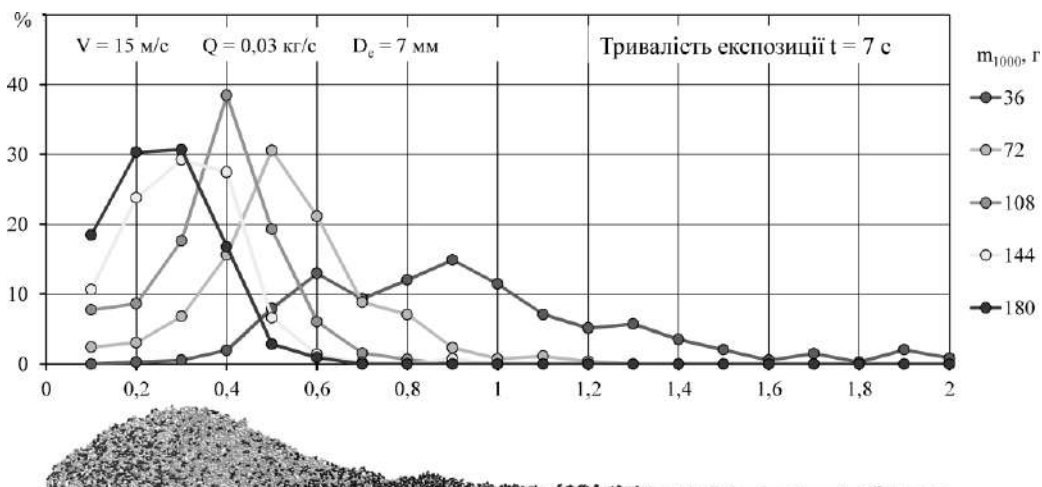


Рис. 3. Розподіл фракцій насіння ефективного діаметра $D_e = 7$ мм по довжині області, що утворився під впливом повітряного потоку

Відповідно для кожного дослід для кожної фракції насіння був розрахований критерій χ^2 , згідно з яким розподіл насіння по довжині області відповідає нормальному розподілу.

Згідно з отриманими даними з використанням програмного пакету Mathematica складено математичний вираз, який зв'язав коефіцієнт заповнення θ із ефективним діаметром насіння D_p , подачею насіння Q і швидкістю повітря V :

$$\begin{aligned} \theta = & 0,601375 - 0,0557372 D_p - 0,00711689 D_p^2 - 3,45982 Q - \\ & - 0,115523 D_p Q - 2,33729 Q^2 + 0,00181584 V + 0,00683085 D_p V + \\ & + 0,159939 Q V - 0,00138784 V^2. \end{aligned} \quad (3)$$

Графічна інтерпретація залежності (3) представлена на рис. 4.

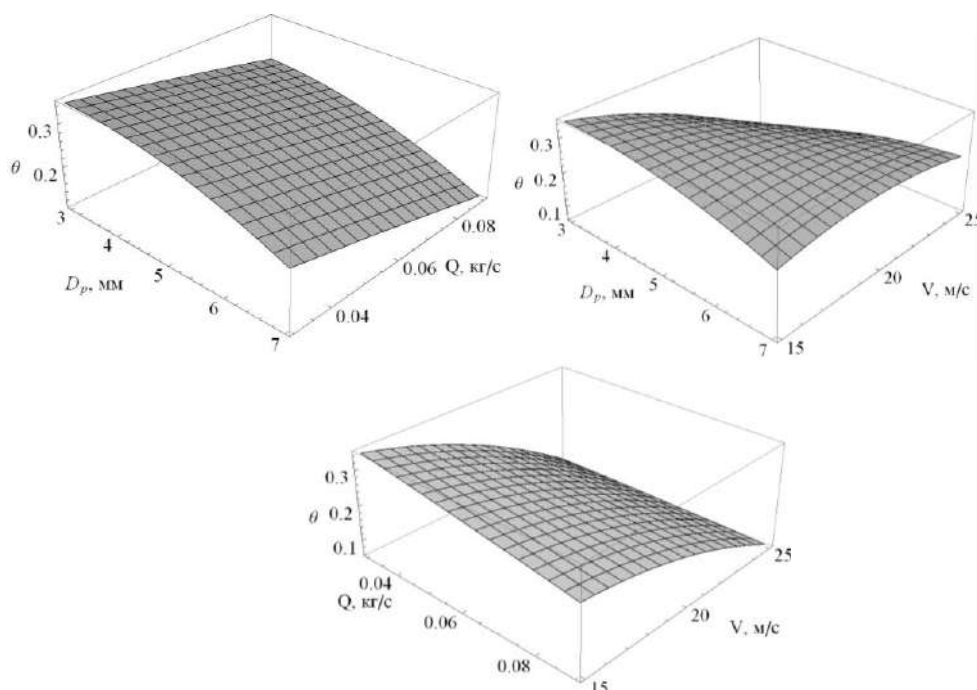


Рис. 4. Залежність коефіцієнта заповнення θ від ефективного діаметра насіння D_p , подачі насіння Q і швидкості повітря V

Рациональними параметрами рівняння (3) при умові максимуму коефіцієнта заповнення θ є $D_p = 3$ мм, $Q = 0,03$ кг/с, $V = 15$ м/с.

Висновки та перспективи подальших досліджень

У результаті чисельного моделювання механіко-технологічного процесу переміщення насіннєвого матеріалу олійних культур під дією повітряного потоку визначені раціональні режимні параметри за умови максимуму коефіцієнта заповнення θ : ефективний діаметр насіння $D_p = 3$ мм, подача насіння $Q = 0,03$ кг/с і швидкість повітря $V = 15$ м/с.

У подальших дослідженнях передбачено проведення експериментальних досліджень процесу переміщення насіннєвого матеріалу олійних культур і розробка науково-технологічних основ щодо його розділення на відповідні фракції.

Література

1. Нуруллин Э. Г. Математическая модель движения семян в основной камере пневмомеханического протравливателя / Э. Г. Нуруллин, И. М. Салахов, А. В. Дмитриев // Вестник Казанского ГАУ. – 2014 – № 1 (31). – С. 69–72.
 2. Сычугов Н. П. Расчет воздухораспределителей равномерной подачи (отсоса) воздуха через отверстия / Н. П. Сычугов, Ю. В. Сычугов, А. Н. Сычугов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : межвуз. сб. науч. тр. / Вятская ГСХА. – 2008. – Вып. 8. – С. 210–214.
 3. Тищенко Л. Н. Гидродинамика сепарирования зерна : монография / Л. Н. Тищенко, В. П. Ольшанский, С. В. Ольшанский. – Харьков : Міськдрук, 2010. – 174 с.
 4. Pertti Broas. Advantages and problems of CAVE-visualisation for design purposes / Pertti Broas // Valtion teknillinen tutkimuskeskus Symposium “Virtual prototyping”. – Espoo, 2001. – P. 73–81.
 5. Bai C. Modelling of spray impingement processes / C. Bai. – Ph.D Thesis, University of London, 1996. – 142 p.
 6. Cundall P. A. A discrete numerical model for granular assemblies / P. A. Cundall, O. D. L. Strack // Geotechnique. – 1979. – 29. – P. 47–65.
 7. Кривцов А. М. Деформация и разрушение твердых тел с микроструктурой / А. М. Кривцов. – М. : Физматлит, 2007. – 304 с.
 8. Walton O. R. Numerical simulation of inclined chute flows of monodisperse, inelastic, frictional spheres / Mechanics of Materials – № 16. – 1993. – P. 239–247.
 9. Crowe C. T. Multiphase Flows with Droplets and Particles / C. T. Crowe, M. Sommerfeld, Y. Tsuji. – Boca Raton : CRC Press, 1998. – 487 p.
-

УДК 62-2:330

А. І. Бойко

Д. Т. Н.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

ДЕЯКІ ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТЕХНІКИ

В умовах ринкової економіки одним із суттєвих факторів, що впливає на надійність техніки, є економічний. Більш надійні машини, як правило, є і більш дорогі при виготовленні. В них можуть використовувати сучасні матеріали, технології виготовлення і зміцнення. В даному випадку додаткові економічні затрати виправдані підвищенням загального ресурсу машин. Однак останнім часом окремими фірмами цілеспрямовано практикується закладання в конструкції машин таких значень наробітку на відмову, що ненабагато перебільшує гарантований строк їх експлуатації. Цим самим створюється необхідність у виконанні додаткових робіт з технічного

Література

1. Нуруллин Э. Г. Математическая модель движения семян в основной камере пневмомеханического протравливателя / Э. Г. Нуруллин, И. М. Салахов, А. В. Дмитриев // Вестник Казанского ГАУ. – 2014 – № 1 (31). – С. 69–72.
 2. Сычугов Н. П. Расчет воздухораспределителей равномерной подачи (отсоса) воздуха через отверстия / Н. П. Сычугов, Ю. В. Сычугов, А. Н. Сычугов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : межвуз. сб. науч. тр. / Вятская ГСХА. – 2008. – Вып. 8. – С. 210–214.
 3. Тищенко Л. Н. Гидродинамика сепарирования зерна : монография / Л. Н. Тищенко, В. П. Ольшанский, С. В. Ольшанский. – Харьков : Міськдрук, 2010. – 174 с.
 4. Pertti Broas. Advantages and problems of CAVE-visualisation for design purposes / Pertti Broas // Valtion teknillinen tutkimuskeskus Symposium “Virtual prototyping”. – Espoo, 2001. – P. 73–81.
 5. Bai C. Modelling of spray impingement processes / C. Bai. – Ph.D Thesis, University of London, 1996. – 142 p.
 6. Cundall P. A. A discrete numerical model for granular assemblies / P. A. Cundall, O. D. L. Strack // Geotechnique. – 1979. – 29. – P. 47–65.
 7. Кривцов А. М. Деформация и разрушение твердых тел с микроструктурой / А. М. Кривцов. – М. : Физматлит, 2007. – 304 с.
 8. Walton O. R. Numerical simulation of inclined chute flows of monodisperse, inelastic, frictional spheres / Mechanics of Materials – № 16. – 1993. – P. 239–247.
 9. Crowe C. T. Multiphase Flows with Droplets and Particles / C. T. Crowe, M. Sommerfeld, Y. Tsuji. – Boca Raton : CRC Press, 1998. – 487 p.
-

УДК 62-2:330

А. І. Бойко

Д. Т. Н.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

ДЕЯКІ ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТЕХНІКИ

В умовах ринкової економіки одним із суттєвих факторів, що впливає на надійність техніки, є економічний. Більш надійні машини, як правило, є і більш дорогі при виготовленні. В них можуть використовувати сучасні матеріали, технології виготовлення і зміцнення. В даному випадку додаткові економічні затрати виправдані підвищенням загального ресурсу машин. Однак останнім часом окремими фірмами цілеспрямовано практикується закладання в конструкції машин таких значень наробітку на відмову, що ненабагато перебільшує гарантований строк їх експлуатації. Цим самим створюється необхідність у виконанні додаткових робіт з технічного

© А. І. Бойко

обслуговування або ремонту техніки. Заміна пошкоджених елементів запасними частинами приводить до суттєвих економічних втрат в експлуатації. Не рідко, коли ремонтні роботи і затрати на заміну деталей ставлять за доцільне придбання нової техніки взамін тієї, що вийшла з ладу. Як ремонтні роботи, так і придбання нових машин збільшують прибуток фірм-виробників. Зниження рівня надійності, безумовно, підриває їх авторитет, але приносить також тимчасову додаткову економічну вигоду за рахунок сервісного обслуговування, а також, необхідного примусового придбання нових машин.

Ключові слова: надійність, сервіс, прибуток, гарантійний строк експлуатації.

Постановка проблеми

Відомо, що домінуючою структурною схемою надійності механічних систем, до яких належить і сучасна сільськогосподарська техніка, є послідовне з'єднання складових елементів. За такої побудови машин можливі два шляхи забезпечення їх надійності:

- підвищення надійності складових елементів;
- зміна структурної схеми надійності з використанням принципів резервування.

Як перший, так і другий підхід знайшов своє застосування в конструкціях реальних машин.

Перший – пов'язаний, насамперед, із застосуванням більш стійких матеріалів, технологій зміцнення, наплавки тощо.

Другий підхід передбачає удосконалення структурної будови конструкцій, а також цілеспрямоване обґрунтоване використання номенклатури і кількості запасних частин.

Згідно з домінуючими, історично установленими уявленнями як в теоретичному, так і експериментальному дослідженні завжди вважалось, що верхня межа забезпечення надійності не регламентується. Тому будь-які зміни для підвищення довговічності і безвідмовності машин практично були необмеженими. При існуючій, на той період, технологічній культурі виробництва і експлуатації машин це було виправдано. У крайньому випадку надійність конструкцій обмежувалась загальним ресурсом машин, а для менш надійних вузлів і деталей встановлювався ресурс кратний до загального.

Наука і практика надійності правомірно підхоплювала цей підхід як такий, що був направлений на створення, по можливості, рівноресурсних конструкцій.

Мета, завдання та методика досліджень

Мета статті полягає у дослідженні деяких економічних аспектів забезпечення надійності складної техніки.

У дослідженні використовується аналітичний метод аналізу економічних складових виготовлення і експлуатації машин. Встановлено зв'язок з показниками надійності техніки і відмічається сучасна тенденція використання досягнень науки про надійність на отримання деякими фірмами -виробниками тимчасового додаткового прибутку.

Економічний ефект від підвищення рівня надійності виробу розраховувався згідно з розробленими відповідними методиками і дослідженнями в цьому напрямку [1–3].

Як правило, витрати і прибуток від підвищення надійності лежать у різних сферах: витрати у сфері виробництва, а прибуток – у сфері експлуатації. Це породжує певні труднощі для впровадження розробок у виробництво. Однак, якщо підійти узагальнено до економічного аспекту впровадження нової техніки, то, в результаті, за придбання і експлуатацію машин розплачується той, хто її купляє і використовує у своїй діяльності. Особливо це гостро відчувається при ринкових економічних відносинах.

У реальних сучасних умовах господарювання, рівень надійності не минучу співставляється із економічними критеріями і затратами від придбання і використання машин. При цьому, потрібно враховувати ціну на придбання, витрати на експлуатацію машин і співставляти затратну частину із тією економічною вигодою, що приносять машини. В результаті, придбання і експлуатація повинні бути економічно доцільними.

Прибуток від користування машиною чи комплексом машин у функції часу $\Pi(t)$ може бути представлено відповідною сумою затратної і прибуткової частин.

$$\Pi(t) = D(t) - Z_B - Z_E(t), \quad (1)$$

де $D(t)$ – дохід від експлуатації машини;

Z_B – затрати на виготовлення та інше, що складають ціну;

Z_E – затрати в експлуатації.

Незважаючи на просту структуру представленої формули, складові, що до неї входять, мають нелінійну залежність від часу, особливо, затрати в експлуатації, коли техніка старіє. Тому схематично зв'язок між прибутком і часом може бути умовно представлено наступним чином (рис. 1).

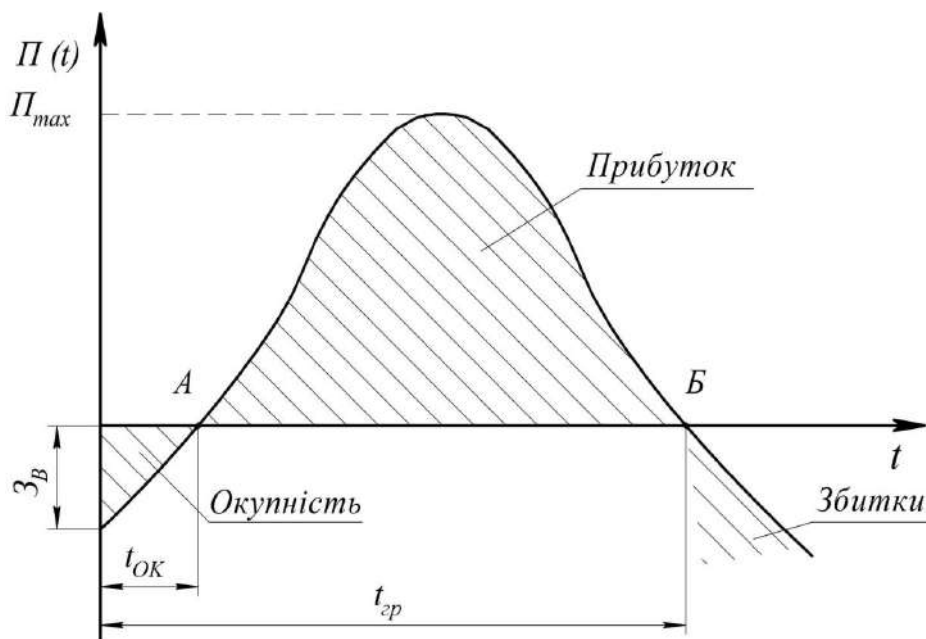


Рис. 1. Зв'язок між прибутком від техніки і часом її експлуатації

Результати досліджень

Попередній аналіз за критерієм часових витрат показує, що чим менше час окупності t_{OK} і чим більше граничний час експлуатації t_{ep} , тим більша загальна надійність техніки.

Зв'язок між безвідмовністю техніки і витратами на придбання і витратами на її експлуатацію більш складний. Ті затрати, що ми можемо скоротити при виготовленні, можуть значно збільшитися за технічного обслуговування (ремонт) машин.

На графіку є дві характерні точки перетину із віссю часу (А і Б), коли прибуток дорівнює нулеві.

Перша точка (А) визначає термін окупності техніки, тобто той період її роботи, коли машина експлуатується і приносить дохід, то повністю компенсує витрати на придбання.

У цій точці $\Pi(t) = 0$. Тоді, виходячи з формули (1), маємо:

$$D(t) = z_B - z_E(t) \quad (2)$$

Тобто, отримана рівновага між доходною і витратною частинами. В подальшому при $t > t_{OK}$ спостерігається збільшення прибутку. Пояснити це можна тим, що настав період нормальної експлуатації машини, при якому інтенсивність відмов мінімальна і витрати на експлуатацію зменшилися за можливого збільшення доходів за рахунок зменшення простоїв від обслуговування і ремонту машин.

Період (між точками А і Б) є прибутковим у сфері експлуатації, але з часом, в міру старіння машин витрати на обслуговування зростають. Баланс досягається в точці (Б) і наступна експлуатація техніки стає нерентабельною.

Представлений аналіз справедливий для сфери експлуатації машин, виходячи із їх природного життєвого циклу від виготовлення до списання. Однак, останнім часом спостерігається стійка тенденція до того, що виробники, крім тих доходів, що вкладають в ціну машин, бажають як можна більше заробити, враховуючи те, що надійність техніки зв'язана з їх прибутком. Економічний інтерес пов'язаний, насамперед, з ціною на вироби, а також кількістю реалізованих машин.

Стимулюючи придбання нових машин, деякі фірми штучно знижують можливий ресурс. Це дає також додатковий розвиток їх сервісним центрам. Така ідеологія, безумовно, підриває авторитет фірм, але приносить їм додатковий прибуток.

Реалізація представленого підходу ставить надійність як науку на виконання замовлень економіки. Використовуючи комп'ютерні технології розрахунку деталей на міцність, корозію чи зношування, представляється можливим закладати у вироби вигідний для фірм ресурс. Вигода полягає в тому, що, відпрацювавши певний термін (гарантійний термін), через деякий додатковий час виріб виходить з ладу. Співвідношення ймовірностей відмов заданого ресурсу і гарантійного строку експлуатації показано на рис. 2.

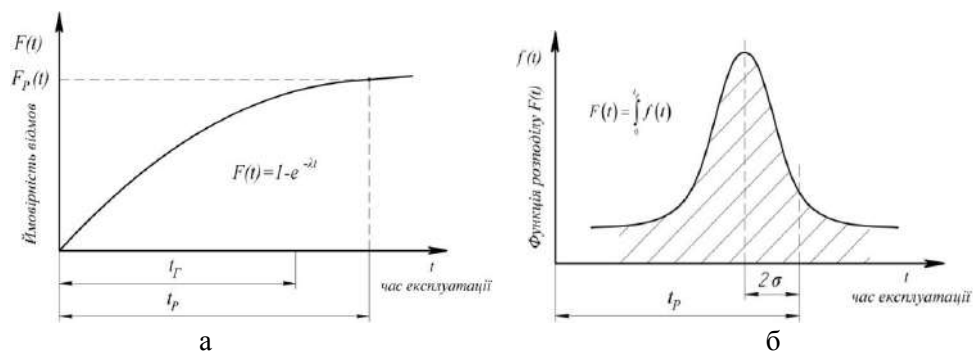


Рис. 2. Залежність ймовірності відмов від часу експлуатації машин:

а) раптові відмови; б) поступові відмови

Вибір ресурсу t_p виробів реалізується через окремі деталі або вузли вкладаючи в них задані параметри надійності.

Таким чином, наука про надійність і в даному випадку залишається основою, завдяки якій вирішуються економічні здобутки фірм, однак хотілось би сподіватися, що існуючі економічні теорії і негаразди у цій сфері не стануть перешкодою передовій науково-інженерній думці для розробки машин, ресурс яких набагато перебільшуватиме гарантійний строк їх експлуатації.

Висновки та перспективи подальших досліджень

Підводячи підсумки, слід зауважити:

1. Наука про надійність техніки має відношення не тільки до всіх етапів життєвого циклу машини, але знаходить своє безпосереднє застосування і за будь-яких форм економічного розвитку суспільства.

2. Негативним для розвитку машинобудування і забезпечення надійності складних технічних систем слід вважати тенденцію зниження рівня надійності виробів для примусового їх ремонту або придбання і заміни на нову і, таким чином, отримання фірмами додаткового економічного прибутку.

Література

1. Основы надежности машин / И. Н. Кравченко, В. А. Зорин, Е. А. Пучин, Г. И. Бондарева. – М., 2007. – Ч. 2. – С. 2–59
2. Методика определения экономической эффективности новых сельскохозяйственных машин / ВИСХОМ. – М., 1969. – 332 с.
3. Методика определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. – М. : ВИНТИ, 1977. – 45 с.

УДК 550.348.0985: 551.146

Ю. Б. Бродський

К. Т. Н.

О. В. Маєвський

К. Т. Н.

С. М. Васько

К. Т. Н.

Житомирський національний агроекологічний університет

АНАЛІЗ ФАЗОВИХ ТРАЄКТОРІЙ ПРИ МОДЕЛЮВАННІ ДИНАМІКИ РОЗВИТКУ ЕКОСИСТЕМИ «ХИЖАК – ЖЕРТВА»

В статті проведено аналіз фазових траєкторій екологічної системи типу «хижак – жертва» при застосуванні математичних моделей динаміки взаємодії популяцій з робочими параметрами, отриманими на основі реальних даних для північного регіону

Вибір ресурсу t_p виробів реалізується через окремі деталі або вузли вкладаючи в них задані параметри надійності.

Таким чином, наука про надійність і в даному випадку залишається основою, завдяки якій вирішуються економічні здобутки фірм, однак хотілось би сподіватися, що існуючі економічні теорії і негаразди у цій сфері не стануть перешкодою передовій науково-інженерній думці для розробки машин, ресурс яких набагато перебільшуватиме гарантійний строк їх експлуатації.

Висновки та перспективи подальших досліджень

Підводячи підсумки, слід зауважити:

1. Наука про надійність техніки має відношення не тільки до всіх етапів життєвого циклу машини, але знаходить своє безпосереднє застосування і за будь-яких форм економічного розвитку суспільства.

2. Негативним для розвитку машинобудування і забезпечення надійності складних технічних систем слід вважати тенденцію зниження рівня надійності виробів для примусового їх ремонту або придбання і заміни на нову і, таким чином, отримання фірмами додаткового економічного прибутку.

Література

1. Основы надежности машин / И. Н. Кравченко, В. А. Зорин, Е. А. Пучин, Г. И. Бондарева. – М., 2007. – Ч. 2. – С. 2–59
2. Методика определения экономической эффективности новых сельскохозяйственных машин / ВИСХОМ. – М., 1969. – 332 с.
3. Методика определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. – М. : ВИНТИ, 1977. – 45 с.

УДК 550.348.0985: 551.146

Ю. Б. Бродський

К. Т. Н.

О. В. Маєвський

К. Т. Н.

С. М. Васько

К. Т. Н.

Житомирський національний агроекологічний університет

АНАЛІЗ ФАЗОВИХ ТРАЄКТОРІЙ ПРИ МОДЕЛЮВАННІ ДИНАМІКИ РОЗВИТКУ ЕКОСИСТЕМИ «ХИЖАК – ЖЕРТВА»

В статті проведено аналіз фазових траєкторій екологічної системи типу «хижак – жертва» при застосуванні математичних моделей динаміки взаємодії популяцій з робочими параметрами, отриманими на основі реальних даних для північного регіону

Житомирської області. Оцінена стійкість екологічної системи та зроблений висновок про можливість порушення рівноваги і переходу до хаотичного стану. В залежності від характеру власних чисел Якобіану, зроблено висновки стосовно типу розрахованих точок рівноваги. Обґрунтована необхідність управління хаотичною динамікою з метою попередження кризових явищ та виникнення екологічної катастрофи. В результаті досліджень показано адекватне відтворення процесу взаємодії «хижак – жертва», описаного за допомогою математичних моделей, побудованих на основі узагальненої моделі еволюції систем на відміну від моделей, побудованих на базі функції Ферхюльста.

Ключові слова: математична модель, фазові траєкторії, система «хижак – жертва», динаміка екосистеми, обчислювальний експеримент.

Постановка проблеми

Диференціальні рівняння, які описують взаємодію типу «хижак – жертва», включають нелінійні елементи. Для вивчення нелінійних систем та наглядної демонстрації процесів, які вони описують, використовується фазовий простір, де створюються фазові портрети. У кожній динамічній системі є свій портрет.

На фазовому портреті є особливі точки – точки знаходження рівноваги. За допомогою визначення цих точок можливо передбачити поведінку динамічної системи.

В залежності від характеру власних чисел Якобіану, ці точки можуть мати різний характер (бути стійкими, або нестійкими). Тобто, якщо система знаходиться в околиці точки рівноваги, то невеликі коливання не порушують рівновагу системи. Якщо ж точка рівноваги не стійка, то з часом малі коливання будуть прогресувати, і система буде втрачати стійкість. Такі задачі є некоректно поставленими [1]. У зв'язку з чим дослідження процесів у реальних системах провести аналітично часто не вдається, тому вирішення цієї проблеми лежить у площині застосування обчислювального експерименту та інформаційних технологій. Саме завдяки інформаційним технологіям можна проаналізувати динаміку системи «хижак – жертва» на різних режимах функціонування математичних моделей, що описують цю систему.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Некоректно поставлені задачі [1], які виникають при дослідженні динаміки екологічних систем [2], призводять до нагальної потреби феноменологізації відомих математичних моделей взаємодії «хижак – жертва» і організації обчислювального експерименту [3]. Зокрема, математичні моделі взаємодії «хижак – жертва», побудовані на основі функції Ферхюльста [4, 5] при певних умовах (стабільність зовнішніх умов) дають неадекватні результати моделювання. Тому для дослідження і порівняння динаміки розвитку взаємодії «хижак – жертва» застосовується і математична модель, побудована на основі узагальненої моделі еволюції систем [6, 7, 8]. При цьому, побудова фазових траєкторій для різних значень робочих параметрів математичних моделей,

демонструє характер динаміки взаємодії та висвітлює ділянки стійкості систем нелінійних диференціальних рівнянь [9], якими представлено відповідні математичні моделі.

Мета, завдання та методика досліджень

Перед усім слід зазначити, що дослідження фазових портретів має широкий спектр застосування, як при дослідженні технічних систем, так і різноманітних реальних процесів та явищ. Зокрема, при дослідженні взаємодії екосистем [2], закономірності їхньої динаміки висвітлює саме побудова фазових траєкторій.

Враховуючи складність механізмів взаємодії таких систем і, в більшості випадків, неможливості отримати аналітичний розв'язок систем нелінійних диференціальних рівнянь динаміки взаємодії, необхідно організовувати обчислювальний експеримент [3].

В даній роботі обчислювальний експеримент організовано для математичних моделей взаємодії «хижак – жертва», побудованих як на базі функції Ферхюльста [4, 5], так і на основі узагальненої моделі еволюції систем [6, 7].

Необхідно зауважити, що побудова фазових траєкторій можлива тільки після розв'язку задачі ідентифікації робочих параметрів досліджуваних моделей. Для проведення розрахунків використовується система Mathcad та отримані раніше результати ідентифікації математичних моделей взаємодії «хижак – жертва» на прикладі взаємодії екосистем, представлених множиною визначених хижаків та жертв на території Житомирської області [8].

У результаті досліджень показано адекватне відтворення процесу взаємодії «хижак – жертва», описаного за допомогою математичних моделей, побудованих на основі узагальненої моделі еволюції систем на відміну від математичних моделей, отриманих на базі функції Ферхюльста [4, 5] на прикладі взаємодії екосистем [2] для короткострокового прогнозування. А також оцінено стійкість розв'язків відповідних систем нелінійних диференціальних рівнянь [9].

Для реалізації поставлених задач, виникає необхідність застосування одного з відомих чисельних методів. Для розв'язку даної задачі використано метод Рунге – Кутти з фіксованим кроком [10].

Результати досліджень

Для врахування зовнішніх факторів впливу в роботі використовується узагальнена модель еволюції систем, яка представлена нелінійним диференціальним рівнянням першого порядку [6]

$$(1 + a_1 x(t)) \frac{dx(t)}{dt} = \varphi x(t) - a_0 x^2(t), \quad (1)$$

де X – кількість елементів екосистеми, φ – потенціал експоненціального зростання, a_1 і a_0 – параметри, що стримують експоненційний розвиток екосистеми.

Існуюча математична модель «хижак – жертва» [4, 5] на основі функції Ферхюльста представлена системою двох нелінійних диференціальних рівнянь

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} + a_0 x^2 - \varphi x = -\gamma z; \\ \frac{dz}{dt} + b_0 z^2 - \psi x = \gamma x. \end{cases}, \quad (2)$$

і призначена для визначення кількості особин хижака і жертви, без врахування ефекту дифузії.

З урахуванням рівняння (1), система диференціальних рівнянь (2) перетворюються в систему

$$\begin{cases} (1 + a_1 x) \frac{dx}{dt} + a_0 x^2 - \varphi x = -\gamma z; \\ (1 + b_1 x) \frac{dz}{dt} + b_0 z^2 - \psi x = \gamma x, \end{cases} \quad (3)$$

де X і Z – кількість елементів взаємодіючих природних систем, φ та ψ – потенціали експоненціального зростання, a_1 , b_1 , a_0 , b_0 – параметри, які стримують експоненціальний розвиток природних систем, де також не враховується ефект дифузії [6].

Робочі параметри математичних моделей (2), (3), які використовуються при побудові їх фазових траєкторій, входять у розрахований діапазон за результатами розв'язку задачі ідентифікації [8] і представлені в табл. 1.

Використовуючи програмний пакет Mathcad і дані табл. 1, встановимо особливі точки для математичних моделей (2) і (3) та визначимо характер цих точок, виходячи із значень власних чисел Якобіану для першої групи робочих параметрів.

Таблиця 1. Робочі параметри математичних моделей (2), (3)

Модель	φ	γ	ψ	a_0	b_0	a_1	b_1
2	2,245	1,831	-38,32	$2,7 \cdot 10^{-5}$	$1,99 \cdot 10^{-2}$	0,00	0,00
3	0,394	0,703	-15,148	$1,4 \cdot 10^{-6}$	$-1,26 \cdot 10^{-3}$	$-9,80 \cdot 10^{-6}$	$-2,74 \cdot 10^{-4}$
Модель	φ	γ	ψ	a_0	b_0	a_1	b_1
2	2,20	3,831	-6,00	$1,80 \cdot 10^{-5}$	$2,00 \cdot 10^{-2}$	0,00	0,00
3	-0,34	-7,35	-15,883	$5,003 \cdot 10^{-6}$	$-7,31 \cdot 10^{-3}$	$-9,03 \cdot 10^{-6}$	$-3,45 \cdot 10^{-3}$

Для математичної моделі (2) особливою точкою (точка рівноваги) є точка (0; 0), інші точки не мають фізичного змісту, оскільки дають від'ємні значення для точок рівноваги. Значення Якобіану для точки рівноваги і відповідні значення його власних чисел для математичної моделі (2) наведено нижче:

$$A1 = \begin{pmatrix} 2.245 & -1.831 \\ 1.831 & -38.32 \end{pmatrix} \quad \lambda := \text{eigenvals}(A1) \quad \lambda = \begin{pmatrix} 2.162 \\ -38.237 \end{pmatrix}$$

Виходячи з характеру отриманих значень для власних чисел λ , робимо висновок, що точка (0; 0) є «сідлова точка» для математичної моделі 2 при конкретних значеннях її робочих параметрів. Для математичної моделі 3 особливими точками (точки рівноваги) є точка (0; 0) і точка (21114.6; 10945.9), де на першій позиції вказано чисельність жертви, а на другій позиції чисельність хижака. Значення Якобіану для точок рівноваги і відповідні значення його власних чисел для математичної моделі (3) наведено нижче:

$$A1 = \begin{pmatrix} 0.394 & -0.703 \\ 0.703 & -15.148 \end{pmatrix} \quad \lambda := \text{eigenvals}(A1) \quad \lambda = \begin{pmatrix} 0.362 \\ -15.116 \end{pmatrix}$$

$$A2 = \begin{pmatrix} 0.422 & -0.887 \\ -0.351 & -6.217 \end{pmatrix} \quad \lambda1 := \text{eigenvals}(A2) \quad \lambda1 = \begin{pmatrix} 0.469 \\ -6.264 \end{pmatrix}$$

Аналізуючи характер отриманих значень для власних чисел λ , робимо висновок, що точки (0; 0) і (21114.6; 10945.9) є «сідловими точками» для математичної моделі (3) при конкретних значеннях її робочих параметрів.

Перейдемо до побудови фазових портретів для математичних моделей 2 і 3, виходячи з результатів ідентифікації їх робочих параметрів та заданих початкових умов. Нагадаємо, що процес взаємодії «хижак – жертва» досліджується на прикладі пари «лисиця – заєць» (ХЖ) для території Житомирської області. Результати побудови фазових портретів представлено на рис. 1 а, б, а залежності від часу динаміки жертви та хижака на рис. 2 а, б та 3 а, б.

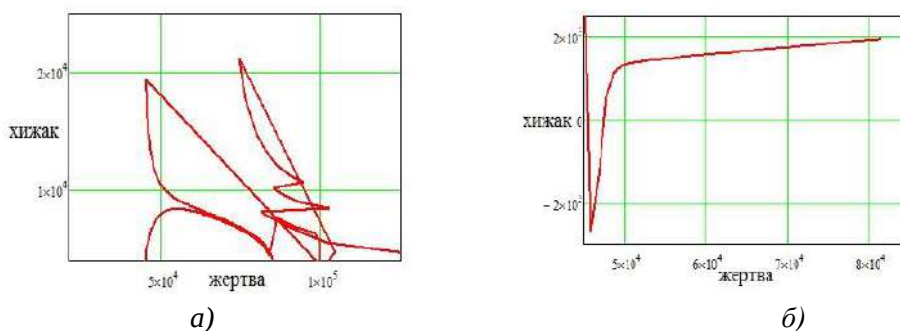


Рис. 1. Фазові портрети для математичних моделей взаємодії «хижак – жертва»; а) для математичної моделі (3), б) для математичної моделі (2)

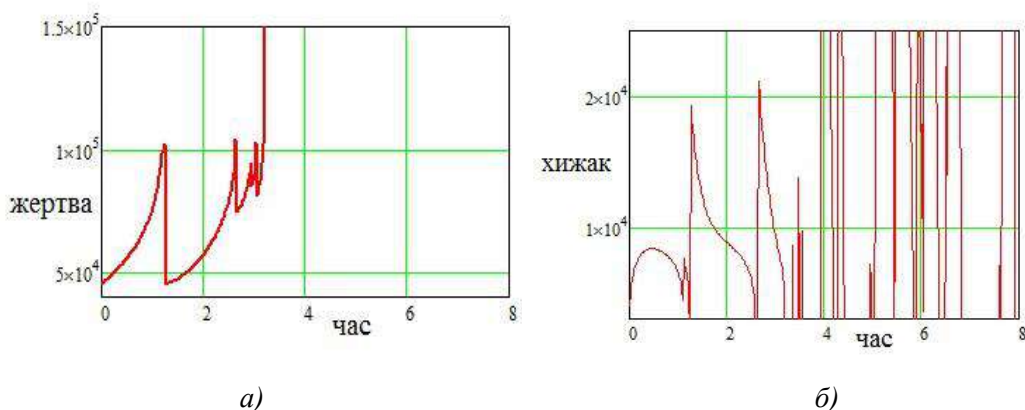


Рис. 2. Динаміка для математичної моделі (3); а) для жертви, б) для хижака. Час позначено в умовних одиницях

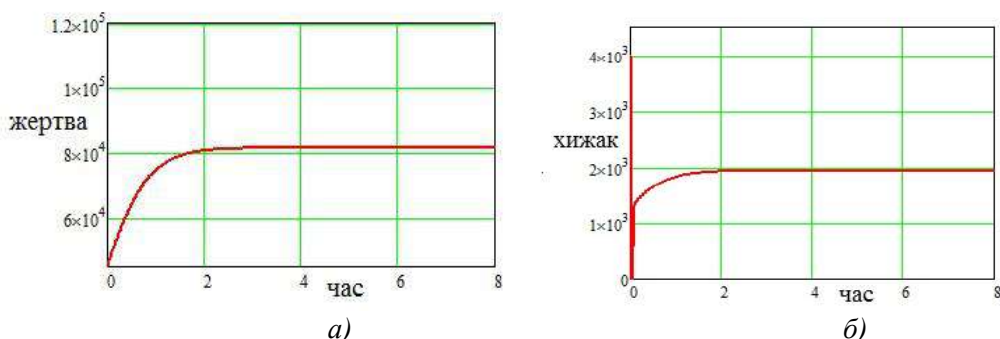


Рис. 3. Динаміка для математичної моделі (2); а) для жертви, б) для хижака. Час позначено в умовних одиницях

Аналогічні дослідження для другої групи робочих параметрів з табл. 1 дають наступні результати:

Для математичної моделі (2) особливою точкою (точка рівноваги) є точка (0; 0), інші точки не мають фізичного змісту, оскільки дають від'ємні значення для точок рівноваги. Значення Якобіану для точки рівноваги і відповідні значення його власних чисел для математичної моделі (2) наведено нижче:

$$A1 = \begin{pmatrix} 2.2 & -3.831 \\ 3.831 & -6 \end{pmatrix} \quad \lambda := \text{eigenvals}(A1) \quad \lambda = \begin{pmatrix} -0.439 \\ -3.361 \end{pmatrix}$$

Виходячи з характеру отриманих значень для власних чисел λ робимо висновок, що точка (0; 0) є «стійкий вузол» для математичної моделі (2) при конкретних значеннях її робочих параметрів. Для математичної моделі (3)

особливими точками (точки рівноваги) є точка $(0; 0)$ і точка $(97999.5; 11070.49)$, де на першій позиції вказано чисельність жертви, а на другій позиції чисельність хижака. Значення Якобіану для точок рівноваги і відповідні значення його власних чисел для математичної моделі (3) наведено нижче:

$$A1 = \begin{pmatrix} -0.34 & 7.35 \\ -7.35 & -15.883 \end{pmatrix} \quad \lambda := \text{eigenvals}(A1) \quad \lambda = \begin{pmatrix} -5.587 \\ -10.636 \end{pmatrix}$$

$$A2 = \begin{pmatrix} -11.496 & 63.986 \\ 0.197 & -3.919 \end{pmatrix} \quad \lambda1 := \text{eigenvals}(A2) \quad \lambda1 = \begin{pmatrix} -12.902 \\ -2.514 \end{pmatrix}$$

Аналізуючи характер отриманих значень для власних чисел λ , робимо висновок, що точки $(0; 0)$ і $(97999.5; 11070.49)$ є точками типу «стійкий вузол» для математичної моделі (3) при конкретних значеннях її робочих параметрів (друга група робочих параметрів, див. табл.1).

Перейдемо до побудови фазових портретів для математичних моделей (2) і (3), виходячи з результатів ідентифікації їх робочих параметрів та заданих початкових умов.

Результати побудови фазових портретів представлено на рис. 4 а,б, а залежності від часу динаміки жертви та хижака на рис. 5 а,б та 6 а,б.

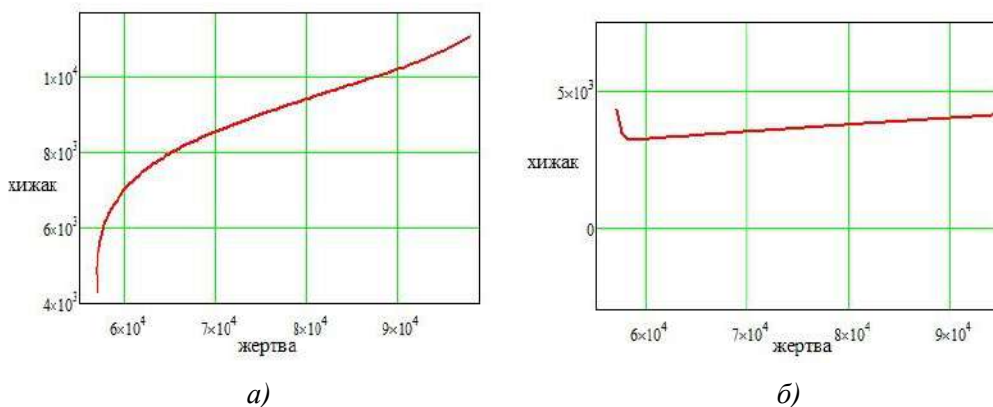


Рис. 4. Фазові портрети для математичних моделей взаємодії «хижак – жертва»; а) для математичної моделі (3), б) для математичної моделі (2)

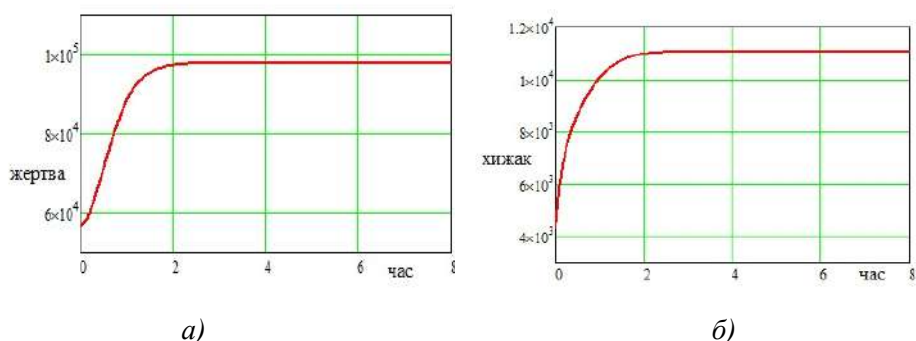


Рис. 5. Динаміка для математичної моделі (3); а) для жертви, б) для хижака. Час позначено в умовних одиницях

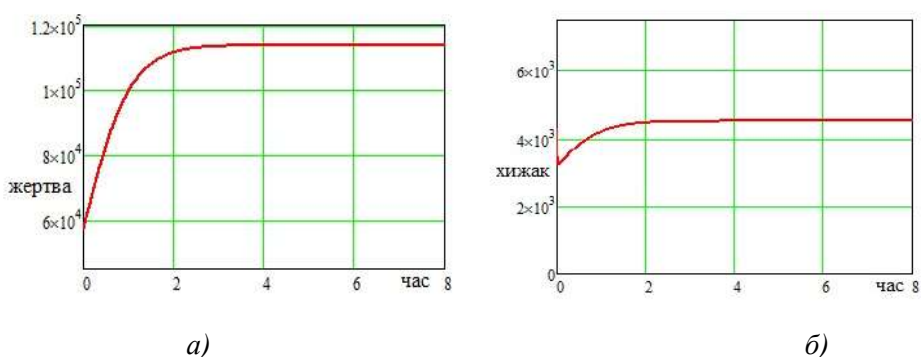


Рис. 6. Динаміка для математичної моделі (2); а) для жертви, б) для хижака. Час позначено в умовних одиницях

Результати моделювання, представлені на рисунках 1–6, демонструють реальну динаміку взаємодії типу «хижак–жертва» з використанням запропонованої та існуючої математичних моделей для конкретних значень робочих параметрів та початкових умов з використанням відповідного програмного забезпечення. Зокрема з рис. 1 а видно, що на другому році екологічна система переходить до хаотичної динаміки, що може спричинити неконтрольоване зростання, або, навпаки, виродження хижаків чи жертв. Як наслідок, виникає нагальна потреба в управлінні хаотичною динамікою.

Висновки та перспективи подальших досліджень

При дослідженні фазових траєкторій отримані наступні результати: запропонована модель взаємодії «хижак – жертва» не має граничного циклу; особливі точки характеризуються як «сідлові» та «стійкий вузол» у залежності

від характеру власних чисел Якобіану. Дослідження характеру інших можливих особливих точок систем потребує додаткового дослідження шляхом отримання компонентів більш високого порядку при розкладенні в ряд Тейлора.

Необхідно відмітити, що побудова фазових траєкторій для аналізу та прогнозування реальної динаміки системи можлива тільки після визначення робочих параметрів моделей. Отримані результати указують на ділянки стійкості системи і результати короткострокового прогнозування відображають реальний процес у межах допустимих відхилень.

Побудова фазових траєкторій також доводить адекватність удосконаленої математичної моделі взаємодії «хижак – жертва», що отримана на основі узагальненої моделі еволюції систем [7], а також з'ясовує зв'язок між реальною динамікою хижака і жертви для конкретних значень робочих параметрів математичних моделей при короткостроковому прогнозуванні.

При збільшенні терміну прогнозування процесів у системі, що досліджується до двох років, вона переходить через подвійний період до хаотичної динаміки, що може спричинити неконтрольоване зростання або виродження популяцій, тобто порушення рівноваги і переходу до хаотичного стану. Як наслідок, виникає нагальна потреба в управлінні хаотичною динамікою, з метою попередження кризових явищ та виникнення екологічної катастрофи.

Проблема довгострокового прогнозу динаміки систем типу «хижак – жертва» може бути вирішена при застосуванні інших підходів з використанням інструментарію теорії ймовірностей та імітаційного моделювання.

Література

1. Хозяинова М. Г. К вопросу о применении методов регуляризации для идентификации технологических систем / М. Г. Хозяинова // *Фундаментальные исследования*. – 2007. – № 8. – С. 45–47.
2. Добровольський В. В. Основи теорії екологічних систем : [навч. посіб.] / В. В. Добровольський. – К. : Професіонал, 2005. – 272 с.
3. Самарский А. А. Компьютеры, модели, вычислительный эксперимент. Введение в информатику с позиций математического моделирования / А. А. Самарский. – М. : Наука, 1988. – 176 с.
4. Маевский А. В. Математические модели межвидовой конкуренции / А. В. Маевский, И. А. Пилькевич // *Современный научный вестник*. – 2014. – № 17 (213). – С. 88–93.
5. Ризниченко Г. Ю. Математические модели биологических продукционных процесов : учеб. пособие / Г. Ю. Ризниченко, А. Б. Рубин. – М. : Изд-во МГУ, 1993. – 302 с.
6. Бродський Ю. Б. Моделювання природних процесів взаємодії з урахуванням невизначеності в початкових умовах задачі Коші / Ю. Б. Бродський, О. В. Маєвський // *ScienceRise*. – 2016. – № 9/2 (26). – С. 24–30.

7. Грабар І. Г. Універсальна модель системи: методологічний аспект / І. Г. Грабар, Ю. О. Тимонін, Ю. Б. Бродський // Віс. ЖНАЕУ. – 2009. – № 1. – С. 358–366.

8. Маевский А. В. Решение задачи идентификации рабочих параметров математической модели процесса динамики экологических систем / А. В. Маевский // Электронное моделирование. – 2016. – № 2, т. 38. – С. 105–115.

9. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений / Н. П. Еругин, И. З. Штокало, П. С. Бондаренко [и др.]. – К. : Вища шк., 1974. – 472 с.

10. Калиткин Н. Н. Численные методы / Н. Н. Калиткин. – М. : Наука, 1978. – 512 с.

УДК 631.363

Г. А. Голуб

Д. Т. Н.

О. М. Ачкевич

К. Т. Н.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

ОПТИМИЗАЦИЯ ВЕЛИЧИНЫ КУТОВОЙ ШВИДКОСТИ ЗМІШУВАЧІВ БАРАБАННОГО ТИПУ

Обґрунтовано умову підвищення рівномірності змішування барабанными змішувачами шляхом рівномірного розподілу матеріалу по поверхні завалу суміші спадаючим з перемішуючої лопатки потоком. Встановлено, що для повного розосередження компонентів суміші спадаючим потоком, необхідно щоб матеріал, який спадає з лопатки в останню чергу, досягав точки сполучення вільної поверхні матеріалу та обичайки барабана. Розроблена математична модель для визначення величини кутової швидкості барабанного змішувача, за якої матиме місце повне розосередження матеріалу по вільній поверхні сегменту суміші спадаючим потоком матеріалу з лопатки. Використано розв'язок диференційного рівняння для визначення радіальної швидкості руху частинки по лопатці барабана та проведено комп'ютерне моделювання для отримання графічного рішення системи рівнянь.

Ключові слова: барабанный змішувач, ширина лопатки, кутова швидкість, радіальна швидкість, коефіцієнт заповнення.

Постановка проблеми

Виробництво якісного комбікорму в умовах господарств вимагає вирішення питання щодо технічного забезпечення змішування кормових добавок. Високий рівень рівномірності змішування компонентів кормових добавок забезпечують змішувачі барабанного типу. При гладкій поверхні барабана змішування проходить лише в зоні площини сегмента матеріалу. Для покращення перерозподілу порцій матеріалу при обертанні на внутрішній поверхні камери

7. Грабар І. Г. Універсальна модель системи: методологічний аспект / І. Г. Грабар, Ю. О. Тимонін, Ю. Б. Бродський // Віс. ЖНАЕУ. – 2009. – № 1. – С. 358–366.

8. Маевский А. В. Решение задачи идентификации рабочих параметров математической модели процесса динамики экологических систем / А. В. Маевский // Электронное моделирование. – 2016. – № 2, т. 38. – С. 105–115.

9. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений / Н. П. Еругин, И. З. Штокало, П. С. Бондаренко [и др.]. – К. : Вища шк., 1974. – 472 с.

10. Калиткин Н. Н. Численные методы / Н. Н. Калиткин. – М. : Наука, 1978. – 512 с.

УДК 631.363

Г. А. Голуб

Д. Т. Н.

О. М. Ачкевич

К. Т. Н.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

ОПТИМИЗАЦИЯ ВЕЛИЧИНЫ КУТОВОЙ ШВИДКОСТИ ЗМІШУВАЧІВ БАРАБАННОГО ТИПУ

Обґрунтовано умову підвищення рівномірності змішування барабанными змішувачами шляхом рівномірного розподілу матеріалу по поверхні завалу суміші спадаючим з перемішуючої лопатки потоком. Встановлено, що для повного розосередження компонентів суміші спадаючим потоком, необхідно щоб матеріал, який спадає з лопатки в останню чергу, досягав точки сполучення вільної поверхні матеріалу та обичайки барабана. Розроблена математична модель для визначення величини кутової швидкості барабанного змішувача, за якої матиме місце повне розосередження матеріалу по вільній поверхні сегменту суміші спадаючим потоком матеріалу з лопатки. Використано розв'язок диференційного рівняння для визначення радіальної швидкості руху частинки по лопатці барабана та проведено комп'ютерне моделювання для отримання графічного рішення системи рівнянь.

Ключові слова: барабанный змішувач, ширина лопатки, кутова швидкість, радіальна швидкість, коефіцієнт заповнення.

Постановка проблеми

Виробництво якісного комбікорму в умовах господарств вимагає вирішення питання щодо технічного забезпечення змішування кормових добавок. Високий рівень рівномірності змішування компонентів кормових добавок забезпечують змішувачі барабанного типу. При гладкій поверхні барабана змішування проходить лише в зоні площини сегмента матеріалу. Для покращення перерозподілу порцій матеріалу при обертанні на внутрішній поверхні камери

встановлюють лопатки. Вони бувають різні за формою (плоскими, жолобковими, щілинними, гвинтовим та ковшовими) та за розміщенням до площини обертання (радіальними, з відхиленням вперед).

У залежності від форми та розміщення перемішуючої лопатки залежить кількість захопленого нею матеріалу, кут підйому лопатки до моменту повної розгрузки, ступінь розосередження матеріалу в камері змішування. Це, в свою чергу визначає рівномірність перемішування компонентів суміші. Відомі залежності рівномірності змішування матеріалу від конструктивних, кінематичних та технологічних параметрів ґрунтувалися на експериментальних дослідженнях. Питання теоретичного обґрунтування залежностей якісних показників процесу змішування наразі недостатньо науково досліджені.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

У відповідності до процесу роботи барабанного змішувача з радіальними лопатками матеріал всередині камери послідовно проходить чотири стадії переміщення: разом з барабаном у монолітному стані, скочування по вільній поверхні матеріалу, що підіймається, рух по перемішуючій лопатці після виходу її із заповненої частини камери та вільне падіння після сходу з лопатки.

Аналіз руху матеріалу при сході його з краю лопатки частково розкритий в роботах Першина В.Ф. Визначено швидкість падіння, час досягнення межі завалу матеріалу та координати у будь-який момент часу.

Лопатки краще утримують моноліт матеріалу в барабанній камері при підніманні сегменту суміші та інтенсифікують процес перемішування компонентів [1, 2, 3].

Після досягнення частками матеріалу краю лопатки, він починає падати за параболічними траєкторіями. Як показано в роботі [4], найбільш віддалені від поверхні лопатки часточки, що більш близькі до вільної поверхні потоку на лопатці, на момент початку руху мають більшу швидкість, ніж часточки, занурені в масу матеріалу. Тому падаючі часточки утворюють віялоподібний потік і вектори їх швидкості за величиною і напрямком розташовуються на певній ділянці кута між дотичними, проведеними до зовнішніх ділянок траєкторій падіння.

Для повного розосередження компонентів падаючим потоком, необхідно щоб матеріал, який падає з лопатки в останню чергу, досягав точки сполучення вільної поверхні матеріалу та обичайки барабана. За більших кутів розвантаження лопатки часточки матеріалу потрапляють на стінки барабана та повертаються в загальний потік. За малих кутів розвантаження матеріал сходить одразу після виходу лопатки за межі завалу. Кути розвантаження залежать від величини кутової швидкості барабана.

Мета, завдання та методика досліджень

Визначити залежність величини кутової швидкості, при якій матиме місце повне розосередження матеріалу по вільній поверхні сегменту суміші та залежних від неї кінематичних, конструкційних і технологічних параметрів змішувача барабанного типу.

Для визначення умов повного розсіювання компонентів по вільній поверхні матеріалу використано систему рівнянь, яка поєднує рівняння падіння часточок матеріалу за параболічною траєкторією, рівняння межі завалу матеріалу у барабані та рівняння кола, що описує переріз барабана, розташованого горизонтально. Для визначення радіальної швидкості руху частинки по лопатці барабана використано розв'язок диференційного рівняння, яке пов'язує радіальну швидкість руху частинки по лопатці в залежності від її радіального положення. Числове значення кутової швидкості визначалося шляхом комп'ютерного моделювання.

Результати досліджень

Початкова швидкість матеріалу при вільному падінні в незаповненому просторі камери визначається швидкістю, набутою часточкою при її сходженні з лопатки та кутовою швидкістю обертання барабана. Для рівномірного розподілу матеріалу по поверхні завалу суміші необхідно визначити умови, при яких часточки, що сходять з лопатки останні досягали межі завалу в точці контакту з обичайкою барабана (рис. 1).

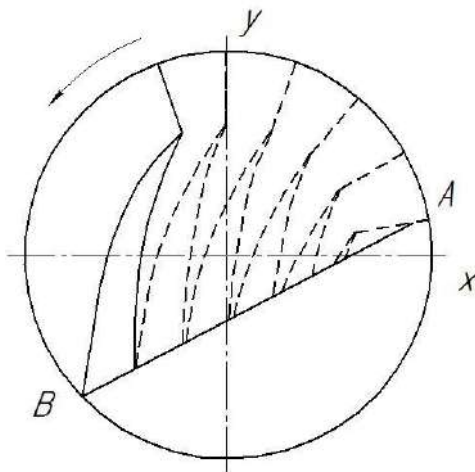


Рис. 1. Схема розподілу матеріалу по поверхні завалу при падінні часточок з лопатки в змішувачі барабанного типу

Приймаємо, що траєкторія положення всякої часточки при падінні з прив'язкою до системи координат XOY може бути подана рівнянням параболи у наступному вигляді:

$$\begin{cases} x = (R-l)\cos\varphi - V_0 t \cos\gamma_0; \\ y = (R-l)\sin\varphi - V_0 t \sin\gamma_0 - \frac{gt^2}{2}, \end{cases} \quad (1)$$

де x, y – координати частинки під час польоту по траєкторії, м;

R – радіус барабана, м;

l – ширина лопатки, м;

φ – кут повороту лопатки від горизонтальної вісі, рад.;

V_0 – абсолютна початкова швидкість польоту частинки при сходженні з лопатки, м/с;

γ_0 – початковий кут нахилу вектора швидкості польоту частинки до горизонту, рад.;

g – прискорення вільного падіння, м/с²;

t – поточний час польоту частинки, с.

Беручи до уваги, що поверхню верхньої межі завалу з достатнім ступенем допущення можна приймати як хорду сегмента з кутом сектора 2δ , її рівняння [5] матиме такий вигляд:

$$y = xtg\alpha - R \frac{\cos\delta}{\cos\alpha}; \quad (2)$$

де α – кут нахилу поверхневого шару матеріалу, рад.;

δ – половина центрального кута сегменту матеріалу, рад.

Для визначення умов повного розсіювання компонентів по вільній поверхні матеріалу необхідно знайти рішення системи рівнянь, яка поєднує рівняння падіння часточок матеріалу за параболічною траєкторією, рівняння межі завалу матеріалу у барабані та рівняння кола, що описує переріз барабана, розташованого горизонтально:

$$\begin{cases} y = (R-l)\sin\varphi - \frac{(R-l)\cos\varphi - x}{\cos\gamma_0} \sin\gamma_0 - \frac{g}{2} \left(\frac{(R-l)\cos\varphi - x}{V_0 \cos\gamma_0} \right)^2; \\ y = xtg\alpha - R \frac{\cos\delta}{\cos\alpha}; \\ R^2 = x^2 + y^2. \end{cases} \quad (3)$$

З другого та третього рівняння системи визначаємо координати точки перетину кола, що описує переріз барабана, розташованого горизонтально та межі завалу матеріалу у барабані:

$$\begin{aligned}
 R^2 - R^2 \frac{\cos^2 \delta}{\cos^2 \alpha} &= x^2 + x^2 \operatorname{tg}^2 \alpha - 2xtg\alpha R \frac{\cos \delta}{\cos \alpha} \\
 x^2 (1 + \operatorname{tg}^2 \alpha) - 2xtg\alpha R \frac{\cos \delta}{\cos \alpha} - R^2 \left(1 - \frac{\cos^2 \delta}{\cos^2 \alpha} \right) &= 0 \\
 x_{1,2} &= R \sin \alpha \cos \delta \pm R \cos \alpha \sin \delta \\
 x_1 &= R \sin \alpha \cos \delta + R \cos \alpha \sin \delta = R \sin(\alpha + \delta) \\
 x_2 &= R \sin \alpha \cos \delta - R \cos \alpha \sin \delta = R \sin(\alpha - \delta) = -R \sin(\delta - \alpha) \\
 y_1^2 &= R^2 - x_1^2 = R^2 [1 - \sin^2(\alpha + \delta)] = R^2 \cos^2(\alpha + \delta) \\
 y_1 &= R \cos(\alpha + \delta) \\
 y_2^2 &= R^2 - x_2^2 = R^2 [1 - \sin^2(\alpha - \delta)] = R^2 \cos^2(\alpha - \delta) \\
 y_2 &= R \cos(\alpha - \delta) = -R \cos(\delta - \alpha)
 \end{aligned}$$

Із отриманих рішень вибираємо корені рівняння, які відповідають точці перетину кола, що описує переріз барабана, розташованого горизонтально, та межі завалу матеріалу у барабані, що знаходиться зліва від вертикальної вісі Y .

Таким чином, необхідне рішення буде мати вигляд:

$$\begin{cases} x_2 = -R \sin(\delta - \alpha); \\ y_2 = -R \cos(\delta - \alpha). \end{cases} \quad (4)$$

Підставимо значення координат перетину x_2 та y_2 у рівняння параболи:

$$\begin{aligned}
 &-R \cos(\delta - \alpha) = \\
 &= (R - l) \sin \varphi - \frac{(R - l) \cos \varphi + R \sin(\delta - \alpha)}{\cos \gamma_0} \sin \gamma_0 - \frac{g}{2} \left(\frac{(R - l) \cos \varphi + R \sin(\delta - \alpha)}{V_0 \cos \gamma_0} \right)^2 \quad (5)
 \end{aligned}$$

Приймаючи постійними (рис. 2) величину радіуса барабана R , ширину лопатки l , центрального кута сегменту матеріалу в барабані δ , кута нахилу поверхневого шару матеріалу α та визначивши змінні величини – кут повороту лопатки від горизонтальної вісі $\varphi = \theta_0 + \omega t_p$, початковий кут нахилу вектора швидкості польоту частинки до горизонту $\gamma_0 = \omega t_p - \arctg \frac{\omega(R - l)}{V_R}$, початкову

швидкість польоту частинки при сходженні з лопатки $V_0 = \sqrt{\omega^2(R-l)^2 + V_R^2}$ можемо записати:

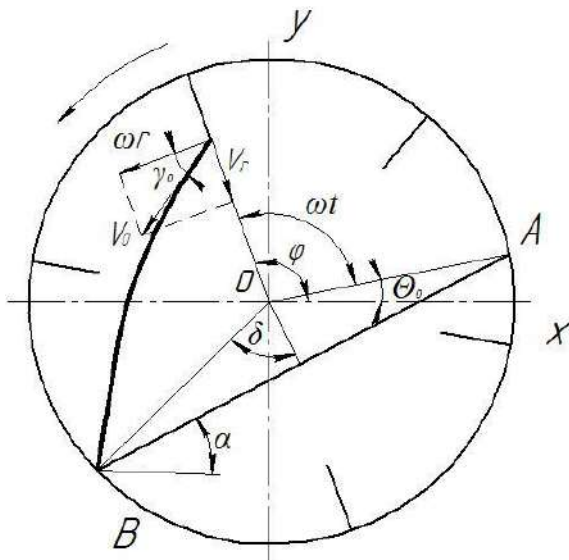


Рис. 2. Схема дії сил у поперечному перерізі барабана при падінні часточок матеріалу з лопатки

$$\begin{aligned}
 & -R \cos(\delta - \alpha) = \\
 & = (R-l) \sin(\theta_0 + \omega t_p) - \\
 & - \frac{(R-l) \cos(\theta_0 + \omega t_p) + R \sin(\delta - \alpha)}{\cos\left(\omega t_p - \arctg \frac{\omega r}{V_R} (R-l)\right)} \sin\left(\omega t_p - \arctg \frac{\omega(R-l)}{V_R}\right) - \\
 & - \frac{g}{2} \left(\frac{(R-l) \cos(\theta_0 + \omega t_p) + R \sin(\delta - \alpha)}{\sqrt{\omega^2(R-l)^2 + V_R^2} \cos\left(\omega t_p - \arctg \frac{\omega(R-l)}{V_R}\right)} \right)^2
 \end{aligned} \tag{5}$$

де θ_0 – початковий кут виходу лопатки із матеріалу, рад.;

ω – кутова швидкість барабана, рад./с;

t_p – час повороту барабана від виходу лопатки із матеріалу до її повного розвантаження, с;

V_R – радіальна швидкість руху частинки по лопатці барабана, м/с.

Таким чином, можливість надходження останньої частинки матеріалу із лопатки в задану точку параболічної траєкторії розсіювання в барабані визначається кутовою швидкістю барабана.

Для визначення радіальної швидкості руху частинки по лопатці барабана скористаємося розв'язком диференційного рівняння [6], яке має вигляд:

$$V_R = \lambda_1 C_1 \exp(\lambda_1 t_p) + \lambda_2 C_2 \exp(\lambda_2 t_p) + \frac{g}{\sqrt{4\omega^2 + k_1^2}} \cos\left(\theta_0 + \arctg \frac{4f\omega + k_1(1-f^2)}{2[\omega(1-f^2) - fk_1]} + \omega t_p\right). \quad (6)$$

$$\lambda_1 = -\left(f\omega + \frac{k_1}{2}\right) + \sqrt{\omega^2(1+f^2) + \frac{k_1^2}{4}}; \quad (7)$$

$$\lambda_2 = -\left(f\omega + \frac{k_1}{2}\right) - \sqrt{\omega^2(1+f^2) + \frac{k_1^2}{4}}, \quad (8)$$

$$C_1 = \frac{\lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1} \left[R - \frac{g}{\omega \sqrt{(4\omega^2 + k_1^2)}} \sqrt{1 + \frac{\omega^2}{\lambda_2^2}} \times \right. \\ \left. \times \sin\left(\theta_0 + \arctg \frac{4f\omega + k_1(1-f^2)}{2[\omega(1-f^2) - fk_1]} - \arctg \frac{\omega}{\lambda_2}\right) \right], \quad (9)$$

$$C_2 = \frac{\lambda_1}{\lambda_2 - \lambda_1} \left[\frac{g}{\omega \sqrt{(4\omega^2 + k_1^2)}} \sqrt{1 + \frac{\omega^2}{\lambda_1^2}} \times \right. \\ \left. \times \sin\left(\theta_0 + \arctg \frac{4f\omega + k_1(1-f^2)}{2[\omega(1-f^2) - fk_1]} - \arctg \frac{\omega}{\lambda_1}\right) - R \right]. \quad (10)$$

де λ_1, λ_2 – корені характеристичного рівняння, с⁻¹; k_1 – коефіцієнт пропорційності при ламінарному обтіканні частинки повітрям, с⁻¹; f – коефіцієнт тертя частинки по матеріалу лопатки, відн. од.

Підставивши у рівняння (5) значення радіальної швидкості руху частинки по лопатці барабана у момент її сходження з лопатки $V_R(R-l)$ згідно з рівнянням (6),

є можливість визначити координати положення частинки в цей момент, її абсолютну швидкість V_o та початковий кут нахилу вектора абсолютної швидкості польоту частинки до горизонту γ_0 і які визначають ту траєкторію параболи при польоті частинки, яка відповідає рівнянню (5).

Однак, завдяки наявності трансцендентних функцій у рівняннях (5) та (6), отримати аналітичне рішення для визначення оптимальної кутової швидкості барабана неможливо. У зв'язку з цим, було проведене комп'ютерне моделювання та отримано спільне графічне рішення рівнянь (5) та (6), яке наведено на рис. 3. Рішення отримано із урахуванням таких конструкційних та кінематичних параметрів експериментальної установки: радіус барабана – 0,17 м, розміщення лопаток радіальне, коефіцієнт заповнення камери матеріалом 0,5.

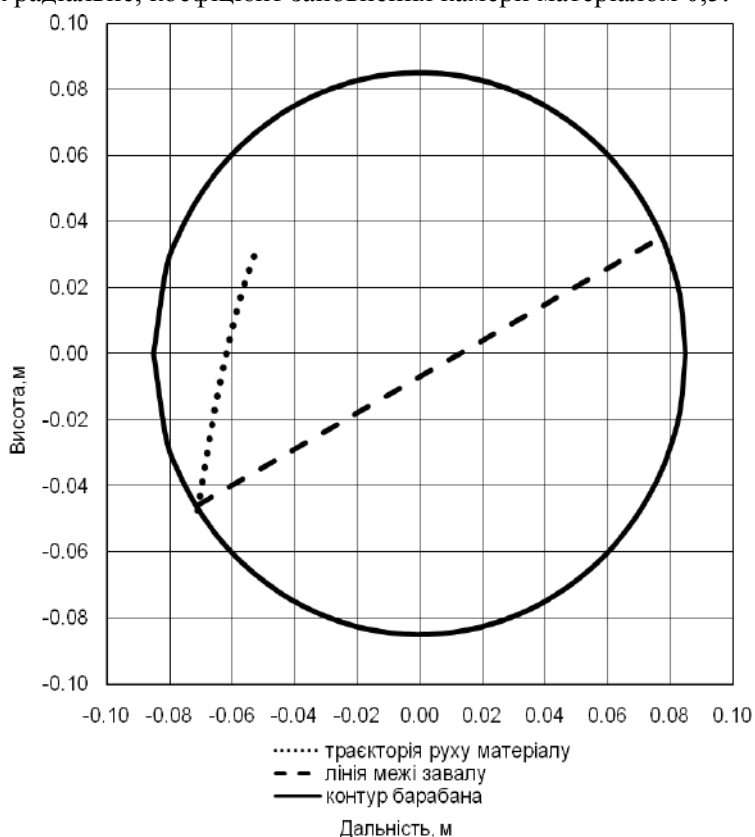


Рис. 3. Графічна інтерпретація сходження матеріалу з лопатки в крайню точку межі завалу

Висновки та перспективи подальших досліджень

При куті повороту лопатки від горизонтальної осі до виходу із суміші 30^0 та ширині лопатки 25 мм повне розсіювання компонентів матеріалу по вільній поверхні робочого сегменту відбуватиметься при кутовій швидкості барабану в межах від 9,68 до $9,7 \text{ с}^{-1}$.

Література

1. Конструирование и расчет машин химических производств / под ред. Э. Э. Кальман-Иванова/ – М. : Наука, 1985. – 408 с.
2. Макаров Ю. И. Отечественное и зарубежное оборудование для смешения сыпучих материалов / Ю. И. Макаров, Б. М. Ломакин, В. В. Харакос. – М. : ЦИНТИАМ, 1964. – 148 с.
3. Александровский А. А. Исследование процесса смешивания и разработка аппаратуры для приготовления композиций, содержащих твердую фазу : автореф. дис. на соискание науч. степени доктора техн. наук : спец. 05.04.09 «Химическое машиностроение» / А. А. Александровский. – Казань, 1976. – 48 с.
4. Першин В. Ф. Машины барабанного типа: основы теории, расчета и конструирования / В. Ф. Першин. – Воронеж : Изд-во ВГУ, 1990. – 168 с.
5. Макевнин М. П. Расчет времени падения частиц сыпучего материала в барабанных сушилках с лопастной насадкой / М. П. Макевнин, В. Ф. Першин, М. М. Свиридов // Химическое и нефтяное машиностроение. – 1984. – № 9. – С. 31–32.
6. Голуб Г. А. Агропромислове виробництво їстівних грибів. Механіко-технологічні основи / Г. А. Голуб. – К. : Аграр. наука, 2007. – 332 с.

УДК 624.138.2.678.06

М. Я. Довжик

к. т. н.

Б. Я. Татьянченко

к. т. н.

О. О. Соларьов

к. т. н.

Ю. В. Сіренко

аспірант*

Сумський національний аграрний університет

УНІВЕРСАЛЬНІ РІВНЯННЯ ТРАЕКТОРІЇ КРИВОЛІНІЙНОГО РУХУ ЧОТИРЬОХКОЛІСНОЇ МАШИНИ

Повна автоматизація керування роботою машин і машино-тракторних агрегатів без участі водія потребує забезпечити отримання точної інформації про положення

© М. Я. Довжик, Я. Татьянченко, О. О. Соларьов, Ю. В. Сіренко

*Науковий керівник – к. т. н., доцент М. Я. Довжик

Висновки та перспективи подальших досліджень

При куті повороту лопатки від горизонтальної осі до виходу із суміші 30^0 та ширині лопатки 25 мм повне розсіювання компонентів матеріалу по вільній поверхні робочого сегменту відбуватиметься при кутовій швидкості барабану в межах від 9,68 до $9,7 \text{ с}^{-1}$.

Література

1. Конструирование и расчет машин химических производств / под ред. Э. Э. Кальман-Иванова/ – М. : Наука, 1985. – 408 с.
2. Макаров Ю. И. Отечественное и зарубежное оборудование для смешения сыпучих материалов / Ю. И. Макаров, Б. М. Ломакин, В. В. Харакос. – М. : ЦИНТИАМ, 1964. – 148 с.
3. Александровский А. А. Исследование процесса смешивания и разработка аппаратуры для приготовления композиций, содержащих твердую фазу : автореф. дис. на соискание науч. степени доктора техн. наук : спец. 05.04.09 «Химическое машиностроение» / А. А. Александровский. – Казань, 1976. – 48 с.
4. Першин В. Ф. Машины барабанного типа: основы теории, расчета и конструирования / В. Ф. Першин. – Воронеж : Изд-во ВГУ, 1990. – 168 с.
5. Макевнин М. П. Расчет времени падения частиц сыпучего материала в барабанных сушилках с лопастной насадкой / М. П. Макевнин, В. Ф. Першин, М. М. Свиридов // Химическое и нефтяное машиностроение. – 1984. – № 9. – С. 31–32.
6. Голуб Г. А. Агропромислове виробництво їстівних грибів. Механіко-технологічні основи / Г. А. Голуб. – К. : Аграр. наука, 2007. – 332 с.

УДК 624.138.2.678.06

М. Я. Довжик

к. т. н.

Б. Я. Татьянченко

к. т. н.

О. О. Соларьов

к. т. н.

Ю. В. Сіренко

аспірант*

Сумський національний аграрний університет

УНІВЕРСАЛЬНІ РІВНЯННЯ ТРАЄКТОРІЇ КРИВОЛІНІЙНОГО РУХУ ЧОТИРЬОХКОЛІСНОЇ МАШИНИ

Повна автоматизація керування роботою машин і машино-тракторних агрегатів без участі водія потребує забезпечити отримання точної інформації про положення

© М. Я. Довжик, Я. Татьянченко, О. О. Соларьов, Ю. В. Сіренко

*Науковий керівник – к. т. н., доцент М. Я. Довжик

агрегата відносно заданої траєкторії протягом всього часу роботи. В статті наведені результати використання універсального рівняння у параметричній формі для побудови траєкторії руху чотириколісної машини з передніми керованими колесами для ділянок входу в поворот і виходу із повороту у функції кута повороту остова машини з урахуванням інтенсивності повороту передніх коліс або керма. Вони дозволяють побудувати траєкторії також із урахуванням явища відведення як задніх, так і передніх коліс, викликаного дією бічних сил. Ці рівняння можна використати для планування розворотів агрегату під час обробки поля або для автоматичного управління агрегатами і машинами.

Ключові слова: чотириколісна машина, вхід в лівий (правий) поворот, вихід з лівого (правого) повороту, лівий (правий) поворот, універсальні рівняння траєкторії.

Постановка проблеми

Теоретичні дослідження криволінійного руху колісних машин потребують, перш за все, отримання математичних рівнянь траєкторії руху. Для цього існують важливі причини. Одна з них пов'язана з тенденцією впровадження у практику виконання польових робіт автоматичного керування машино-тракторними агрегатами (МТА). Як відомо, такі спроби обмежуються поки що веденням агрегата по траєкторії, наближеній до прямолінійної, наприклад, еквідистантній одній із сторін оброблюваної ділянки поля. Друга причина, за якої існує необхідність у дослідженні криволінійного руху МТА, пов'язана з розворотами агрегатів на полі, які належить зробити найбільш раціональними і економічними, щоб обмежити непродуктивні витрати потужності і запобігти пошкодженню ділянок землі, на яких виконуються розвороти.

Швидкість руху і значення сил, які діють на агрегат, безпосередньо не впливають на траєкторію криволінійного руху. При ідеальних умовах, коли відсутні ковзання, юз і відведення коліс, траєкторія залежить тільки від закономірності руху керма. Швидкість руху впливає на траєкторію не безпосередньо, а саме через ковзання, юз і відведення коліс, які, у свою чергу, залежать від стану шин, тиску в шинах і властивостей ґрунту чи дороги, по якій рухається транспорт. У будь-якому випадку траєкторію руху колісної машини створює кермо, а всі інші фактори можуть лише деформувати її.

Траєкторія криволінійного руху колісного трактора залежить, в основному, від інтенсивності повороту керма і ще, в деякій мірі, від кутів відведення коліс, які у свою чергу залежать від швидкості руху та розподілення рушійної потужності між ведучими осями у разі повнопривідної машини. Це основні фактори, пов'язані безпосередньо з машиною, і які визначають кривизну траєкторії. Окрім цього, існує багато інших факторів, які залежать від властивостей ґрунту, рельєфу, характеру навантаження, виду причепних чи навісних знарядь. Поворотливість машини і, відповідно, крутизна траєкторії у значно залежать від кінематичної схеми ходової частини: з керованими колесами однієї осі чи обох осей, з усіма керованими колесами, або з шарнірною рамою,

яка має можливість складатися, зламуватися у площині руху. Кут повороту корпусу машини φ є метою дослідження, і саме цей кут необхідно забезпечити під час керування рухом машини чи агрегату.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Дослідженню криволінійного руху машин, і особливо МТА, присвячена велика кількість наукових робіт [1, 4, 5, 6]. У багатьох із них зроблені спроби отримати рівняння траєкторії аналітичними, графічними і графоаналітичними методами. При цьому, використовуються як наближені методи, так і точні математичні моделі, надто складні для використання їх на практиці.

Мета, завдання та методика досліджень

Теоретичні дослідження ставили за мету отримання універсальних рівнянь у параметричній формі для траєкторії криволінійного руху чотириколісної машини з передніми керованими колесами для ділянок входу в поворот і виходу із повороту у функції кута повороту остова машини з урахуванням інтенсивності повороту.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися наступні завдання:

- отримання аналітичних рівнянь траєкторій руху чотириколісної машини на ділянках входу в поворот, виходу з повороту, а також під час повороту з фіксованим положенням керма при довільних значеннях початкових параметрів руху;

- розробка способу спряження траєкторій входу в поворот, повороту з фіксованим положенням керма і виходу з повороту;

- розробка програми побудови складних траєкторій.

У роботі [3] отримані рівняння у параметричній формі для траєкторії руху чотириколісної машини з передніми керованими колесами для ділянок входу в поворот і виходу із повороту у функції кута повороту остова машини з урахуванням інтенсивності повороту передніх коліс або керма (рис. 1):

$$\begin{aligned}
 x &= \int v \cos(\alpha + \varphi) dt = \ell \int \frac{\cos[\alpha_o + (1 + k_\alpha)\varphi]}{\alpha_o + k_\alpha \varphi} d\varphi = \\
 &= \ell \left[-\frac{(1+k)^2}{4k} \varphi^2 + \frac{\alpha_o(1-k^2)}{2k^2} \varphi - \frac{\alpha_o^2 - 2k^2}{2k^3} \ln \left| \frac{\alpha_o + k\varphi}{\alpha_o} \right| \right]; \\
 y &= \int v \sin(\alpha + \varphi) dt = \ell \int \frac{\sin[\alpha_o + (1 + k_\alpha)\varphi]}{\alpha_o + k_\alpha \varphi} d\varphi =
 \end{aligned} \tag{1}$$

$$= \ell \left[\frac{(1+k)\varphi}{k} - \frac{\alpha_o}{k^2} \ln \left| \frac{\alpha_o + k\varphi}{\alpha_o} \right| \right], \quad (2)$$

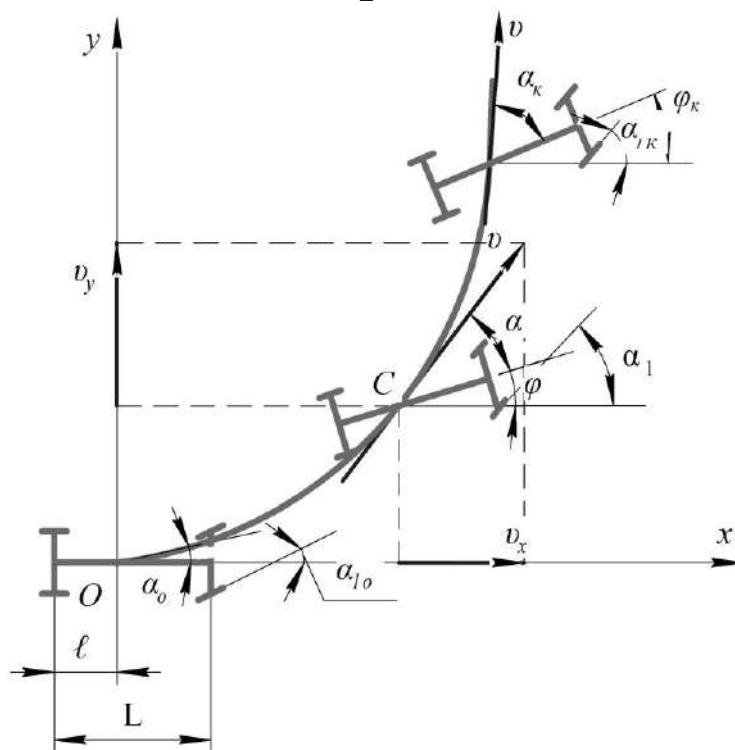


Рис. 1. Схема ділянки траєкторії входу в лівий поворот

де ℓ – відстань від центра мас машини до задньої осі; L – база машини; φ – кут повороту корпусу машини відносно осі Ox обраної інерційної системи координат; α_1 – кут повороту передніх керованих коліс; α_{1o} – початкове середнє значення кута повороту керованих коліс; α – кут відхилення вектора швидкості v від осі корпусу машини (курсний кут), який без урахування відведення коліс можна визначити за формулою $\operatorname{tg} \alpha = \ell \cdot \operatorname{tg} \alpha_1 / L$; $k_a = (\alpha_k - \alpha_o) / (\varphi_k - \varphi_o)$ – коефіцієнт інтенсивності зміни курсового кута α під час виконання повороту; φ_o і φ_k – значення кута φ на початку і в кінці ділянки повороту; α_o і α_k – значення кута α на початку і в кінці ділянки входу в поворот або виходу із повороту; v – абсолютна швидкість центра ваги C , дотична до траєкторії руху.

Тут прийняті наступні визначення ділянок траєкторії криволінійного руху машини:

- вхід у лівий (правий) поворот – обертання корпусу машини проти годинникової стрілки (за годинниковою стрілкою) при змінному положенні керма і зміні кута φ від 0 до φ_k ;

- вихід з лівого (правого) повороту – обертання корпусу машини за годинниковою стрілкою (проти годинникової стрілки) за рахунок вирівнювання керованих коліс до початкового положення;

- лівий (правий) поворот – рух машини проти годинникової стрілки (за годинниковою стрілкою) при фіксованому положенні керма, відповідно, після входу в лівий (правий) поворот.

У роботі [3] були отримані рівняння траєкторій окремо для ділянки входу машини в поворот і для ділянки виходу з повороту. Дослідження показали, що можна обмежитися рівняннями (1) і (2), використовуючи їх як для входу машини у поворот, так і для виходу її з повороту. В останньому випадку коефіцієнт інтенсивності зміни курсового кута k_α – від’ємний. Окрім того, ці рівняння дійсні як для лівого, так і для правого поворотів, якщо дотримуватися правила, що в правій системі координат для правого повороту кут φ теж від’ємний. У зв’язку з цим, рівняння (1) і (2) можна вважати універсальними рівняннями траєкторії криволінійного руху чотириколісної машини з передніми керованими колесами. Вони дозволяють побудувати траєкторії також із урахуванням явища відведення як задніх, так і передніх коліс, викликаного дією бічних сил. У цьому випадку коефіцієнт $k_\alpha = k_1 + k_2 + k_3$, де складові k_1 , k_2 , k_3 – коефіцієнти інтенсивності зміни кута α , які враховують, відповідно, кут повороту передніх коліс від обертання керма, кут відведення передніх коліс і кут відведення задніх коліс. Коефіцієнт k_1 на ділянці входу у поворот додатний, а на ділянці виходу з повороту від’ємний. Коефіцієнт k_2 завжди має знак, протилежний знаку коефіцієнта k_1 , оскільки відведення передніх коліс зменшує курсовий кут, обумовлений поворотом керма. Коефіцієнт k_3 завжди співпадає із знаком з коефіцієнтом k_1 .

Початкове значення курсового кута α_0 на ділянці входу в поворот введене штучно, щоб запобігти невизначеності натурального логарифму, що входить до рівняння траєкторії. Його можна приймати довільно, окрім нульового значення, що відповідає реальній ситуації, коли на початку входу в поворот водій здійснює миттєвий поворот керованих коліс і далі рівномірно збільшує кут α_1 протягом усього періоду входу в поворот. Значення курсового кута в кінці входу в поворот з урахуванням відведення коліс можна визначити за формулою [2]:

$$\operatorname{tg} \alpha_k = [\ell \cdot \operatorname{tg}(\alpha_{1k} - \alpha'_{1k}) + \ell_1 \operatorname{tg} \alpha'_{2k}] / L, \quad (3)$$

де ℓ_1 – відстань від центра ваги машини до передньої осі;

α'_{1k} і α'_{2k} – кути відведення в кінці ділянки входу в поворот, викликані відведенням, відповідно, передніх і задніх коліс:

$$\alpha'_{1k} = \alpha'_{10} + k_2 \varphi_k; \quad \alpha'_{2k} = \alpha'_{20} + k_3 \varphi_k.$$

Тут початкові значення кутів відведення передніх і задніх коліс α'_{10} і α'_{20} приймаються в залежності від кута α_o .

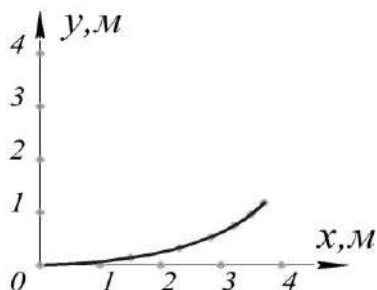
На ділянці виходу з повороту початкове значення курсового кута дорівнює його значенню в кінці ділянки входу в поворот.

Результати досліджень

На рис. 2 представлені траєкторії входу в поворот і виходу з повороту як для лівого, так і для правого поворотів, побудовані за допомогою рівнянь (1) і (2) без урахування відведення коліс для чотириколісного трактора МТЗ-82 з передніми керованими колесами ($\ell=0,93$ м; $L=2,45$ м).

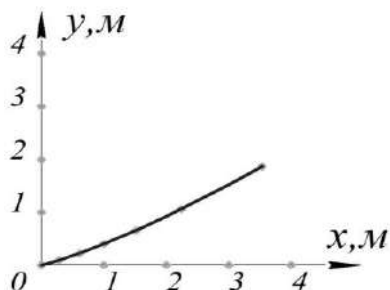
$$1) \alpha_o = 2^\circ; \alpha_k = 17^\circ;$$

$$\varphi_k = 30^\circ; k_\alpha = 0,5$$



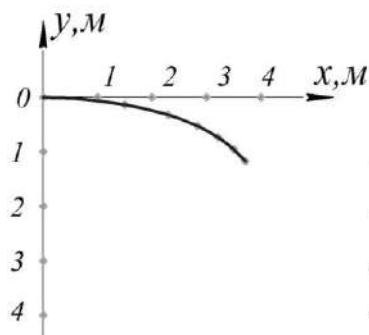
$$2) \alpha_o = 17^\circ; \alpha_k = 2^\circ,$$

$$\varphi_k = 30^\circ; k_\alpha = -0,5$$



$$3) \alpha_o = -2^\circ; \alpha_k = -17^\circ;$$

$$\varphi_k = -30^\circ; k_\alpha = 0,5$$



$$4) \alpha_o = -17^\circ; \alpha_k = -2^\circ;$$

$$\varphi_k = -30^\circ; k_\alpha = -0,5$$

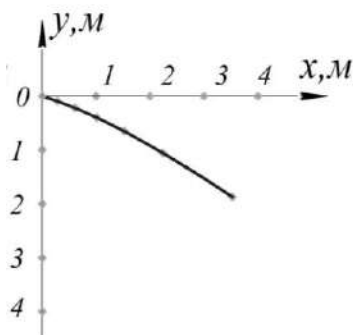


Рис. 2. Окремі ділянки траєкторії криволінійного руху машини:

1 - вхід в лівий поворот, 2 - вихід з лівого повороту,
3 - вхід в правий поворот, 4 - вихід з правого повороту.

Остаточні рівняння (1) і (2) неможливо використати для розрахунку траєкторії руху машини з фіксованим положенням керма, оскільки у цьому випадку треба прийняти $k_a = 0$. Тоді можна скористатися інтегральними формами цих рівнянь, які після визначення постійних інтегрування з умов ($x = y = 0$; $\varphi = 0$) дають:

$$x = \frac{\ell}{\alpha_o} [\sin(\alpha_o + \varphi) - \sin \alpha_o] \quad (4)$$

$$y = -\frac{\ell}{\alpha_o} [\cos(\alpha_o + \varphi) - \cos \alpha_o] \quad (5)$$

На рис. 3 представлена колова траєкторія правого повороту чотириколісного трактора МТЗ-82 на кут $\varphi = 240^\circ$, яка відповідає курсовому куту $\alpha = 17^\circ$.

Для побудови всіх ділянок траєкторії використана програма Microsoft Excel.

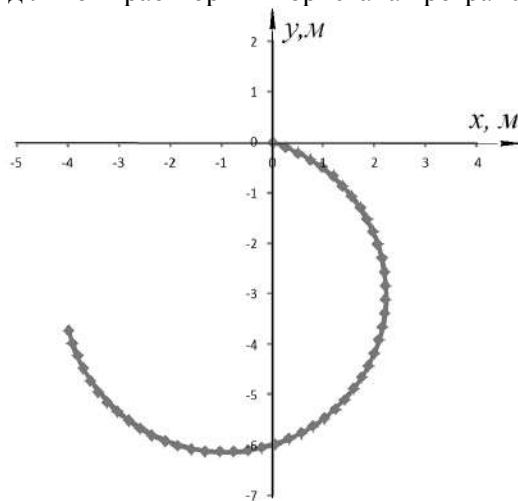


Рис. 3. Колова траєкторія правого повороту чотириколісного трактора

$$(\alpha_o = -17^\circ, \varphi_k = -240^\circ, \ell = 0,93 \text{ м})$$

Для побудови складної траєкторії руху машини необхідно спряження окремих її ділянок. Для цього у програмі Microsoft Excel використана єдина система координат $x_1 y_1$ для всіх ділянок. Формули для перерахування координат $(x_i; y_i)$ i -ої системи координат у систему координат $x_1 y_1$ (рис. 4) у даному випадку будуть такими:

$$x_{i1} = x_{(i-1)n} + x_i \cos \theta_{i1} - y_i \sin \theta_{i1}; \quad (6)$$

$$y_{i1} = y_{(i-1)n} + y_i \sin \theta_{i1} + x_i \cos \theta_{i1}; \quad (7)$$

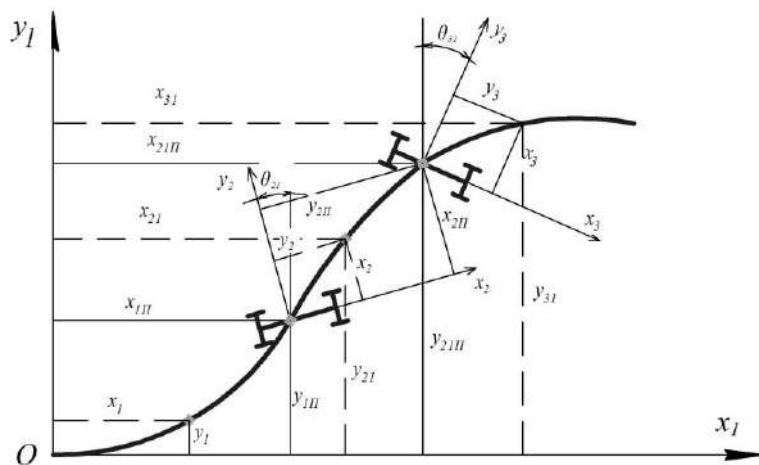


Рис. 4. До перерахування координат окремих ділянок траєкторії в єдину систему координат x_1y_1

де θ_{i1} – кут повороту i -ої системи координат відносно системи координат x_1y_1 ;

$x_{(i-1)n}$ і $y_{(i-1)n}$ – координати точки в кінці траєкторії попередньої ділянки.

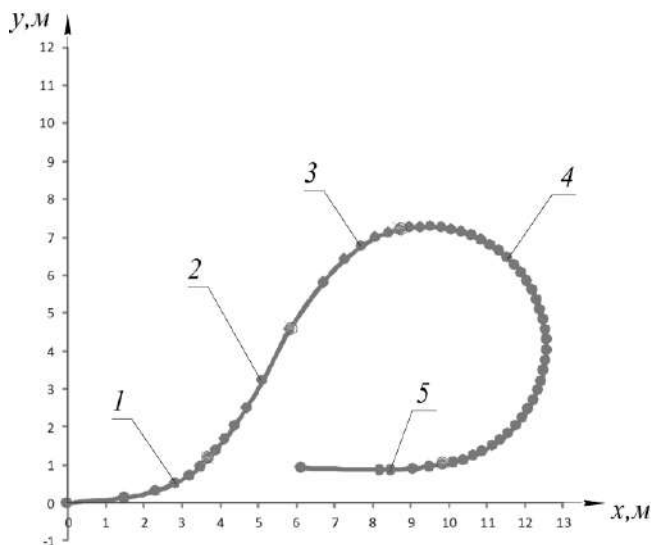


Рис. 5. Траєкторія повороту чотириколісної машини

1 – вхід в лівий поворот; 2 – вихід з лівого повороту; 3 – вхід у правий поворот; 4 – правий поворот; 5 – вихід з правого повороту.

На рис. 5 побудована траєкторія, яка складається із наведених на рисунках ділянок 2 і 3, спряжених за допомогою формул (6) і (7).

Висновки та перспективи подальших досліджень

Побудована траєкторія повороту чотириколісного трактора МТЗ-82 з передніми керованими колесами без урахування відведення коліс за допомогою універсальних рівнянь у функції кута повороту остова машини з урахуванням інтенсивності (швидкості) повороту передніх коліс.

Перспективи подальших досліджень полягають у можливості створювати відповідні програми повної автоматизації управління рухом машин і МТА за криволінійними траєкторіями без участі водія та оптимізації непродуктивних витрат потужності, додаткових витрат на приведення у належний стан ділянок землі, на яких виконуються розвороти, дотримання агротехнічних строків при виконанні операцій.

Література

1. Беляев А. Н. Исследование кинематики поворота колёсного трактора / А. Н. Беляев, Т. В. Тришина // Вестн. Воронежского гос. аграр. ун-та. – 2016. – № 1 (48). – С. 115–120.
2. Тракторы. Теория : учебник для студ. вузов по спец. “Автомобили и тракторы” / В. В. Гуськов, Н. Н. Велев, Ю. Е. Атаманов [и др.]. – М. : Машиностроение, 1988. – 376 с.
3. Аналітичний спосіб визначення траєкторії криволінійного руху чотирьохколісної машини з передніми керованими колесами / М. Я. Довжик, Б. Я. Татьянченко, О. О. Соларьов, Ю. В. Сіренко // Інженерія природокористування / ХНТУСГ. – 2017. – № 1 (8). – С. 64–73.
4. Емельянов А. М. Математическое моделирование исследования криволинейного движения трактора МТЗ-82 со сдвоенными колёсами [Электронный ресурс] / А. М. Емельянов, С. В. Щитов, Г. Н. Фролова. – Режим доступа: http://www.vestnik.dalgau.ru/images/gurnal/vipusk_2007/nomer_1/emelyanov.pdf.
5. Калинин Е. И. Уравнение движения навесного пахотного агрегата [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.rusnauka.com/16_NPRT_2009/Agricole/47638.doc.htm
6. Шипилявский Г. Б. Тракторная автоматика : конспект лекций по дисциплине «Автоматические системы колёсных и гусеничных транспортно-тяговых машин» / Г. Б. Шипилявский. – М. : МГТУ «МАМИ», 2005. – 66 с.

УДК 664.644

Я. В. Євчук

К. Т. Н.

Уманський національний університет садівництва

ЗАСТОСУВАННЯ НЕТРАДИЦІЙНОЇ СИРОВИНИ В ТЕХНОЛОГІЇ ХЛІБА

Запропоновані ефективні технологічні режими сушіння плодів глоду з використанням конвективного способу зневоднення, що забезпечує максимальне збереження поживних нутрієнтів у плодах. У результаті проведених досліджень встановлено, що найвищою вологістю вирізнявся хліб із додаванням 12 % порошку із плодів глоду, тоді як у варіантах із додаванням порошку у кількості 3, 6, та 9 % вологість була майже однаковою і становила 43,5–43,8 %. Найвища кислотність хліба (2,9–3,0 град) була відмічена у варіантах із додаванням 9 і 12 % порошку, а найменша (2,8 град) у варіантах 3 і 6 %. Найвищою пористістю хліба вирізнявся хліб із додаванням порошку у кількості 3 % – 65,8 %, що на 6,8 % вище від контролю. Питомий вихід хліба коливався в межах 387–345 см³/100 г залежно від кількості внесеної добавки. Вихід хліба у всіх варіантах дослідних зразків майже не змінився. Найбільшим (128,0 %) він був у варіанті хліба із добавкою порошку у кількості 3 %, а найменшим – у варіанті із добавкою 12 % порошку – 127,1 %.

Ключові слова: використання нетрадиційної лікарської сировини, плоди глоду сорту Шаміль, удосконалення технології, органолептичні та фізико-хімічні показники якості хліба.

Постановка проблеми

Жорсткі реалії конкуренції на ринку змушують виробників розширювати асортимент нової продукції, яка відрізняється від продукції конкурентів. Нині більшість хлібобулочних підприємств в Україні займаються оновленням виробництва та створенням нових продуктів, в тому числі лікувально-профілактичної дії [2].

Підвищення обсягу виробництва й споживання хліба та хлібобулочних виробів за останні роки свідчить про те, що ця група виробів набуває популярності і займає важливе місце в структурі харчування населення країни. Така тенденція дає можливість розглядати їх в якості перспективного носія для збагачення раціону харчування людини такими харчовими речовинами, дефіцит яких найпоширеніший, створювати на їх основі вироби, що відповідають традиційним вимогам до споживчих властивостей і сучасних положень науки про харчування. Одним із способів підвищення харчової цінності хліба є удосконалення технології його виробництва з використанням нетрадиційної рослинної сировини, яка є не лише джерелом енергії, але і біологічно активних речовин (вітамінів, лімітуючих амінокислот, харчових волокон і мінеральних речовин), [18].

Зерно пшениці є основною сировиною для виробництва хліба, споживання якого людина майже наполовину задовольняє потреби у вуглеводах, на третину – у білках, більше ніж наполовину – у вітамінах групи В, солях фосфору, заліза. Українці споживають хліб традиційно багато, в середньому 330 г на добу [15, 16]. Нині, в умовах економічної нестабільності, хліб є одним із найдешевших продуктів харчування і попит його неминуче зростає. Водночас, проводяться удосконалення рецептури виготовлення хліба з додаванням різноманітних добавок, зокрема рослинного походження, з метою покращення його харчової цінності та розширення асортименту [2, 19].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

За статистичними даними на ринку України частка зерна та борошна з невисокими хлібопекарськими властивостями постійно зростає. За таких умов основною проблемою виробників хлібобулочних виробів є забезпечення виробництва високоякісної продукції, що зменшує увагу до випуску виробів оздоровчого призначення. Питаннями застосування цілеспрямованого впливу різних видів добавок, в тому числі рослинного походження на хлібопекарські властивості борошна та хлібобулочних виробів, займалися Р.Д. Поландова, Л.І. Карнаушенко, Л.І. Пучкова, В.І. Дробот, Л.Ю. Арсенєва, Г.М. Лисюк, О.М. Сафонова, Н. Wieland та інші дослідники. Подальший розвиток досліджень технологічних властивостей харчових добавок, зокрема із нетрадиційної лікарської сировини, удосконалення технології застосування їх у хлібопеченні сприятиме покращенню якості виробів оздоровчого і функціонального призначення.

Мета, завдання та методика дослідження

Мета досліджень полягала у визначеності доцільності використання борошна пшеничного вищого сорту із зерна пшениці сорту Подолянка, а також порошку із плодів глоду сорту Шаміль із високим вмістом біологічно цінних речовин на показники якості хліба.

Експериментальну частину роботи проводили в лабораторії кафедри технології зберігання і переробки зерна Уманського національного університету садівництва впродовж 2015–2016 рр. Для проведення досліджень використовували борошно пшеничне вищого сорту із зерна пшениці сорту Подолянка з наступними показниками якості: вологість 15 %, кислотність – 2,4 град., зольність – 0,55 %. Для збагачення тіста поживними речовинами, використовували порошок із плодів глоду сорту Шаміль.

Технологія виробництва порошку із м'якоті плодів глоду включає додаткові операції перед сушінням: бланшування плодів та їх протирання. Бланшування сприяє розм'якшенню і збільшенню проникненості тканин, при цьому інтенсифікується процес сушіння і знижуються втрати термолабільних сполук [13].

Порошок із плодів глоду, висушених конвективним способом за температури сушильного агента 90 °С, мав однорідну сипку масу, світло-коричневий колір, чітко виражений солодкий смак, запах – властивий глоду.

На основі мікробіологічних, фізико-хімічних та органолептичних показників визначені строки зберігання порошків – 10 місяців в умовах складських приміщень за температури 18–20 °С і відносній вологості повітря 65–70 %.

Для розроблення рецептури та визначення оптимальної кількості добавки із глоду у хлібобулочних виробах проводили лабораторні пробні випічки, в рецептурі яких послідовно замінювали пшеничне борошно порошком із глоду в кількості 3; 6; 9 та 12 % від маси борошна. Тісто замішували вологістю 44,5 % і створювали умови для бродіння до кінцевої кислотності 3,0 град. Тістові заготовки вкладали у змащені рослинною олією форми, піддавали вистоюванню і випікали за температури 220°С упродовж 25 хв. Контроль – хліб без добавки порошку із глоду.

Оптимальну кількість порошку в рецептурі хлібобулочних виробів було встановлено в результаті органолептичних і фізико-хімічних показників дослідних виробів. Аналіз якості хліба проводили через 14–16 год. після випікання [14].

У плодах глоду для виготовлення порошків визначали: сухі речовини за ГОСТ 28561–90 [4], масову частку клітковини за методикою Н. Н. Трегубова та В. Г. Костенка [20], масову частку пектинових речовин – за ГОСТ 29059–91 [6], масову частку аскорбінової кислоти – ГОСТ 24556–89 [5], масову частку поліфенольних сполук та β- каротину – фотометричним методом [10, 11].

У борошні пшеничному визначали вміст сирої клейковини – за ГОСТ 28796–90 [7]; якість клейковини – за допомогою приладу ВДК, число падання – за ГОСТ 30483–97 [8], кислотність – за ГОСТ 27493 [9].

Оцінку якості хліба проводили за методикою, описаною В. І. Дробот [14].

Опрацювання та узагальнення результатів проводили, використовуючи методи математичної статистики.

Результати досліджень

Якість борошна визначається показниками, за якими борошно пшеничне поділяють на сорти: вищий, перший, другий і оббивне. Борошно зразка, що досліджували, мав запах та смак, властивий борошну із пшениці, без стороннього запаху і присмаку. При розжовуванні борошна не відчувалося хрусту [16].

Із табл. 1 видно, що зерно пшениці сорту Подолянка має високі хлібопекарські властивості.

Таблиця 1. Хлібопекарські показники якості борошна, 2015–2016 рр.

Показник	Борошно із зерна пшениці сорту Подолянка				НІР ⁰⁵
	допустимі норми якості за сортами			Фактична якість	
	вищий	I	II		
Вміст сирої клейковини, %, не менше	24	25	21	30,2	1,6
Якість сирої клейковини, од. приладу ВДК	80–100 не нижче II–її групи якості			85	4
Число падання, с	Не менше 160			280	13
Кислотність, град.	3.0	3.5	2.4	2.4	0.1

Так, вміст сирої клейковини відповідає її вмісту для борошна вищого гатунку і становить 30,2 %, що на 25,5 % менше від допустимої норми якості для вищого сорту борошна I, відповідно, на 17,2 і 30,5 % менше від допустимих норм якості борошна I і II сортів.

Показники приладу ВДК за якістю клейковини борошна із зерна пшениці сорту Подолянка становили 85 од., що відповідає II-й групі і характеризується як задовільно слабка. Якість сирої клейковини входить в допустимі норми якості пшеничного борошна за сортами і позитивно впливає на задовільні показники якості хліба. Дослідженнями встановлено, що число падання для борошна пшениці сорту Подолянка становило 280 с, що входить у допустимі норми якості незалежно від сорту і відповідає оптимальному рівню для одержання хліба високої якості. Результати досліджень показали, що кислотність борошна була меншою в 1,3 раза порівняно з допустимими нормами якості для вищого сорту та відповідно, в 1,5 раза менше для першого сорту.

Отримані дані хімічного складу плодів глоду (табл. 2) знаходяться в межах, що наведено у джерелах літератури. Так, плоди глоду сорту Шаміль мають досить високий вміст сухих речовин (32,9 %), більшу частину яких складають вуглеводи (моно- та дисахариди), які є основним джерелом енергії, необхідної для життєдіяльності [17].

Таблиця 2. Біологічна цінність плодів глоду, 2015–2016 рр.

Сорт глоду	Сухі речовини, %	Клітко- вина, %	Пектинові речовини, %	Аскорбіно- ва кислота, мг/100 г	Поліфеноль- ні сполуки, мг/100 г	β- каротин, мг/100 г
Шаміль	32,9	1,6	3,8	26,1	702	3,3
НІР ₀₅	1,5	0,08	0,2	1,1	33	0,2
За даними джерел літератури	29,6–47,1	1,4–3,1	0,9–4,8	10–147	230–1980	1,8–5,0

Встановлено, що плоди глоду містять у своєму складі клітковину (1,6 %), що сприяє видаленню холестерину із організму і попереджує захворювання на атеросклероз. Серед вуглеводів особливе місце займають пектинові речовини. Вони відіграють надзвичайно велику роль в житті людини, їх широко використовують в харчовій промисловості. З кислотами та цукром, які містяться в плодах, вони здатні утворювати драглі (желе). Дослідження вчених у галузі медицини показали, що пектинові речовини володіють властивістю зв'язувати і знешкоджувати сполуки деяких радіоактивних і важких металів, таких як свинець, стронцій, кобальт та інших, які потрапляють в організм людини, спричиняючи різні захворювання [3, 13]. Масова частка пектинових речовин знаходиться в межах норми і становить 3,8 %.

Важливе місце в біологічній цінності плодів займає аскорбінова кислота. Як проміжний каталізатор окисно-відновлюваних процесів, вона міститься, переважно, в шкірочці плоду. Кількість її у плодах глоду виду алма-атинський 26,1 мг/100 г.

Малопоширена лікарська сировина, зокрема глід, є перспективною для виробництва продуктів спеціального призначення з підвищеним вмістом біологічно активних речовин, що мають антиоксидантні властивості. Фенольні сполуки формують смак плодів. Якщо носіями солодкого смаку є вуглеводи, а кислого – органічні кислоти, то терпкість зумовлюється фенольними речовинами, в основному флавонами та їх похідними, а гіркий смак визначається наявністю флаванонів [12].

Результати досліджень показали, що плоди глоду містять у своєму складі досить високу кількість поліфенольних сполук (702 мг/100 г), та β -каротину (3,3 мг/100 г), що в поєднанні з аскорбіновою кислотою володіють потужними антиоксидантними властивостями.

При створенні технології виробництва сушеної плодово-ягідної сировини, зокрема для виготовлення порошків із застосуванням різних способів сушіння вчені [1] ставили першочергову мету, суть якої полягала у видаленні із плодів якомога більшої кількості вологи з мінімальним пошкодженням структури тканин плодів та забезпеченням максимальної відновлюваності продуктів. Ця особливість є однією із показників якості готового продукту в сушильному виробництві.

Нині у промисловості для сушіння плодів найпоширенішого застосування знайшов конвективний спосіб, який ґрунтується на безпосередньому контакті сировини з нагрітим повітрям. Проведені вченими дослідження показали, що застосування різних температур сушильного агенту дає можливість вибирати оптимальну температуру сушіння для того чи іншого виду сировини [1].

На рис. наведено криві швидкості конвективного сушіння плодів сорту Шаміль при різних температурах сушильного агенту.

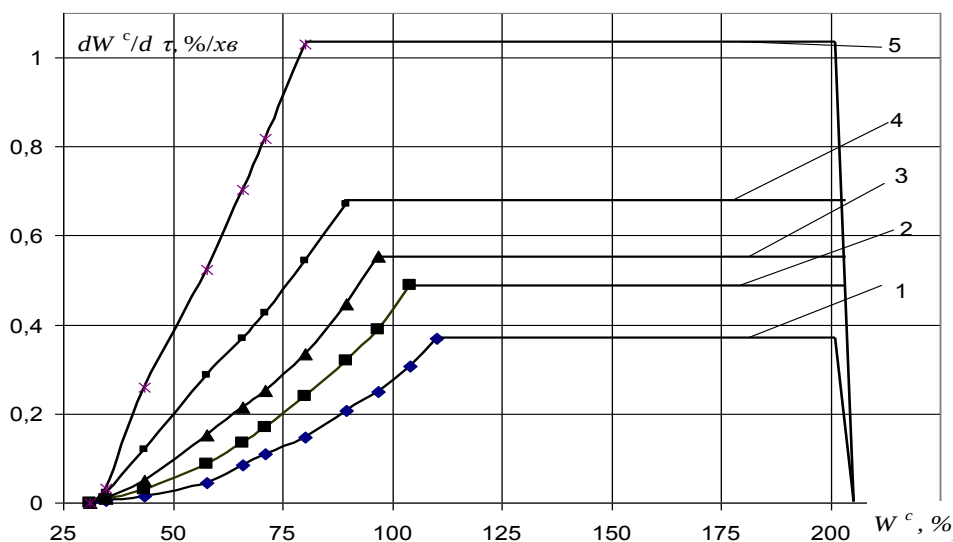


Рис. Криві швидкості конвективного сушіння глodu сорту Шаміль при температурах, °C: 1 – 60, 2 – 70, 3 – 80, 4 – 90, 5 – 100.

У результаті обробки кривих сушіння отримані залежності швидкості сушіння глodu Шаміль від вологовмісту, що дають змогу проаналізувати характерні особливості глodu. При виведенні рівняння кінетики сушіння з експериментальних залежностей $dW^c/d\tau$ встановили, що на першій стадії швидкість сушіння можна приблизно вважати постійною. З підвищенням температури теплоносія вона зростає від 0,37 %/хв. (для 60°C) до 1,03 %/хв. (для 100°C).

Проаналізувавши другий період конвективного сушіння, вивели апроксимаційні рівняння при температурах:

$$60^\circ\text{C} - dW^c/d\tau = 0,00005W^2 - 0,0028W + 0,038 \text{ при } R^2 = 0,98;$$

$$70^\circ\text{C} - dW^c/d\tau = 0,00007W^2 - 0,0033W + 0,034 \text{ при } R^2 = 0,95;$$

$$80^\circ\text{C} - dW^c/d\tau = 0,00007W^2 - 0,0012W - 0,0345 \text{ при } R^2 = 0,95;$$

$$90^\circ\text{C} - dW^c/d\tau = 0,00003W^2 + 0,008W - 0,28 \text{ при } R^2 = 0,92;$$

$$100^\circ\text{C} - dW^c/d\tau = 0,0004W^2 + 0,017W - 0,57 \text{ при } R^2 = 0,92.$$

З рисунку відсутній період прогріву глodu, а спостерігається період сталої (перший період) і спадаючої (другий період) швидкості сушіння.

З погляду економічності, процес сушіння доцільно вести при можливо більш високих температурах теплоносія. Оскільки глід слід віднести до термічно чутливих продуктів, то з метою збереження нутрієнтів, у першу чергу вітамінів, сушіння можна вести при максимальній температурі теплоносія (повітря) 90°C.

Способи внесення кількості порошків обумовлене особливостями їх хімічного складу. При додаванні добавок із плодів глоду частину порошку вносили на стадії активації дріжджів, іншу частину – у вигляді суспензії, отриманої при змішуванні добавки з водою і витриманою в термостаті за температури 30–35 °С упродовж 50–55 хв. Запропонований спосіб приготування тіста забезпечив найвищу якість виробів, оскільки внесення порошку на стадії активації дріжджів прискорює розмноження дріжджових клітин за рахунок збагачення поживного середовища вітамінами, біофлавоноїдами, органічними кислотами, амінокислотами, мінеральними речовинами, які беруть участь у біосинтезі складових компонентів дріжджів [13, 19, 21]. Результати аналізу хліба за фізико-хімічними показниками наведені у таблиці 3.

За результатами досліджень встановлено, що хліб із борошна без добавок, так як і хліб із добавками, відповідає встановленим органолептичним вимогам. Поверхня – гладка, без забруднення та великих тріщин і підривів; м'якушка – пропечена, еластична, не липка, не волога на дотик, з розвинутою пористістю, без слідів непромісу. Смак і запах – властивий даному найменуванню хліба і добавки, без стороннього присмаку і запаху.

Результати досліджень показали, що найвищою вологістю вирізнявся хліб із додаванням 12 % порошку із плодів глоду (44 %), найменшою – хліб із борошна пшеничного без добавок (контроль) – 41,2 %. Вологість хліба у варіантах із додаванням порошку у кількості 3;6; та 9 % була майже однаковою і становила від 43,5 до 43,8 %.

Таблиця 3. Фізико-хімічні показники якості хліба, 2015–2016 рр.

Показник	Хліб пшеничний із борошна вищого сорту					НІР ⁰⁵
	контроль	із додаванням порошку із плодів глоду, % від маси борошна				
		3	6	9	12	
Вологість м'якушки, %	41,2	43,5	43,7	43,8	44,0	2,1
Кислотність м'якушки, град	2,7	2,8	2,8	2,9	3,0	0,1
Пористість, %	61,6	65,8	65,2	64,2	64,0	3,2
Об'єм хліба	470	490	460	450	440	22
Питомий вихід хліба, см ³ /100 г	385	387	363	355	345	16
Вихід хліба, %	122,3	128,0	127,5	127,2	127,1	6,3
Формостійкість	0,52	0,56	0,47	0,45	0,43	0,03

Показник кислотності хліба характеризує його смакові якості. Цей показник є досить вагомим при визначенні якості хлібобулочних виробів, оскільки він характеризує технологічний процес приготування виробів. Кислотність хліба зумовлена кислотністю сировини і продуктами, що утворюються під час дозрівання тіста [14]. За даними наших досліджень, найвища кислотність хліба

(2,9–3,0 град) була відмічена у варіантах із додаванням 9 і 12 % порошку, а найменша – у варіантах із додаванням 3 і 6 % порошку, відповідно 2,8 град., що дещо вище від контролю, але відповідає нормам стандарту.

Пористість характеризує важливу властивість хліба – його засвоюваність організмом людини. Як видно з даних табл. 3, найвища пористість хліба була у варіанті з додаванням порошку у кількості 3 % і становила 65,8 %, що на 6,8 % вище від контролю. У інших варіантах хліба із добавками пористість була у межах 64,0–65,2 %. Стандартами вказано мінімальне значення пористості. Збільшення цього показника свідчить про більший об'єм, кращий товарний вигляд і більшу розпушеність м'якушки [14].

Результати досліджень показали, що питомих вихід хліба із додаванням порошку із плодів глоду був досить високим і становив у середньому 363 см³/100 г. Так, найвищим він був у варіантах із внесенням добавки у кількості 3 і 6 % (387 і 363 см³/100 г), а найменший – у варіантах із внесенням добавки у кількості 9 і 12 % (355 і 345 см³/100 г).

На значення виходу хліба впливають вологість тіста, а також розміри технологічних втрат і витрат сировини, напівфабрикатів і процесі виробництва [14]. За результатами досліджень встановлено, що вихід хліба в усіх варіантах дослідних зразків майже не змінився. Найбільшим (128,0 %) він був у варіанті хліба із добавкою порошку із плодів глоду у кількості 3 %, а найменшим у варіанті із добавкою порошку у кількості 12 % – 127,1 %, тоді як у інших варіантах хліба із добавками цей показник майже не змінився і становив, відповідно 127,5 і 127,2 %, проте був вищим, ніж у контролі.

Формостійкість подового хліба була найвищою у варіанті з додаванням 3 % порошку (0,56), тоді як у варіанті із додаванням 12 % порошку – цей показник був найнижчим і становив, відповідно 0,43.

Висновки та перспективи подальших досліджень

У результаті проведених досліджень встановлено:

1. Пшениця сорту Подолянка має добрі борошномельні властивості: вологість 15 %, кислотність – 2,4 град., зольність – 0,55 %. Вміст сирої клейковини відповідає її вмісту для борошна вищого ґатунку і становить 30,2 %, що на 25,5 % менше від допустимої норми якості для вищого сорту борошна I, відповідно на 17,2 і 30,5 % менше від допустимих норм якості борошна I і II сортів. Якість сирої клейковини становить 85 од. приладу ВДК, що відповідає II групі і позитивно впливає на задовільні показники якості хліба. Число падання становило 280 с, що входить у допустимі норми якості і відповідає оптимальному рівню для одержання хліба високої якості. Кислотність борошна була меншою в 1,3 раза порівняно з допустимими нормами якості для вищого сорту та відповідно, в 1,5 раза менше для першого сорту.

2. Визначено, що плоди глоду сорту Шаміль мають високий вміст поживних нутрієнтів: сухих речовин – 32,9 %, клітковини – 1,6 %, пектинових речовин – 3,8 %, аскорбінової кислоти – 26,1 мг/100 г, поліфенольних сполук 702 мг/100 г, β -каротину – 3,3 мг/100 г.

3. З метою збереження нутрієнтів, у першу чергу вітамінів, сушіння плодів глоду доцільно вести при максимальній температурі теплоносія (повітря) 90°C.

4. Найвищою вологістю вирізнявся хліб із додаванням 12 % порошку із плодів глоду (44 %), найменшою – хліб із борошна пшеничного без добавок (контроль). Найвища кислотність хліба (2,9–3,0 град.) була у варіантах із внесенням добавки у кількості 9 і 12 %, найменша – у варіантах 3 і 6 % – 2,8 град. Найвища пористість хліба була відмічена у варіанті із додаванням порошку у кількості 3 % (65,8 %), тоді як у інших варіантах цей показник був на рівні 64,0–65,2 %. Питомий вихід хліба був найвищим у варіантах із внесенням добавки у кількості 3 і 6 % і становив, відповідно 387 і 363 см³/100 г, а найнижчий – 355 і 345 см³/100 г у варіантах із внесенням добавки 9 і 12 %. Вихід хліба був найвищим у варіантах дослідних зразків із додаванням порошку із плодів глоду у кількості 3 % (128,0 %), а найменший – у варіанті 12 % порошку – 127,1 %. Формостійкість подового хліба була найвищою у варіанті з додаванням 3 % порошку (0,56), тоді як у варіанті із додаванням 12 % порошку – цей показник був найнижчим – 0,43.

5. Доведено позитивний вплив порошку із плодів глоду сорту Шаміль у кількості 3 % від маси борошна, що мало позитивний вплив на фізико-хімічні показники якості хліба, забарвлення його поверхні, еластичність м'якша, смак і аромат.

Отже, порошки із плодів глоду перспективні з позиції вирішення низки проблем галузі. Їх використання дає можливість інтенсифікувати процес дозрівання хліба, створити більш повноцінне поживне середовище для активації дріжджів та отримати хлібобулочні вироби високої якості, більш стійкі до мікробіологічного псування та подовжити термін їх зберігання. Застосування натуральної добавки є досить перспективним у технології отримання лікувально-профілактичних продуктів, збагачених природними нутрієнтами і дозволить розширити асортимент функціональних продуктів харчування, що нині є вкрай актуальним.

Література

1. Алханашвили Н. Г. К вопросу производства сушеных плодов шиповника / Н. Г. Алханашвили, Д. И. Зауташвили // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2004. – № 10. – С. 32.

2. Вершинина О. Л. Применение пищевых добавок в технологии хлебопечения / О. Л. Вершинина, Н. Н. Корнен, С. А. Ильинова // Известия Вузов. Пищевая технология. – 2000. – № 5/6. – С. 27–30.

3. Використання борошняних композитних сумішей в технології бісквітних напівфабрикатів / Н. М. Кожокар, С. М. Капетула, К. Г. Іоргачова, О. Г. Макарова // Новітні тенденції у харчових технологіях та якість і безпека продуктів : матеріали всеукр. студ. наук.-практ. конф. – Львів, 2009. – С. 105–107.

4. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сухих веществ и влаги: ГОСТ 28561–90. – [Введ. с 01.07.91 – 01.07.96]. – М. : Изд-во стандартов, 1990. – 14 с.

5. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С: ГОСТ 24556–89. – [Введ. с 01.01.1990–18.10.2016]. – М. : ИПК, изд-во стандартов, 1989. – 10 с.

6. Продукты переработки плодов и овощей. Титриметрический метод определения пектиновых веществ : ГОСТ 29059–91. – [Введ. с 01.07.92]. – М. : Изд-во стандартов, 1992. – 8 с.

7. Мука пшеничная. Определение содержания сырой клейковины: ГОСТ 28796–90. – [Введ. 30.06.91–18.07.16]. – М. : Стандартиформ, 2007. – 3 с.

8. Зерновые культуры. Определение числа падения: ГОСТ 30498–97. – [Введ. с 30.06.98–21.11.16]. – М. : Стандартиформ, 2010. – 10 с.

9. Мука и отруби. Метод определения кислотности по болтушке: ГОСТ 27493–87. – [Введ. с 01.01.89–18.07.16]. – М. : Стандартиформ, 2007. – 4 с.

10. Фрукти, овочі та продукти їх перероблення. Методи визначення вмісту поліфенолів : ДСТУ 4373:2005. – [Чинний від 2006-01-04]. – К. : Держспоживстандарт України, 2006. – 6 с.

11. ДСТУ 4373:2005. Фрукти, овочі та продукти їх перероблення. Методи визначення вмісту поліфенолів. [Чинний від 01.04.2006]. – К. : Держспоживстандарт України, 2006. – 6 с.

12. Джабоева А. С. Использование продуктов переработки дикорастущего сырья в производстве хлебобулочных изделий : монография / А. С. Джабоева. – Нальчик : Политграфсервис, 2008. – 130 с.

13. Джабоева А. С. Создание хлебобулочных, мучных кондитерских и кулинарных изделий повышенной пищевой ценности с использованием нетрадиционного растительного сырья : автореф. дис. на соискание науч. степени д-ра техн. наук : спец. 05.18.01 ; 05.18.15 / Джабоева Амина Сергеевна ; ГОУ ВПО «Московский государственный университет пищевых производств». – М., 2009. – 49 с.

14. Лабораторний практикум з технології хлібопекарського та макаронного виробництва : навч. посібник / В. І. Дробот [та ін.]. – К. : Центр навчальної літератури, 2006. – 341 с.

15. Неттевич Э. Д. Селекция яровой пшеницы, ячменя, овса / Э. Д. Неттевич. – М. : Россельхозиздат, 1970. – 172 с.

16. Осокіна Н. М. Порівняльна оцінка технологічних властивостей зерна озимої пшениці та тритикале ярого / Н. М. Осокіна, К. В. Костецька // Вісн. Уманського нац. ун-ту садівництва. – 2012. – № 1/2. – С. 106–111.

17. Письмений В. П. Глід: добавка корисна, поживна / В. П. Письмений // Харчова промисловість. – 2007. – № 2. – С. 29.

18. Применение нетрадиционного сырья в технологи хлеба / Е. В. Жиркова [и др.] // Известия Вузов. Пищевая технология. – 2008. – № 2/3. – С. 38–40.

19. Ружицька Н. В. Використання сировини рослинного походження в хлібопекарському виробництві / Н. В. Ружицька, Т. Є. Лебеденко // Новітні тенденції у харчових технологіях та якість і безпека продуктів : матеріали всеукр. студ. наук.-практ. конф. – Львів, 2009. – С. 29–30.

20. Трегубов Н. Н. Технохимический контроль крохмало-паточного производства / Н. Н. Трегубов, В. Г. Костенко. – М. : Агропромиздат, 1991. – С. 134–136.

21. Туртурико В. Н. Технология полуфабрикатов из заварного теста с использованием сыроватки, тыквенного пюре / В. Н. Туртурико, Л. И. Хирная, Т. В. Афанасьева // Развитие научных исследований : материалы 4-ой Міжнар. наук.-практ. конф. – Полтава, 2008. – С. 80–81.

УДК 629.113

Б. В. Ємець

к. т. н.

Житомирський національний агроекологічний університет

ВИЗНАЧЕННЯ МАКСИМАЛЬНОЇ ШВИДКОСТІ РУХУ АВТОМОБІЛІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ НА ГЕНЕРАТОРНОМУ ГАЗУ

Максимальну швидкість руху автомобілів сільськогосподарського призначення на генераторному газу можна визначати шляхом розв'язку рівняння потужнісного балансу автомобіля. Похибка у визначенні цього показника тягово-швидкісних властивостей автомобіля не перевищує 8%. Зменшити цю похибку можна за рахунок більш точного визначення коефіцієнтів обтічності та опору коченню коліс автомобіля при розрахункових дослідженнях.

Використання газотурбінного наддуву для подачі газоповітряної суміші в циліндри двигунів газогенераторних автомобілів підвищує їх максимальну швидкість до рівня бензинових автомобілів. Але ускладнення конструкції та роботи газогенераторної установки з газотурбінним наддувом призводить до зниження надійності та ресурсу роботи двигунів таких автомобілів.

Ключові слова: автомобіль, сільськогосподарське призначення, максимальна швидкість руху, газ генераторний.

Постановка проблеми

Проблема забруднення навколишнього середовища притаманна багатьом країнам і наразі набула глобального характеру. Найбільшими забруднювачами повітря в Україні і Житомирській області, зокрема, є автомобільні транспортні засоби. Бензиновий двигун внутрішнього згорання на 1 км шляху викидає в

17. Письмений В. П. Глід: добавка корисна, поживна / В. П. Письмений // Харчова промисловість. – 2007. – № 2. – С. 29.

18. Применение нетрадиционного сырья в технологи хлеба / Е. В. Жиркова [и др.] // Известия Вузов. Пищевая технология. – 2008. – № 2/3. – С. 38–40.

19. Ружицька Н. В. Використання сировини рослинного походження в хлібопекарському виробництві / Н. В. Ружицька, Т. Є. Лебеденко // Новітні тенденції у харчових технологіях та якість і безпека продуктів : матеріали всеукр. студ. наук.-практ. конф. – Львів, 2009. – С. 29–30.

20. Трегубов Н. Н. Технохимический контроль крохмало-паточного производства / Н. Н. Трегубов, В. Г. Костенко. – М. : Агропромиздат, 1991. – С. 134–136.

21. Туртурико В. Н. Технология полуфабрикатов из заварного теста с использованием сыроватки, тыквенного пюре / В. Н. Туртурико, Л. И. Хирная, Т. В. Афанасьева // Розвиток наукових досліджень : матеріали 4-ої Міжнар. наук.-практ. конф. – Полтава, 2008. – С. 80–81.

УДК 629.113

Б. В. Ємець

к. т. н.

Житомирський національний агроекологічний університет

ВИЗНАЧЕННЯ МАКСИМАЛЬНОЇ ШВИДКОСТІ РУХУ АВТОМОБІЛІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ НА ГЕНЕРАТОРНОМУ ГАЗУ

Максимальну швидкість руху автомобілів сільськогосподарського призначення на генераторному газу можна визначати шляхом розв'язку рівняння потужнісного балансу автомобіля. Похибка у визначенні цього показника тягово-швидкісних властивостей автомобіля не перевищує 8%. Зменшити цю похибку можна за рахунок більш точного визначення коефіцієнтів обтічності та опору коченню коліс автомобіля при розрахункових дослідженнях.

Використання газотурбінного наддуву для подачі газоповітряної суміші в циліндри двигунів газогенераторних автомобілів підвищує їх максимальну швидкість до рівня бензинових автомобілів. Але ускладнення конструкції та роботи газогенераторної установки з газотурбінним наддувом призводить до зниження надійності та ресурсу роботи двигунів таких автомобілів.

Ключові слова: автомобіль, сільськогосподарське призначення, максимальна швидкість руху, газ генераторний.

Постановка проблеми

Проблема забруднення навколишнього середовища притаманна багатьом країнам і наразі набула глобального характеру. Найбільшими забруднювачами повітря в Україні і Житомирській області, зокрема, є автомобільні транспортні засоби. Бензиновий двигун внутрішнього згоряння на 1 км шляху викидає в

навколишнє середовище близько 70 г оксиду вуглецю, 25 г оксиду азоту, свинець, оцтовий альдегід, бензол, ацетилен, бенз-х-пірен, бенз-х-атрофен і ще близько 220 шкідливих для живих організмів речовин [1, 4, 7]. Один із способів вирішення проблеми альтернативи експлуатації нафтопродуктів – це можливість роботи як бензинових двигунів, так і дизелів автомобілів на генераторному газу (ГГ) [1, 2, 3, 4, 6, інші].

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Тверде паливо – горючі хімічні речовини, основною складовою частиною яких є вуглець. До твердого палива належать кам'яне та буре вугілля, торф, деревина, інше. Властивості палива значною мірою визначаються його хімічним складом – вмістом вуглецю, водню, кисню, азоту, сірки, інше. Переважно тверде паливо застосовують для отримання тепла та інших видів енергії, які витрачаються на отримання механічної роботи. Для того, щоб використати тверде паливо в якості пального для двигунів транспортних засобів, його необхідно попередньо газифікувати у спеціальних газогенераторних установках (ГУ) (рис. 1), [2, 3, 4, інші].

В конструкторських бюро та лабораторіях Житомирського національного агроекологічного університету та Житомирського агротехнічного коледжу більше п'ятнадцяти років створювались дослідні зразки газогенераторних транспортних засобів [1, 2, 3, 4, 6, 9, 10, інші].

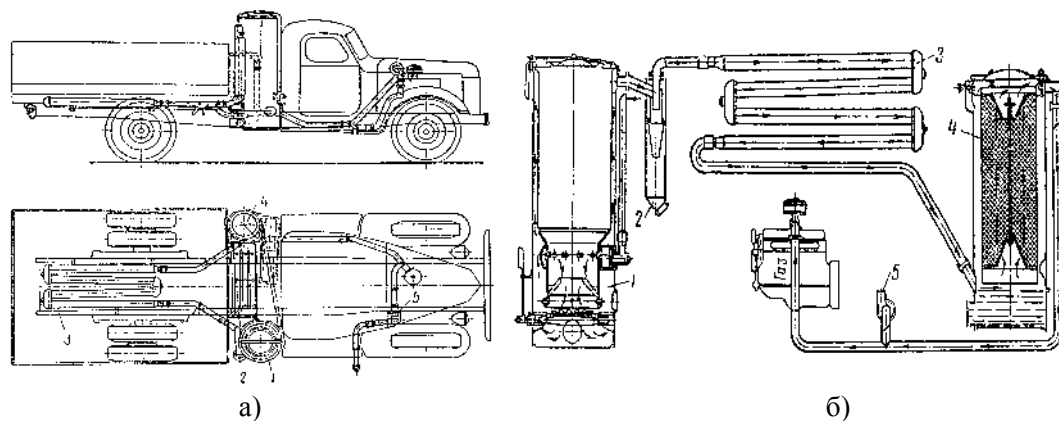


Рис. 1. Загальна конструкція транспортної ГУ:

*а) розміщення на автомобілі ЗиЛ-164 з/г ; б) схема загальної конструкції ГУ:
1 – газогенератор; 2 – грубий очисник ГГ; 3 – охолоджувач ГГ; 4 – тонкий очисник ГГ;
5 – вентилятор*

Мета, завдання та методика досліджень

Для класичних газогенераторних автомобілів ефективна потужність їх двигунів, які працюють на генераторному газу, у порівнянні з бензиновими, в багатьох випадках зменшується до 40% [2,3,4, інші]. А вантажні автомобілі категорії N1 мають рухатись на дорогах для автомобілів та магістралях, у потоці сучасних транспортних засобів, зі швидкістю не меншою за 60 км/год. До того ж, Правилами дорожнього руху на автомагістралях, крім спеціально обладнаних для цього місць, забороняється рух механічних транспортних засобів, швидкість яких за технічною характеристикою або їхнім станом менше 40 км/год.

Тому метою цього дослідження є моделювання та встановлення максимальної швидкості руху автомобілів на генераторному газу (віднесених до категорії N1) при зменшенні ефективної потужності їх двигунів.

Завдання дослідження – попередньо встановити методом моделювання величини максимальної швидкості руху автомобілів на генераторному газу.

Вказані дослідження проведено на вітчизняних матеріалах та даних окремих зарубіжних країн [11, інші].

Дослідження виконано методами моделювання на персональному комп'ютері максимальної швидкості руху автомобілів на генераторному газу та аналізу отриманих даних.

Результати досліджень

Максимальну швидкість руху автомобілів у літературі рекомендують визначати шляхом розв'язку рівняння потужнісного балансу автомобіля, яке можна записати у наступному вигляді [4, 8, інші]:

$$V_{\max}^3 \cdot k \cdot F + V_{\max}^2 \cdot k_f \cdot G_a + V_{\max} \cdot f_0 \cdot G_a - 1000 N_e \cdot \eta_m = 0, \quad (1)$$

де k – коефіцієнт опору повітря, Н·с²/м⁴;

F – площа проекції автомобіля на площину, що перпендикулярна поздовжній осі автомобіля, $F = B \cdot H$; B – колія передніх коліс автомобіля, м; H – висота автомобіля, м;

k_f – коефіцієнт, що враховує приріст сили опору кочення автомобіля від швидкості його руху, $k_f = 0,000036 \cdot V^2$;

f_0 – коефіцієнт опору кочення при швидкості автомобіля 1 м/с;

G_a – сила тяжіння від повної маси автомобіля, Н.

Прийнявши, що

$$\begin{aligned} V_{\max} &= x; \quad k \cdot F = a; \quad k_f \cdot G_a = b; \quad f_0 \cdot G_a = c; \\ &\quad -1000 N_e \cdot \eta_m = d, \end{aligned}$$

отримаємо рівняння виду:

$$ax^3 + bx^2 + cx + d = 0. \quad (2)$$

Якщо складові рівняння (2) поділити на старший коефіцієнт, то отримаємо:

$$x^3 + \frac{b}{a} \cdot x^2 + \frac{c}{a} \cdot x + \frac{d}{a} = 0. \quad (3)$$

Введемо заміну:

$$x = z - \frac{b}{3a}.$$

Після перетворень рівняння (2) набуває канонічного виду:

$$z^3 + p \cdot z + q = 0. \quad (4)$$

Для рівняння (4) дискримінант записується:

$$D = \frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27}.$$

Якщо: $D < 0$, тоді рівняння (4) має один дійсний та два спряжені комплексні корені; $D = 0$, тоді рівняння (4) має три дійсні корені (два з них рівні); $D > 0$, тоді всі корені дійсні та різні.

Розв'язок рівняння (4) записується наступними формулами:

$$z = \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{D}} + \sqrt[3]{-\frac{q}{2} - \sqrt{D}}, \quad (5)$$

$$q = \frac{2b^3}{27a^3} - \frac{bc}{3a^2} + \frac{d}{a}, \quad (6)$$

$$p = \frac{c}{a} - \frac{b^2}{3a^2}. \quad (7)$$

В таблиці 1 представлено дані окремих газогенераторних автомобілів (ГГА), які раніше серійно випускалися. Дані таблиці 1 використано для аналітичного визначення максимальної швидкості руху представлених автомобілів та порівняння отриманої величини із значенням максимальної швидкості руху паспортними даними цих автомобілів.

Додатково до вищерозглянутого для всіх моделей серійних ГГА прийнято наступні значення коефіцієнтів [4]:

$$k = 0,65 \text{ Нс}^2/\text{м}^4; \quad f_0 = 0,013.$$

Таблиця 1. Максимальна швидкість серійних ГГА

Модель авто-мобіля	Потужність ефективна N_e , кВт	Сила тяжіння від повної маси автомобіля G_a , Н	Площа проєкції автомобіля F , м ²	Максимальна швидкість (паспортна), V_{max} , км/год	Максимальна швидкість (розрахована), V_{max} , км/год
ГАЗ-42	26,8	35316	3,9	55	56
ЗиС-21	35,4	59840	4,6	48	50
ЗиЛ-164 г/г	48,2	71122	4,8	60	62

Аналіз таблиці 1 показує, що розраховані (за допомогою формул (5–7)) величини максимальної швидкості руху ГГА не перевищують паспортну швидкість більше ніж на 4%, що вважається задовільним в галузі науково-технічних досліджень. Тому запропонована вище модель розрахунку максимальної швидкості руху газогенераторних автомобілів може бути використана в науково-практичній роботі.

В табл. 2 представлено дані максимальної швидкості руху автомобілів сільськогосподарського призначення на бензині (паспортні дані заводів-виготівників) та порівняно із розрахованою максимальною швидкістю руху цих автомобілів на ГГ. Проаналізувавши табл. 2, можна зробити висновок, що заміна бензину на ГГ як палива для автомобілів, призводить до відносного зниження їх максимальної швидкості до 30%.

Таблиця 2. Максимальна швидкість автомобілів сільськогосподарського призначення (з ГУ) при їх роботі на ГГ

Модель авто-мобіля	Потужність (на ГГ) ефективна N_e , кВт	Сила тяжіння від повної маси автомобіля (з ГУ) G_a , Н	Максимальна швидкість (паспортна, бензин), V_{max} , км/год	Максимальна швидкість (розрахована, на ГГ), V_{max} , км/год	Відносне зниження максимальної швидкості, %
ГАЗ-3307 з ГУ	62	79870	90	64	29
ГАЗ-САЗ-3511 з ГУ	58	74562	85	61	28
ЗиЛ-ММЗ-554 з ГУ	76	95784	90	65	28

В літературі [2, 3, 4, інші] описано спосіб підвищення максимальної швидкості газогенераторних автомобілів (ГГА), а саме зменшення їх паспортної вантажопідйомності (а значить і повної маси). Так, максимальна швидкість ГГА ЗиС-13 менша за максимальну швидкість базового (бензинового) автомобіля на

25% за умови зменшення вантажопідйомності на 1000 кг. На рис. 2 показана графічна залежність ваги від повної маси автомобілів з газогенераторною установкою (ГУ) у відповідності до їх максимальної швидкості.

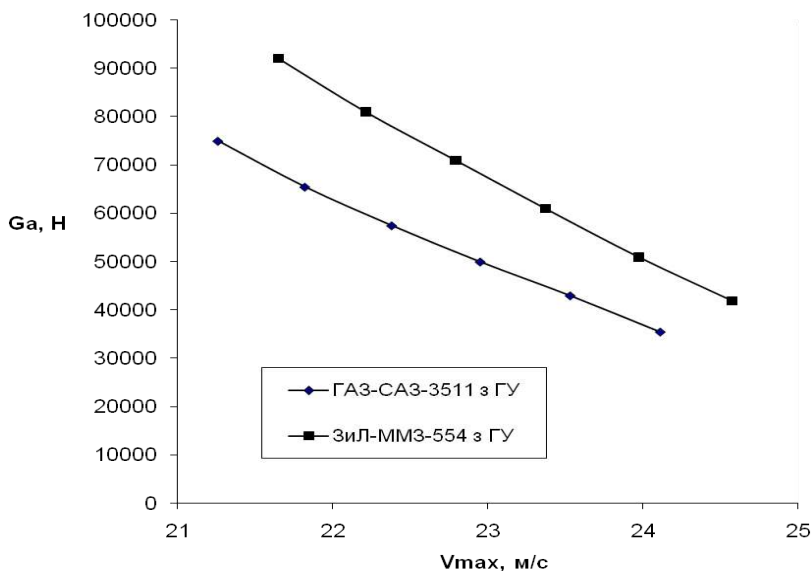


Рис. 2. Графічна залежність ваги від повної маси автомобілів з ГУ у відповідності до їх максимальної швидкості

У період серійного випуску газогенераторних автомобілів Г. Г. Токарев зазначав, що у випадку використання наддуву газоповітряної суміші в циліндри двигуна підвищується густина цієї суміші. В результаті цього збільшується величина середнього ефективного тиску та відповідно ефективна потужність двигуна ГГА. При використанні об'ємного нагнітача з механічним приводом збільшення ефективної потужності двигуна ГГА максимально можливе до 28%, а при використанні центробіжного нагнітача з газотурбінним приводом максимально можливе до 76%. В табл. 3 представлено дані розрахунку максимальної швидкості ГГА у випадку використання газотурбінного наддуву газоповітряної суміші в циліндри двигунів з використанням ГУ.

Таблиця 3. Теоретична максимальна швидкість ГГА у випадку використання газотурбінного наддуву газоповітряної суміші в циліндри двигуна

Модель автомобіля	Максимальна швидкість (розрахована, на ГГ), V_{max} , км/год.	Максимальна швидкість (розрахована, газотурбінний наддув ГГ), V_{max} , км/год.	Відносне збільшення максимальної швидкості, %
ГАЗ-3307 з ГУ	64	88	28
ГАЗ-САЗ-3511 з ГУ	61	84	28
ЗиЛ-ММЗ-554 з ГУ	65	89	27

Аналіз табл. 3 показує, що використання газотурбінного наддуву газоповітряної суміші в циліндри двигунів ГГА приводить до підвищення максимальної швидкості на рівні базових (бензинових) автомобілів. Але ускладнення конструкції та роботи ГУ з газотурбінним наддувом призведе до зниження надійності та ресурсу роботи двигунів таких автомобілів і потребує ґрунтовних експериментальних дорожніх випробувань.

Під час дорожніх випробувань автомобілів, згідно з ГОСТ 22576-90, визначають максимальну швидкість їх руху. В праці [4] згадуються випробування автомобіля ГАЗ-53-12 з ГУ при розганянні на передачі, що забезпечує максимальну швидкість (табл. 4). Такі випробування проводяться на рівній горизонтальній ділянці дороги довжиною 4 км з поздовжнім ухилом – в середньому 0,12 %, шириною – 15 м. Завантаження автомобіля до повної маси (з урахуванням маси газогенераторної установки з газом) здійснюється мішками з піском. Зважування автомобіля після його завантаження (водій та оператор) здійснюється за методикою ОСТ 37.001.408 на автомобільних вагах середнього класу точності з найбільшою межею зважування 10 т по ГОСТ 14004, дані приладів, які застосовуються під час таких досліджень в табл. 5.

Таблиця 4. Дані випробувань показників, що впливають на максимальну швидкість автомобіля ГАЗ-53-12 з ГУ

Показники	$\langle x_{екс} \rangle$	$\Delta \langle x_{екс} \rangle$	ε	ε_m
Максимальна швидкість, м/с	19,8	1,4	1,97	7,91
Час проходження 1000 м, с	134,8	3,0	2,41	9,55

В табл. 4: $\langle x_{екс} \rangle$ – середнє з шести вимірювань; $\Delta \langle x_{екс} \rangle$ – довірча межа похибки вимірювання; ε – відносна похибка результатів вимірювання; ε_m – відносна похибка моделювання.

Аналіз таблиці 4 показує, що похибка у визначенні максимальної швидкості руху автомобіля не перевищувала 8 %. Зменшити цю похибку можна за рахунок більш точного визначення коефіцієнта обтічності та коефіцієнта опору коченню коліс автомобіля при розрахункових дослідженнях [4]. При заїздах автомобіля фіксується час проходження мірного відрізка. Якщо відхилення у часі проходження цього відрізка за результатами шести вимірювань перевищує 3%, таке випробування бракується і здійснювався додатковий заїзд. Автомобіль при цьому розганяється до максимальної швидкості з максимальною інтенсивністю при максимальній подачі палива в двигун і переключенні передач за номінальної частоти обертання колінчастого вала.

Таблиця 5. Дані приладів, які застосовуються під час досліджень максимальної швидкості автомобіля

Назва приладу	Назва випробувань, точність	Діапазон технічних характеристик	
		від	до
Рідинно-скляний термометр, тип А	Температура повітря, $\pm 1^{\circ}\text{C}$	-30°C	$+50^{\circ}\text{C}$
Барометр-анероїд М 67	Атмосферний тиск, $\pm 0,8$ мм рт.ст.	600 мм рт.ст.	800 мм рт.ст.
Психрометр МВ4	Відносна вологість повітря, $\pm 5\%$	10 %	100 %
Анемометр АП-1	Швидкість вітру, $\pm 5\%$	1 м/с	20 м/с
Мішки з піском	Завантаження автомобіля, $\pm 5\%$	3 кг	25 кг
Секундомір	Час, $\pm 0,01$ с	0 с	9999,99 с
«П'яте колесо»	Швидкість руху, м/с, Шлях, м, $\pm 5\%$	0 м/с 0 м	25 м/с 9999,9 м

Як видно із таблиці 4, максимальне відхилення у визначенні часу проходження мірного відрізка дещо більше у порівнянні із визначенням максимальної швидкості. Пояснюють це тим [4], що водії, як показує обробка результатів експерименту, переключують передачі не за максимальної частоти обертання колінчастого вала, а при дещо нижчій (290...300 рад/с), що призводить до збільшення часу проходження 1000 м.

Висновки та перспективи подальших досліджень

Один із способів вирішення проблеми альтернативи експлуатації нафтопродуктів – це можливість роботи як бензинових двигунів, так і дизелів автомобілів на генераторному газу. В конструкторських бюро та лабораторіях Житомирського національного агроекологічного університету та Житомирського

агротехнічного коледжу більше п'ятнадцяти років створювалися дослідні зразки газогенераторних транспортних засобів.

Максимальну швидкість руху автомобілів сільськогосподарського призначення можна визначати шляхом розв'язку рівняння потужнісного балансу автомобіля, до того ж, похибка у визначенні цього показника тягово-швидкісних властивостей автомобіля не перевищує 8%. Зменшити цю похибку можна за рахунок більш точного визначення коефіцієнтів обтічності та опору коченню коліс автомобіля при розрахункових дослідженнях.

Використання газотурбінного наддуву газоповітряної суміші в циліндри двигунів газогенераторних автомобілів приводить до підвищення їх максимальної швидкості до рівня базових (бензинових) автомобілів. Але ускладнення конструкції та роботи газогенераторної установки з газотурбінним наддувом призведе до зниження надійності та ресурсу роботи двигунів таких автомобілів і потребує їх дорожніх випробувань.

У подальшому доцільно виконати дослідницьку роботу з визначення інших показників (часу розгону до 400 м, часу розгону до 1000 м, характеристики «розганяння – вибіг», тощо) тягово-швидкісних властивостей газогенераторних автомобілів різних моделей.

Література

1. Ємець Б. В. Вирішення проблеми використання радіоактивно забрудненої біомаси в якості пального для ДВЗ / Б. В. Ємець // Досвід подолання наслідків Чорнобильської катастрофи в сільському та лісовому господарстві – 20 років після аварії на ЧАЕС : тези доп. 5-ої Міжнар. наук.-практ. конф. – Житомир : ДАУ, 2006. – С. 192–194.
2. Ємець Б. В. Визначення загальної енергоемності використання автомобілів з газогенераторною установкою в екологічних агротехнологіях / Б. В. Ємець // Вісн. ДАУ. – 2005. – № 1. – С. 208–214.
3. Ємець Б. В. Модель ефективності використання транспортних засобів з покращеними техніко-експлуатаційними показниками, які обладнані газогенераторними установками / Б. В. Ємець // Автошляховик України. – 2007. – № 4. – С. 14–17.
4. Ємець Б. В. Покращення показників техніко-експлуатаційних властивостей транспортних засобів з газогенераторними установками : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.22.02 / Б. В. Ємець ; Нац. транспорт. ун-т. – К., 2008. – 20 с.
5. Оптимізація техніко-економічних показників автотракторних газогенераторів – основа відтворення їх виробництва / Л. В. Лось, О. В. Ніколенко, Б. В. Ємець, М. І. Шмалюк // Вісн. ДАУ. – 2006. – № 2. – С. 113–121.

6. Перспективи створення, визначення показників роботи та основних розмірів газогенераторних установок для тракторних двигунів / Л. В. Лось, О. В. Ніколенко, Б. В. Ємець, М. І. Шмалюк // Вісн. ДАУ. – 2006. – № 1. – С. 109–121.

7. Мельник М. В. Обґрунтування продуктивного використання газового палива для бензинових двигунів автомобілів / М. В. Мельник, Б. В. Ємець, О. С. Поліщук // Вісник ЖНАЕУ. – 2010. – № 2. – С. 139–145.

8. 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.

9. Створення сучасного газогенераторного двигуна внутрішнього згоряння для північних районів України – важливий фактор підтримки с.-г. товаровиробника / М. І. Шмалюк, В. А. Вознюков, Б. В. Ємець, Л. В. Лось // Вісн. Інженерної акад. України. – 2001. – № 2. – С. 75–77.

10. Пат. 79600 Україна, МПК F01M5/00 F02N17/00. Спосіб пуску двигуна внутрішнього згоряння трактора чи автомобіля при низькій температурі навколишнього середовища і газогенератор для його пуску / Л. В. Лось, Б. В. Ємець, М. І. Шмалюк, М. Я. Артемчук (Україна); ДАУ. – 2004042414; Заявл. 01.04.2004; Опубл. 10.07.2007, Бюл. №10. – 4 с.

11. Mitschke M. Dynamik der Kraftfahrzeuge / M. Mitschke. – Berlin ; Heidelberg ; New-York : Springer-Verlag, 1972. – 529 p.

УДК 631.371: 620.92

С. М. Кухарець

Д. Т. Н

Я. Д. Ярош

К. Т. Н

Житомирський національний агроекологічний університет

С. В. Ярош

Енергетична компанія "СТРОВ ЕНЕРЖИ"

ОЦІНКА ПОТЕНЦІАЛУ СИРОВИНИ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ ДЛЯ ТЕПЛОВИХ ПОТРЕБ У ЖИТОМИРСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Перед підприємствами та житлово-комунальним господарством постає об'єктивна необхідність впровадження інноваційних енергозберігаючих технологій, орієнтованих на виробництво біологічних видів палива, які одержують у результаті переробки біологічної сировини.

Одним із джерел енергетичних ресурсів може стати агарне виробництво.

Проте для ефективного використання рослинної біомаси в якості енергоресурсу в Житомирській області необхідно спершу виконати аналіз наявного ресурсного

6. Перспективи створення, визначення показників роботи та основних розмірів газогенераторних установок для тракторних двигунів / Л. В. Лось, О. В. Ніколенко, Б. В. Ємець, М. І. Шмалюк // Вісн. ДАУ. – 2006. – № 1. – С. 109–121.

7. Мельник М. В. Обґрунтування продуктивного використання газового палива для бензинових двигунів автомобілів / М. В. Мельник, Б. В. Ємець, О. С. Поліщук // Вісник ЖНАЕУ. – 2010. – № 2. – С. 139–145.

8. 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.

9. Створення сучасного газогенераторного двигуна внутрішнього згоряння для північних районів України – важливий фактор підтримки с.-г. товаровиробника / М. І. Шмалюк, В. А. Вознюков, Б. В. Ємець, Л. В. Лось // Вісн. Інженерної акад. України. – 2001. – № 2. – С. 75–77.

10. Пат. 79600 Україна, МПК F01M5/00 F02N17/00. Спосіб пуску двигуна внутрішнього згоряння трактора чи автомобіля при низькій температурі навколишнього середовища і газогенератор для його пуску / Л. В. Лось, Б. В. Ємець, М. І. Шмалюк, М. Я. Артемчук (Україна); ДАУ. – 2004042414; Заявл. 01.04.2004; Опубл. 10.07.2007, Бюл. №10. – 4 с.

11. Mitschke M. Dynamik der Kraftfahrzeuge / M. Mitschke. – Berlin ; Heidelberg ; New-York : Springer-Verlag, 1972. – 529 p.

УДК 631.371: 620.92

С. М. Кухарець

Д. Т. Н

Я. Д. Ярош

К. Т. Н

Житомирський національний агроекологічний університет

С. В. Ярош

Енергетична компанія "СТРОВ ЕНЕРЖИ"

ОЦІНКА ПОТЕНЦІАЛУ СИРОВИНИ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ ДЛЯ ТЕПЛОВИХ ПОТРЕБ У ЖИТОМИРСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Перед підприємствами та житлово-комунальним господарством постає об'єктивна необхідність впровадження інноваційних енергозберігаючих технологій, орієнтованих на виробництво біологічних видів палива, які одержують у результаті переробки біологічної сировини.

Одним із джерел енергетичних ресурсів може стати агарне виробництво.

Проте для ефективного використання рослинної біомаси в якості енергоресурсу в Житомирській області необхідно спершу виконати аналіз наявного ресурсного

потенціалу у виробництві біомаси та встановити доступний коефіцієнт її використання на теплові та енергетичні потреби.

Як джерело біомаси було прийнято побічну продукцію (солому) вирощування таких культур: пшениця озима, жито озиме, ячмінь озимий, пшениця яра, ячмінь ярий, овес, кукурудза на зерно, соняшник, ріпак, соя.

Згідно з проведеною оцінки, за останні п'ять років потенціал побічної продукції рослинництва доступний для отримання теплової енергії, був у межах від 113,9 тис. т ум. п. до 302,6 тис. т ум. п.

Середній показник побічної сировини рослинництва, доступний для отримання теплової енергії, складає 135,0 тис. тонн умовного палива в рік. Прогнозований показник побічної сировини рослинництва, доступний для отримання теплової енергії, на 2016 рік складе 138,5 тис. тонн умовного палива.

Ключові слова: біомаса, солома, тепла енергія, рослинництво, потенціал, оцінка.

Постановка проблеми

У зв'язку із прогнозованим вичерпанням основних видобувних енергоносіїв, енергія із відновлювальних ресурсів є однією з найбільш обговорюваних тем в Європі та в усьому світі. Величезні викиди вуглекислого газу і метану в атмосферу призводять до збільшення парникового ефекту.

Перед підприємствами та житлово-комунальним господарством постає об'єктивна необхідність впровадження інноваційних енергозберігаючих технологій, орієнтованих на виробництво біологічних видів палива, які одержують у результаті переробки біологічної сировини.

Якщо проаналізувати споживання енергоресурсів в Україні загалом, то можна зробити висновок, країна споживає значну частину викопних ресурсів.

Зважаючи на те, що в країнах членах ЄС спостерігається особливо стрімкий розвиток біоенергетичних систем, директивами Європейського Союзу заплановано в енергетичному балансі частку біомаси до 2020 року на рівні 20%.

Одним із джерел енергетичних ресурсів може стати агарне виробництво [1, 2, 3]. Розвиток виробництва і використання біопалива може здійснюватися в таких напрямках:

- виробництво і використання дизельного біопалива та біонафти;
- виробництво біоетанолу;
- виробництво і використання біогазу та піролізного газу (пірогазу);
- використання соломи та подрібненої деревини на теплові потреби, виробництво брикетів із незернових відходів та тирси.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Галузь тваринництва України, виробляючи значні обсяги органічних відходів, потенційно володіє значними ресурсами для виробництва біогазу [4, 5, 6], а рівень виробництва біогазу становить 1,2 % від економічно можливого.

Енергетичний потенціал продукції рослинництва, оцінений згідно з дослідженнями [8, 9, 10, 11, 12, 13, 14], досить значний, проте його використання знаходиться на рівні 2,1 % для соломи та 0,2 % для кукурудзи.

Тому необхідне підвищення рівня використання доступної в якості енергоресурсів сировини сільськогосподарського походження, що в свою чергу, призведе до зростання рівня енергетичної автономності виробництва та житлово-комунального господарства і дозволить вирішувати енергетичне завдання із збереженням або підвищенням ефективності виробництва продукції.

Прийнявши теплоту згоряння біогазу на рівні 17 МДж/м³, а теплоту згоряння соломи на рівні 14 МДж/кг, можна зробити висновок, що тепловий потенціал біогазу складає 15704,6 млн МДж. А потенціал рослинних решток становить 470400 млн МДж, що в 30 разів більше, ніж для біогазу.

Мета, завдання та методика досліджень

Проте для ефективного використання рослинної біомаси в якості енергоресурсу в Житомирській області необхідно спершу виконати аналіз наявного ресурсного потенціалу у виробництві біомаси та встановити доступний коефіцієнт її використання на теплові та енергетичні потреби.

Проведений аналіз інформації за період з 2010 по 2015 роки щодо посівів зернових та технічних культур наявного поголів'я тварин та птахів, необхідності орних земель у мінеральних речовинах у Житомирській області, дозволив встановити потенціал сільськогосподарської біомаси рослинного походження, що придатна для отримання теплової енергії.

Результати досліджень

Як джерело біомаси було прийнято побічну продукцію (солому) вирощування таких культур: пшениця озима, жито озиме, ячмінь озимий, пшениця яра, ячмінь ярий, овес, кукурудза на зерно, соняшник, ріпак, соя, валовий збір яких наведено в таблиці 1.

Таблиця 1. Валовий збір культур побічна продукція яких придатна для отримання теплової енергії в Житомирській області

Культура	Зібрано продукції, тис. тонн					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	2	3	4	5	6	7
Пшениця озима	242,8	301,7	320,6	296,3	333	478,2
Жито озиме	67,8	76,2	87,1	69,2	51,7	49,3
Ячмінь озимий	5,3	6,3	10,6	13,4	14,6	19
Озимі зернові разом	315,9	384,2	418,3	378,9	399,3	546,5
Пшениця яра	54,4	56,3	44,4	30,2	43,9	46,8

Закінчення таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7
Ячмінь ярий	123,2	96,5	92,8	65,3	91,4	94,1
Овес	60,3	55,1	65,6	50	62,1	51,9
Кукурудза на зерно	499,1	891,4	1045,2	1567,1	1292,9	701,1
Ярі зернові разом	737,0	1099,3	1248,0	1712,6	1490,3	893,9
Зернові культури разом	1052,9	1483,5	1666,3	2091,5	1889,6	1440,4
Соняшник	26,9	60,6	92	104,1	169,1	141,5
Ріпак	20,3	33,4	55,2	64,5	57,3	47,9
Соя	66,2	70,6	139,9	161,3	301,5	292,1
Технічні культури разом	113,4	164,6	287,1	329,9	527,9	481,5
Разом	1166,3	1648,1	1953,4	2421,4	2417,5	1921,9

Джерело [15] та власні дослідження.

У розрахунках було прийнято відповідні коефіцієнти перерахунку на солому та технічної доступності соломи (таблиця 2).

Зважаючи на те, що поголів'я худоби зменшується, знижуються і потреби тваринництва у побічній продукції рослинництва. Потреба побічної продукції у тваринництві була розрахована із врахуванням нормативних коефіцієнтів використання такої продукції, за утримання та годування сільськогосподарських тварин та птахів [20, 21, 22].

Враховуючи те, що побічна продукція рослинництва є досить добрим джерелом мінеральних речовин та відіграє значну роль у підтриманні балансу гумусу [4, 22, 23, 24], встановлено потреби побічної продукції в рослинництві.

Таблиця 2. Розрахункові коефіцієнти

Культура	Коефіцієнт перерахунку на побічну продукцію (солому)	Коефіцієнт технічної доступності побічної продукції (соломи)	Коефіцієнт виходу побічної продукції
Пшениця озима	1	0,7	0,7
Жито озиме	0,8	0,6	0,48
Ячмінь озимий	0,8	0,6	0,48
Пшениця яра	1	0,7	0,7
Ячмінь ярий	0,8	0,6	0,48
Овес	0,7	0,5	0,35
Кукурудза на зерно	1,4	0,4	0,56
Соняшник	1,9	0,4	0,76
Ріпак	1,9	0,5	0,95
Соя	0,6	0,3	0,18

Джерело [8, 16, 17, 18, 19] та власні дослідження.

Із врахування коефіцієнтів було знайдено загальний обсяг доступної побічної продукції рослинництва (рис 1).

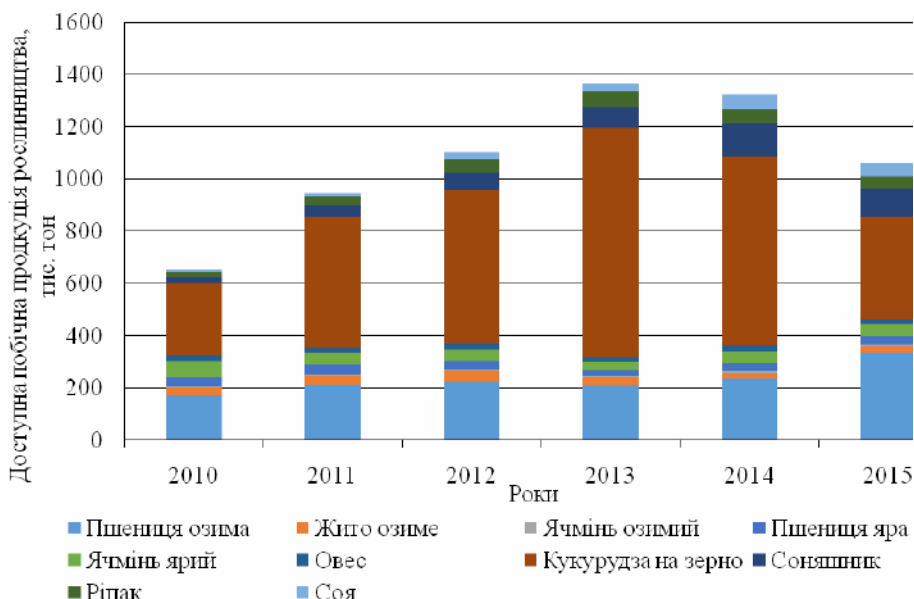


Рис. 1. Загальний обсяг доступної побічної продукції, придатної для виробництва теплової енергії в Житомирській області

Використання побічної продукції рослинництва в якості джерела вуглецю, азоту та інших мінеральних речовин зумовлено значною вартістю мінеральних добрив та інших поживних речовин, хоча і потребує додаткових агротехнічних засобів та використання деструкторів. При встановленні вартості побічної продукції як енергетичного ресурсу або на рівні відповідної вартості мінеральних добрив, кількість побічної продукції, що вноситься на поля, буде зменшуватись.

Враховуючи потреби у побічній продукції тваринництва та рослинництва можна встановити залишок побічної продукції для отримання теплової енергії.

Прогнозний потенціал побічної продукції у 2016 році складе 1009 тис. т. Із врахуванням тенденції до зниження обсягів споживання побічної продукції в тваринництві та зменшення посівних площ на 5 %, обсяг побічної продукції, доступної для виробництва теплової енергії, становитиме 251,84 тис. т.

Враховуючи теплоту згоряння різних видів побічної продукції рослинництва [25, 26, 27] можна представити потенціал побічної продукції рослинництва для отримання теплової енергії у т. ум. п. (рис. 2).

Згідно з проведеною оцінкою, за останні п'ять років потенціал побічної продукції рослинництва, доступний для отримання теплової енергії, коливався

від найменшого значення 113,9 тис. т. ум. п. у 2011 році до 302,6 тис. т. ум. п. у 2013 році (найбільше значення).

Проведений аналіз дозволяє стверджувати, що із врахування макро- та мікроекономічних показників у найближчі 5–7 років можна оцінити потенціал побічної сировини за логарифмічною залежністю:

$$y = 29,29 \ln(x) + 164,64 \quad (1)$$

де x – рік; y – потенціал побічної сировини рослинництва, доступний для отримання теплової енергії.

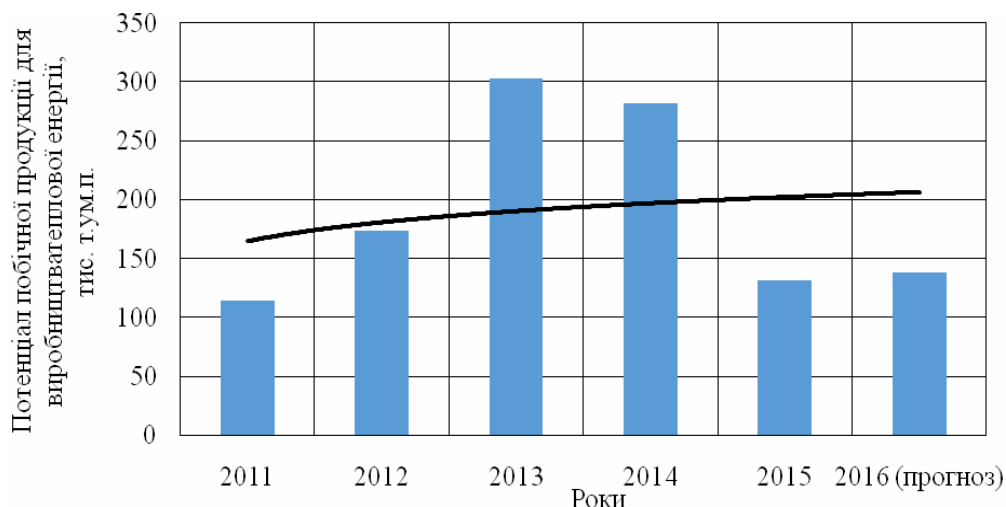


Рис. 2. Потенціал сільськогосподарської побічної продукції рослинництва, доступної для отримання теплової енергії в Житомирській області

Середній показник побічної сировини рослинництва, доступний для отримання теплової енергії складає 135,0 тис. тонн умовного палива в рік. Прогнозований показник побічної сировини рослинництва, доступний для отримання теплової енергії, на 2016 рік складе 138,5 тис. тонн умовного палива.

Визначений потенціал побічної сировини рослинництва, доступний для отримання теплової енергії, може замінити від 9 до 25% всього палива, що споживається в Житомирській області, на виробничо-експлуатаційні та комунально-побутові потреби [15] (таблиця 3).

**Таблиця 3. Потенціал побічної продукції рослинництва при заміщенні
викопного палива в Житомирській області**

Показник	Роки				
	2011	2012	2013	2014	2015
Використано палива на виробничо-експлуатаційні потреби та комунально-побутові потреби, тис. т.у.п.	1266,5	1230,4	1215,1	1137,7	1027,1
Доступний потенціал побічної продукції, тис. т.у.п.	113,9	173,2	302,6	281,6	131,3
Частка викопного палива, яку може замінити побічна продукція рослинництва, %	8,99	14,08	24,90	24,75	12,79

Використовуючи данні, що містять інформацію про зібрану площу, валовий збір та посіяну площу сільськогосподарських культур у 2016 році із врахуванням потреб тваринництва [20, 21, 22], рослинництва [4, 22, 23, 24] та враховуючи теплоту згоряння різних видів побічної продукції [25, 26, 27], було встановлено потенціал побічної сировини, що доступна для отримання теплової енергії у районах Житомирської області.

Внаслідок наявності певних відмінностей природних умов, на території Житомирської області виділено декілька природно-економічних зон [12]. Тому, враховуючи агрохімічні особливості Поліської, Лісостепової та Перехідної зон Житомирської області, тенденція щодо збільшення кількості доступної побічної продукції для енергетичних цілей складається в тих районах, де відбулося збільшення валового збору зернових культур, здебільшого в районах, що відносяться до Лісостепової зони.

Із врахуванням потреб тваринництва та рослинництва потенціал побічної продукції, доступної для виробництва теплової енергії, можна відобразити графічно (рис. 3).

Сільськогосподарські підприємства Житомирської області мають можливість використовувати побічну продукцію рослинного походження для енергетичних потреб. Проте, у сільськогосподарських підприємствах, віднесених до зони Полісся, при прийнятті управлінських рішень щодо використання побічної продукції рослинництва доречним буде корегування процесу використання органічної сировини відповідно до поставлених цілей господарювання.

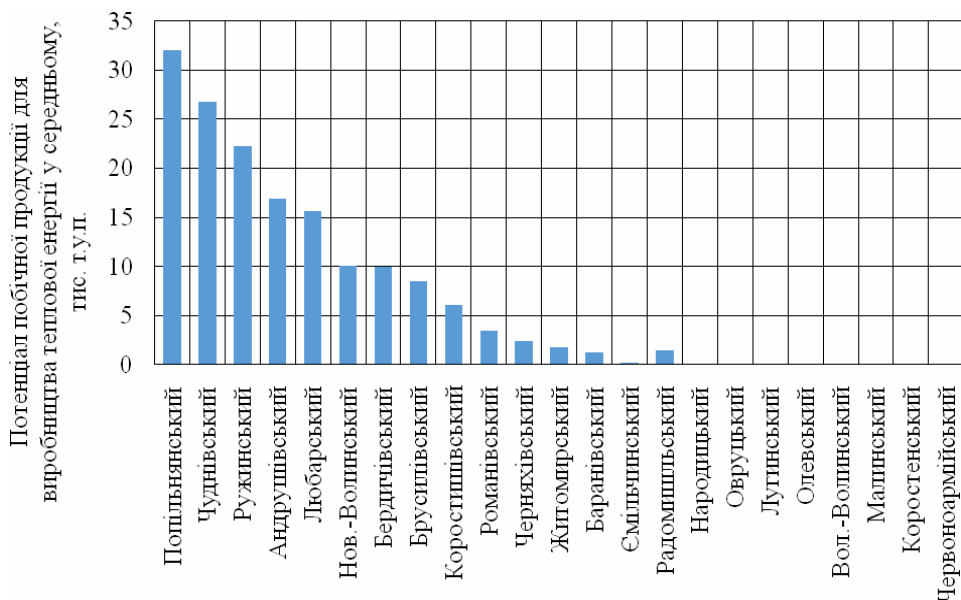


Рис. 3. Доступний потенціал побічної продукції рослинництва для використання в якості сировини для отримання теплової енергії за районами у тис. т.у.п.

Недостатній потенціал побічної продукції рослинництва в деяких районах Житомирської області можливо компенсувати за рахунок вирощування енергетичних культур (міскантус, енергетична верба чи тополя), [3, 25].

Висновки та перспективи подальших досліджень

Встановлено, що обсяг доступної побічної продукції зростав з 2010 до 2013 року, а в 2014 та 2015 роках зменшився за рахунок зменшення площ вирощування кукурудзи на зерно. В 2015 році обсяг побічної продукції становив 1061,9 тис. тонн, що складало 77,8% у порівнянні із найбільшим обсягом у 2013 році (1363,0 тис. тонн) та 162,5% у порівнянні із 2010 роком (654,5 тис. тонн). Найбільшу частку мала побічна продукція кукурудзи на зерно від 64% у 2013 році до 37% у 2015 році та зростала із 279,5 тис. тонн у 2010 році до 877,6 тис. тонн, а у 2015 році зменшилася до 392,6 тис. тонн. Наступний потенціал мала солома пшениці, частка якої складала від 17 % у 2013 році до 35 % у 2015 році та зростала із 208,0 тис. тонн у 2010 році до 367,5 тис. тонн у 2015 році.

Враховуючи потреби у побічній продукції тваринництва та рослинництва, можна встановити залишок побічної продукції для отримання теплової енергії. В несприятливі роки потенціал побічної продукції для виробництва біопалива

може бути відсутній, проте він може бути компенсований через його надлишок в сприятливі роки. Так середній залишок побічної продукції, який можна використати для отримання теплової енергії, за останні шість років становив 294,85 тис. тонн сировини.

Згідно з проведеною оцінкою за останні п'ять років потенціал побічної продукції рослинництва доступний для отримання теплової енергії коливався від 113,9 тис. т ум. палива до 302,6 тис. т ум. палива.

Середній показник побічної сировини рослинництва, доступний для отримання теплової енергії, складав 135,0 тис. тонн ум. палива в рік. Прогнозований показник побічної сировини рослинництва, доступний для отримання теплової енергії на 2016 рік, складе 138,5 тис. тонн ум. палива. Визначений потенціал побічної сировини рослинництва, доступний для отримання теплової енергії, може замінити від 9 до 25% всього палива, що споживається в Житомирській області, на виробничо-експлуатаційні та комунально-побутові потреби.

Недостатній потенціал побічної продукції рослинництва в деяких районах Житомирської області можливо компенсувати за рахунок вирощування енергетичних культур (міскантус, енергетична верба чи тополя). Враховуючи доступний потенціал побічної продукції за районами, можна встановити його середнє значення на рівні 10,6 тис. т. ум. палива. Тоді загальний потенціал сировини для отримання теплової енергії (побічна продукція рослинництва та енергетичні культури) становитиме в середньому 293,6 тис. т. ум. палива в рік, що дозволить замінити до 28,6% всього палива, що споживається в Житомирській області на виробничо-експлуатаційні потреби та комунально-побутові потреби.

Подальші наукові дослідження необхідно спрямувати на знаходження шляхів раціональної реалізації встановленого потенціалу сировини.

Література

1. Біопалива: Технології, машини, обладнання / [В. О. Дубровін, М. О. Корчемний, І. П. Масло та ін.]. – К. : Енергетика і електрифікація, 2004. – 256 с.
2. Биомасса как источник энергии : пер. с. англ. / под ред. С. Соуфера, О. Забарски. – М. : Мир, 1985. – 368 с.
3. Перспективи розвитку альтернативної енергетики на Поліссі України / [В. О. Дубровін, Л. Д. Романчук, С. М. Кухарець та ін.] ; відп. ред. О. В. Скидан. – К. : Центр учбової л-ри, 2014. – 335 с.
4. Кухарець С. М. Підвищення енергетичної автономності агроєкосистем. Механіко-технологічні основи : монографія / С. М. Кухарець. – Житомир : ЖНАЕУ, 2016. – 192 с.

5. Виробництво і використання біогазу в Україні / [Юрген Кооп, Жанет Хохі, Дженіфер Фултон, Хенрік Персонн]. – К. : Рада з питань біогазу Biogasrat, 2012. – 74 с.
6. Перспективы производства биогаза в Украине / Г. Г. Гелету́ха, П. П. Кучерук, Ю. Б. Матвеев, Т. В. Хо́даковская // Возобновляемая энергетика. – 2011. – № 3. – С. 73–77.
7. Гелету́ха Г. Г. Перспективы виробництва та використання біогазу в Україні / Г. Г. Гелету́ха, П. П. Кучерук, Ю. Б. Матвеев // Аналітична записка БАУ. – 2013. – № 4. – С. 22.
8. Гелету́ха Г. Г. Перспективы використання відходів сільського господарства для виробництва енергії в Україні / Г. Г. Гелету́ха, Т. А. Железна // Аналітична записка БАУ. – 2014. – № 7. – С. 33.
9. Екологічні проблеми землеробства / за ред. І. Д. Примака. – К. : Центр учбової л-ри, 2010. – 456 с.
10. Integrated assessment of sustainable cereal straw potential and different straw-based energy applications in Germany // Applied Energy. – 2014. – Vol. 114. – P. 749–762.
11. Ключ С. В. Визначення частки соломи та рослинних відходів для енергетичного використання / С. В. Ключ // Відновлювана енергетика. – 2013. – № 4. – С. 82–85.
12. Кухарець В. В. Оцінка енергетичного потенціалу соломи / В. В. Кухарець // Наук. вісн. НАУ. – 2008. – Вип. 125. – С. 273–276.
13. Голуб Г. А. Проблеми використання соломи в якості палива / Г. А. Голуб // Вісн. аграр. науки. – 2010. – № 8. – С. 49–52.
14. Кухарець В. В. Визначення основних факторів, що впливають на кількість доступної соломи для переробки / В. В. Кухарець, В. В. Сарана // Наук. вісн. Нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України. – 2010. – Вип. 144, ч. 3. – С. 227–232.
15. Статистичний щорічник Житомирської області за 2015 р. / за ред. Г. А. Пашинської ; Головне упр. статистики у Житомир. обл. – Житомир, 2016. – 476 с.
16. Драгнев С. В. Можливості заготівлі побічної продукції кукурудзи на зерно для енергетичного використання в Україні / С. В. Драгнев, Т. А. Железна, Г. Г. Гелету́ха // Аналітична записка БАУ. – 2016. – № 16. – С. 51.
17. Рекомендації щодо створення сільськогосподарського обслуговуючого кооперативу для надання послуг у виробництві та реалізації біопалива у Житомирській області / [Н. М. Головченко, В. Є. Данкевич, С. В. Добрякова, та ін.]. – Житомир, 2011. – 96 с.
18. Стратегія застосування соломистих решток для удобрення та енергетичних потреб в Україні [Електронний ресурс] / С. Дегодюк, Е. Дегодюк, О. Літвінова, А. Кириченко // Вісн. Львів. нац. аграр. ун-ту. Сер. Агрономія. – 2013. – № 17 (1). – С. 205–211. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vlnau_act_2013_17\(1\)_41](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vlnau_act_2013_17(1)_41).

19. Семірненко С. Л. Розрахунок енергетичного потенціалу соломи озимої пшениці [Електронний ресурс] / С. Л. Семірненко // Вісн. Сумського нац. аграр. ун-ту. Серія. Механізація та автоматизація виробничих процесів. – 2014. – Вип. 11. – С. 47–50. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna_mekh_2014_11_12.
20. Біоенергетичні проекти: від ідеї до втілення : практ. посібник / під заг. ред. Р. Ю. Тормосова. – К. : Поліграф плюс, 2015. – 208 с.
21. Мельник О. В. Покращення мікроклімату у пташнику при вирощуванні бройлерів / О. В. Мельник // Сучасні досягнення у тваринництві та птахівництві : матеріали VII Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених. – Харків, 2013. – С. 49–56.
22. Голуб Г. А. Проблеми використання соломи в якості палива / Г. А. Голуб // Вісник аграрної науки. – 2010. – № 8. – С. 49–52.
23. Кухарець В. В. Визначення основних факторів, що впливають на кількість доступної соломи для переробки / В. В. Кухарець, В. В. Сарана // Наук. вісн. Нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України. – 2010. – Вип. 144, ч. 3. – С. 227–232.
24. Голуб Г. А. Агропромислове виробництво їстівних грибів. Механіко-технологічні основи / Г. А. Голуб. – К. : Аграр. наука, 2007. – 332 с.
25. Біоенергетичні системи в аграрному виробництві / [Г. А. Голуб, С. М. Кухарець, О. А. Марус та ін.] ; за ред. Г. А. Голуба. – К. : НУБіП України, 2016. – 229 с.
26. Теплотехніка : підручник / за ред. Б. Х. Драганова. – Вид. 2-ге, переробл. і допов. – К. : ІНКІОС, 2005. – 400 с.
27. Альтернативна енергетика : навч. посіб. / [М. Д. Мельничук, В. О. Дубровін, В. Г. Мироненко та ін.]. – К. : Аграр Медіа Груп, 2012. – 244 с.

УДК 631.4; 631.31

С. М. Кухарець

Д. Т. Н.

П. М. Забродський

К. Т. Н.

Житомирський національний агроекологічний університет

НАПРУЖЕНИЙ СТАН ҐРУНТУ І ПРОЦЕСИ СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ ПРИ ОБРОБІТКУ ДИСКОВИМИ РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ

Збереження родючості ґрунту є одним з основних завдань сільськогосподарського виробництва. Важливим фактором родючості ґрунту є його оптимальна структура. В умовах інтенсифікації сільськогосподарського виробництва під дією ґрунтообробних знарядь та ходових частин мобільної техніки відбувається руйнування структури ґрунту, зменшення кількості агрономічно цінних водотривких агрегатів, розпорошення

19. Семірненко С. Л. Розрахунок енергетичного потенціалу соломи озимої пшениці [Електронний ресурс] / С. Л. Семірненко // Вісн. Сумського нац. аграр. ун-ту. Серія. Механізація та автоматизація виробничих процесів. – 2014. – Вип. 11. – С. 47–50. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna_mekh_2014_11_12.
20. Біоенергетичні проекти: від ідеї до втілення : практ. посібник / під заг. ред. Р. Ю. Тормосова. – К. : Поліграф плюс, 2015. – 208 с.
21. Мельник О. В. Покращення мікроклімату у птирнику при вирощуванні бройлерів / О. В. Мельник // Сучасні досягнення у тваринництві та птахівництві : матеріали VII Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених. – Харків, 2013. – С. 49–56.
22. Голуб Г. А. Проблеми використання соломи в якості палива / Г. А. Голуб // Вісник аграрної науки. – 2010. – № 8. – С. 49–52.
23. Кухарець В. В. Визначення основних факторів, що впливають на кількість доступної соломи для переробки / В. В. Кухарець, В. В. Сарана // Наук. вісн. Нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України. – 2010. – Вип. 144, ч. 3. – С. 227–232.
24. Голуб Г. А. Агропромислове виробництво їстівних грибів. Механіко-технологічні основи / Г. А. Голуб. – К. : Аграр. наука, 2007. – 332 с.
25. Біоенергетичні системи в аграрному виробництві / [Г. А. Голуб, С. М. Кухарець, О. А. Марус та ін.] ; за ред. Г. А. Голуба. – К. : НУБіП України, 2016. – 229 с.
26. Теплотехніка : підручник / за ред. Б. Х. Драганова. – Вид. 2-ге, переробл. і допов. – К. : ІНКІОС, 2005. – 400 с.
27. Альтернативна енергетика : навч. посіб. / [М. Д. Мельничук, В. О. Дубровін, В. Г. Мироненко та ін.]. – К. : Аграр Медіа Груп, 2012. – 244 с.

УДК 631.4; 631.31

С. М. Кухарець

Д. Т. Н.

П. М. Забродський

К. Т. Н.

Житомирський національний агроекологічний університет

НАПРУЖЕНИЙ СТАН ҐРУНТУ І ПРОЦЕСИ СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ ПРИ ОБРОБІТКУ ДИСКОВИМИ РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ

Збереження родючості ґрунту є одним з основних завдань сільськогосподарського виробництва. Важливим фактором родючості ґрунту є його оптимальна структура. В умовах інтенсифікації сільськогосподарського виробництва під дією ґрунтообробних знарядь та ходових частин мобільної техніки відбувається руйнування структури ґрунту, зменшення кількості агрономічно цінних водотривких агрегатів, розпорошення

грунту. Розглянуто процес структуроутворення, фактори, які на нього впливають і проаналізовані енергетичні критерії утворення водотривкої структури. Вивчені особливості, які виникають при механічному обробітку ґрунту, вплив обробітку на його структуру і особливості напружено-деформованого стану ґрунту. Розроблена математична модель, яка дозволяє розрахувати напружений стан ґрунту і проектувати найбільш раціональну форму дискових робочих органів.

Ключові слова: структура, агрегат, обробіток, напруження, параметри.

Постановка проблеми

Збереження родючості ґрунту є одним з основних завдань сільськогосподарського виробництва. Родючість ґрунту забезпечується при наявності в ньому достатньої кількості агрономічно цінних водотривких агрегатів. Механічний обробіток ґрунту повинен забезпечити шар, що обробляється, оптимальне розпушування для забезпечення сприятливого водного, повітряного, теплового та харчового режимів зростання сільськогосподарських культур. Але при цьому механічний обробіток призводить до руйнування структури ґрунту, посилення мінералізації органічних речовин, порушення повітряного і водного балансів при обробці пересушених або перезволожених ґрунтів [10, 12]. В умовах малозв'язних мінеральних дерново-підзолистих ґрунтів Полісся України, водотривкі ґрунтові агрегати, які легко руйнуються при механічному обробітку, важливо, щоб при механічному обробітку в ґрунті створювався такий напружений стан, який забезпечував би мінімальне руйнування агрономічно-цінних водотривких агрегатів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Вивченню структурно-механічних властивостей ґрунтів і агрономічно-цінних водотривких агрегатів присвячена велика кількість робіт таких вчених: Гольдштейн, Воронін, Шеїн, Качинський, Мілановський та інші. Але, в той же час, механізми контактної взаємодії частинок в агрегатах ґрунтів, які визначають закономірності їх функціонування і утворення, сам механізм утворення агрегатів різної форми і розмірів вивчені недостатньо. Первинним актом структуроутворення є виникнення контакту поміж сусідніми частинками дисперсної фази, а кінцевий результат являє собою виникнення просторової структури, яка охоплює весь ґрунтовий профіль. Кількість і характер контактів є найважливішими структурними характеристиками агрономічно цінних водотривких агрегатів. Розрізняють три основних типи поміжчастинкових контактів. Це коагуляційні рідинні контакти, сухі точкові (молекулярно-точкові) і конденсаційні (кристалізаційно-цементацийні), або фазові контакти. В утворенні ґрунтових агрегатів беруть участь всі три типи контактів. Поряд із вказаними в ґрунтах утворюються специфічні цементацийно-фазові контакти. Вони пов'язують між собою органомінеральні фракції мікроагрегатів, неагреговані

пилові і піщані частинки ґрунтів і формують з них водостійкі ядра, які є основною функціональною одиницею агрегатної структури ґрунтів.

У процесі механічного обробітку ґрунту одночасно відбуваються два процеси – руйнування структури ґрунту і структуроутворення. У залежності від того, який процес переважає, відбувається або розпорошення ґрунту, що може призвести до підсилення його деградації, або, навпаки, його агроструктура поліпшується і, відповідно, підвищується родючість. Як показують дослідження [13], під впливом механічних напружень, які утворюються в ґрунті при механічному обробітку ґрунтообробними знаряддями, відбувається руйнування водостійкого каркасу, утвореного шляхом зчеплення один з одним вискодисперсних органо-глинистих частинок. Цей каркас пов'язує, армує водостійкі агреговані частинки в агрегатах ґрунтів і визначає їх водостійкість.

Мета, завдання та методика досліджень

Мета і завдання даного дослідження – розглянути процеси структуроутворення агрономічно цінних водотривких агрегатів, умови, при яких вони утворюються, напружений стан, який виникає в зоні контакту робочого органу з ґрунтом, і запропонувати математичну модель, яка дозволяє розрахувати напружений стан ґрунту, з метою удосконалення конструкції дискових робочих органів з вирізами. Методологічною основою досліджень є методи і прийоми діалектичного пізнання досліджуваної проблеми, методологічні та теоретичні положення класичної механіки, механіки твердого тіла, колоїдної хімії та інших галузей науки.

Результати досліджень

Процес руйнування водостійкого каркасу супроводжується вивільненням з нього агрегованих водостійких часток різного розміру. Дана закономірність, що характеризує розподіл зруйнованих водостійких частинок по фракціях, виявлена в агрегатах ґрунтів різного генезису, що мають глинистий, важкосуглинистий, середньосуглинистий і супіщаний гранулометричний склад, тобто характерна для різних типів ґрунтів [13]. Після руйнування ґрунтових структур для їх поновлення частинки ґрунту необхідно наблизити одна до одної на таку відстань, щоб подолати потенційний енергетичний бар'єр [1]. У природніх умовах подолання цього енергетичного бар'єру і утворення водотривких агрегатів ґрунту відбувається завдяки процесам гідратації і дегідратації, промерзання і відтанення ґрунту. При цьому, в ґрунті створюється такий напружений стан, завдяки якому частинки ґрунту зміщуються, зближуються на необхідну відстань і, при якому виникають найбільш сприятливі умови для електростатичної взаємодії гумусових кислот з бічними сколами глинистих частинок і утворенням водотривких агрегатів ґрунту з урахуванням того, що при цьому відбувається розкриття мікроагрегатів глинистих частинок.

Оцінка здатності різних типів ґрунтів до утворення водотривких агрегатів на основі енергетичних критеріїв була вивчена К. Ю. Ханом і приводиться в табл. 1.

Таблиця 1. Енергетичні критерії, що характеризують умови утворення водотривкої структури – каркаса в мікроагрегатах ґрунту

Ґрунти	Гумус, %	P_c , кПа	$D = 0,2$ мкм	
				$U(h_0)$, мДж/м ²
Світло-сірі лісові	3,4	9,956	1,35	4,3
Сірі лісові	4,5	14,205	1,53	4,9
Темно-сірі	7,8	18,363	1,72	5,5
Чорноземи типові	8,4	18,469	1,74	5,5

У цих дослідженнях величина визначалася на підставі експериментальних даних, що характеризують тривалу міцність структури водостійких агрегатів.

Величина U_c характеризує ту критичну глибину первинного мінімуму, за якої коагуляція термодинамічно не вигідна. У дисперсній системі при $U(h_0) < U_c$ встановлюється рівновага між процесами пептизації і коагуляції. Критичне значення енергії міжмолекулярного притягування U_c при $h = h_0$ для частинок з $r = 0,1$ мкм,

дорівнювала $0,7$ мДж/м². Воно значно менше величини $U(h_0)$, визначеної в досліджених ґрунтах (табл. 1).

Механічний обробіток ґрунту, особливо якщо він виконується без урахування особливостей конкретного ґрунту, призводить до руйнування агрономічно-цінних водотривких агрегатів і поступової деградації ґрунту. Як показують дослідження М. І. Картамішева [12], механічний обробіток, покращуючи агрофізичні властивості у період його застосування, забезпечуючи успіх землеробця у вигляді додаткового врожаю в рік застосування інтенсивного обробітку, має дуже серйозні негативні наслідки, накопичуючись які приводять до деградації ґрунту. Чим більше і частіше ми обробляємо ґрунт, чим частіше поглиблюємо і «окультурюємо» обробітком орний шар, тим «ефективніше» руйнуємо ґрунт, сприяємо його деградації. Це підтверджується і дослідженнями [9], які показали, що при застосуванні полицевого обробітку по всіх досліджуваних шарах (0–10, 10–20 та 20–30 см) відмічено погіршення структурного стану ґрунту та зниження кількості агрономічно цінних агрегатів до 5 % (табл. 2).

Таблиця 2. Вміст агрономічно цінних агрегатів після сухого просіювання, %

Обробіток	Шар ґрунту, см	Середнє значення, %
No-till	0–10	77,6
	10–20	80,9
	20–30	81,3
Традиційний	0–10	69,4
	10–20	72,5
	20–30	76,9

Таким чином, механічний обробіток ґрунту повинен проводитися з урахуванням типу ґрунту, його властивостей, так, щоб при механічному обробітку в ґрунті створювався такий напружений стан, який забезпечував би мінімальне руйнування агрономічно-цінних водотривких агрегатів. Особливо це стосується дерново-підзолистих ґрунтів Полісся України, водотривкі ґрунтові агрегати яких легко руйнуються за механічного обробітку. Для вивчення ґрунту як об'єкту механічного впливу робочих органів ґрунтообробних машин розроблено багато різних моделей ґрунту (Іванов, Кандауров, Мічурін та інші). Ці моделі, в основному, можна представити у вигляді двох груп: модернізованого суцільного і дискретного середовищ. У першому випадку поведінка моделі підпорядковується законам механіки суцільного середовища, а в другому – залучаються закони теорії ймовірностей і вона підпорядковується законам статистичної механіки. Заслужовує на увагу модель, яку запропонував В. П. Дьяков [5]. У цій моделі ґрунт розглядається як природне дисперсне тіло, яке складається з окремих мілких і наймілкіших мінеральних частинок, що не зв'язані між собою, або зв'язані так, що міцність зв'язків у багато разів менша міцності матеріалу самих частинок. Зовнішнє навантаження при цьому сприймається в ґрунті твердими мінеральними частинками і передається від одної частинки до іншої через точки їх контакту.

У своїх дослідженнях М. О. Цитович показав [14], що за тиску штамп на ґрунтовий напівпростір, в останньому під штампом виникає ущільнене жорстке ядро, яке має форму клина. Таке саме ущільнене ядро утворюється і за обробітку ґрунту ґрунтообробними знаряддями. Це підтверджується і дослідженнями, проведеними іншими вченими. Форму і розміри цього ядра можна зафіксувати при раптовій зупинці ґрунтообробного знаряддя [9]. До того ж, це явище виникає як за глибокої обробки ґрунту, наприклад чизельними плугами чи глибокорозпушувачами (рис. 1), так і за поверхневого обробітку дисковими робочими органами [4], (рис. 2).

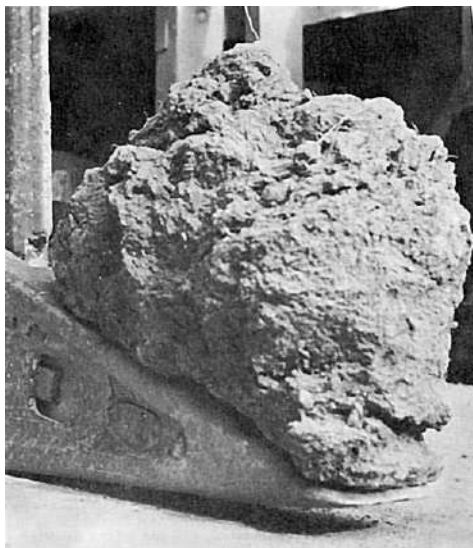


Рис. 1. Вигляд ущільненого ядра на робочій поверхні глибокорозпушувача



Рис. 2. Вигляд ущільненого ядра на робочій поверхні дискового робочого органу

Таким чином, у ґрунті виникають дві зони деформацій і, відповідно, дві зони напружень – зона ґрунту в стані пластичності і зона ґрунту в стані крихкого руйнування. Робочою поверхнею ґрунтообробного знаряддя після утворення ущільненого ядра стає не поверхня робочого органу, а поверхня ущільненого ядра [3]. Процес формування цієї поверхні може бути розцінений як процес авторегулювання і прояв зворотного зв'язку в системі. При формуванні ущільненого ядра, тертя ґрунт-метал замінюється більш енергомістким тертям ґрунт-ґрунт. Утворення двох зон в ґрунті з різним напружено-деформованим станом відповідає загальним закономірностям деформації при взаємодії тіл. Всередині ядра передбачається наявність гідростатичного напруженого стану. Тобто, тіло з ущільненого ґрунту передає тиск q гідростатичним чином, тобто рівномірно на всі боки.

В залежності від типу ґрунтообробного знаряддя і виду прикладеного навантаження деформування і руйнування ґрунту може відбуватися за такими схемами: відрив, коли тріщини розходяться одна відносно одної; поперечний зсув, коли поверхні тріщини ковзають одна по одній у поперечному напрямку; поздовжній зсув, коли поверхні тріщини ковзають одна по одній у поздовжньому напрямку. Максимально можливий рівень утворення агроцінних структурних формувань можливий за умов деформування структури напруженнями відриву, що відповідає схемі 1. При обробі ґрунту дисковими робочими органами реалізується схема 3, яка, в класичному варіанті, хоча й не сприяє утворенню агрегатних формувань, але й не призводить до значного їх руйнування. Це підтверджується результатами проведених досліджень [6, 8]. У той же час, напружений стан ґрунту можна змінювати, змінюючи геометричні параметри ґрунтообробних знарядь, швидкість їх руху, кути постановки дисків до напрямку руху і до вертикалі. Таким чином, змінюються і умови структуроутворення, що показують результати дослідження А. М. Семенюти [11]. Так, було встановлено, що при використанні дискових плугів у широкому діапазоні зміни кутів α та β кількість грудок з приведеним діаметром 150 мм та вище є стабільною на рівні 14–15% за масою, але при збільшенні кута $\beta > 200$ практично удвоє зменшується. При $\beta > 200$ також на 30–40% збільшується кількість агрономічно цінних агрегатів.

Як показують проведені розрахунки, при обробі ґрунту дисковими знаряддями з вирізами в ґрунті виникає складний напружений стан з числом зон контактних навантажень рівних числу працюючих виступів. Розроблена математична модель, яка дозволяє розрахувати напружений стан ґрунту в залежності від відстані між виступами і величини навантаження G :

$$\begin{aligned}\sigma_x &= -\frac{G}{\pi} \left\{ \frac{x^3}{[x^2 + (y-a)^2]^2} + \frac{x^3}{[x^2 + (y+a)^2]^2} \right\} \\ \sigma_y &= -\frac{G}{\pi} \left\{ \frac{x(y-a)^2}{[x^2 + (y-a)^2]^2} + \frac{x(y+a)^2}{[x^2 + (y+a)^2]^2} \right\} \\ \tau_{xy} &= -\frac{G}{\pi} \left\{ \frac{x^2(y-a)}{[x^2 + (y-a)^2]^2} + \frac{x^2(y+a)}{[x^2 + (y+a)^2]^2} \right\}\end{aligned}$$

Згідно з дослідженнями А. С. Кушнар'ова [7] напруження і деформації ґрунту залежать від геометрії робочого органу. Тому розроблена математична модель дозволяє дослідити вплив геометричних параметрів робочого органу на напружений стан ґрунту і спроектувати найбільш раціональну форму дискових робочих органів з вирізами.

Висновки та перспективи подальших досліджень

У процесі механічного обробітку ґрунту необхідно створити в Ґруні такий напружений стан, при якому баланс між процесами руйнування структури ґрунту і структуроутворення зміщується у бік структуроутворення. Розроблена математична модель дозволяє спроектувати найбільш раціональну форму дискових робочих органів з вирізами.

Література

1. Вадюнина А. Ф. Методы исследования физических свойств почв / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина – М. : Агропромиздат, 1986. – 416 с.
2. Ветохін В. І. Фізичні аспекти прояву зворотного зв'язку та авторегулювання форми знаряддя в системі «знаряддя-ґрунт» / В. І. Ветохін // Зб. наук. пр. Кіровоградського нац. техн. ун-ту. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. – 2009. – Вип. 22. – С. 119–124.
3. Ветохин В. И. К теории почвообрабатывающего клина / В. И. Ветохин // Конструювання, виробництво та експлуатація с.-г. машин : міжвід. наук.-техн. зб. / КНТУ. – 2011. – Вип. 41, ч. 1. – С. 301–308.
4. Гайфуллин Г. З. Исследование взаимодействия дисковых рабочих органов с почвой / Г. З. Гайфуллин, А. А. Курач, М. А. Амантаев // Материалы ЛП междунар. науч.-техн. конф. «Достижения науки – агропромышленному производству». – Челябинск : ЧГАА, 2013. – Ч. IV. – С. 17–23.
5. Дьяков В. П. Обоснование механической и энергетической моделей деформации и потери сплошности почвы / В. П. Дьяков // Материалы Всероссийской. науч.-практ. конф. «Сохранение и воспроизводство плодородия почв в адаптивно-ландшафтном земледелии» (13–15 сент. 2011 г.) / ГНУ ВНИИЗиЗПЭ РАСХН. – Курск, 2007. – С. 147–157.
6. Кухарець С. М. Кінематична модель ротаційного ґрунтообробного знаряддя / С. М. Кухарець, Б. А. Шелудченко, П. М. Забродський // Вісник ДАУ. – 2002. – № 1. – С. 133–137.
7. Кушнарєв А. С. Механико-технологические основы обработки почвы / А. С. Кушнарєв, В. И. Кочев. – К. : Урожай, 1989. – 140 с.
8. Моделювання параметрів роботи ротаційних робочих органів ґрунтообробних знарядь / С. М. Кухарець, Ю. Б. Бродський, С. В. Бушма, В. В. Кухарець // Вісник ДАУ. – 2006. – № 2 (17). – С. 224–232.
9. Одарченко О. М. Вплив полицевого і «нульового» обробітків на структуру ґрунту в полі ячменю ярого правобережного лісостепу України / О. М. Одарченко, С. П. Танчик // Агробіологія. – 2016. – № 1. – С. 36–41.
10. Панов И. М. Физические основы механики почв / И. М. Панов, В. И. Ветохин. – К. : Феникс, 2008. – 266 с.

11. Семенюта А. М. Польові дослідження дискового плуга в умовах півдня України / А. М. Семенюта // Зб. наук. пр. Вінницького нац. аграр. ун-ту. – 2012. – № 11, т. 2. – С. 260–264.

12. Механическая обработка и агрофизические свойства почвы / В. Ю. Тимонов, Н. М. Чернышева, С. С. Балабанов, Н. И. Картамышев // Вестн. Курской гос. с.-х. акад. – 2009. – № 6. – С. 53–57.

13. Хан К. Ю. Энергетическая характеристика водоустойчивости почвенных агрегатов : автореф. дис. на соискание учен. степени доктора биол. наук : спец. 06.01.03 «Агрофизика» / К. Ю. Хан. – Пушино, 2012. – 54 с.

14. Цытович Н. А. Механика грунтов / Н. А. Цытович. – М. : ГИЛАСМ, 1963. – 636 с.

УДК 662.761

Л. В. Лось

Д. Т. Н.

Н. М. Цивенкова

К. Т. Н.

А. А. Голубенко

асистент

М. Б. Терещук

аспірант*

Житомирський національний агроекологічний університет

ЕТНОДИЗАЙН ЕНЕРГЕТИЧНИХ КОМПЛЕКСІВ, ЯКІ ПРАЦЮЮТЬ НА БІОПАЛИВІ

В статті представлені дослідження етнопсихології українських користувачів енергетичного обладнання з виділенням основних рис, притаманних національному характеру, які впливають на взаємодію з техносередовищем, зокрема з енергетичним обладнанням. Проведені дослідження показали, що врахування основних особливостей користувачів на етапі проектування обладнання підвищує його конкурентоспроможність за рахунок більшої привабливості для споживачів. Встановлено зв'язок між окремими рисами та групами рис національного характеру і додатковими вимогами до технічного дизайну виробу. Запропоновано низку напрямків, концепцій та критеріїв етнічно орієнтованого дизайну енергетичних комплексів для практичної реалізації технологій стійкої енергетики в Україні, ініціювання та стрімкого гармонійного соціального розвитку суспільства за допомогою всебічного використання місцевих відновлюваних енергоресурсів у сільському, лісовому і житлово-комунальному господарствах.

Ключові слова: етнодизайн, газогенератор, енергетичний комплекс, паливна біомаса, етнопсихологія.

© Л. В. Лось, Н. М. Цивенкова, А. А. Голубенко, М. Б. Терещук

*Науковий керівник – кандидат технічних наук Н. М. Цивенкова

11. Семенюта А. М. Польові дослідження дискового плуга в умовах півдня України / А. М. Семенюта // Зб. наук. пр. Вінницького нац. аграр. ун-ту. – 2012. – № 11, т. 2. – С. 260–264.

12. Механическая обработка и агрофизические свойства почвы / В. Ю. Тимонов, Н. М. Чернышева, С. С. Балабанов, Н. И. Картамышев // Вестн. Курской гос. с.-х. акад. – 2009. – № 6. – С. 53–57.

13. Хан К. Ю. Энергетическая характеристика водоустойчивости почвенных агрегатов : автореф. дис. на соискание учен. степени доктора биол. наук : спец. 06.01.03 «Агрофизика» / К. Ю. Хан. – Пушино, 2012. – 54 с.

14. Цытович Н. А. Механика грунтов / Н. А. Цытович. – М. : ГИЛАСМ, 1963. – 636 с.

УДК 662.761

Л. В. Лось

Д. Т. Н.

Н. М. Цивенкова

К. Т. Н.

А. А. Голубенко

асистент

М. Б. Терещук

аспірант*

Житомирський національний агроекологічний університет

ЕТНОДИЗАЙН ЕНЕРГЕТИЧНИХ КОМПЛЕКСІВ, ЯКІ ПРАЦЮЮТЬ НА БІОПАЛИВІ

В статті представлені дослідження етнопсихології українських користувачів енергетичного обладнання з виділенням основних рис, притаманних національному характеру, які впливають на взаємодію з техносередовищем, зокрема з енергетичним обладнанням. Проведені дослідження показали, що врахування основних особливостей користувачів на етапі проектування обладнання підвищує його конкурентоспроможність за рахунок більшої привабливості для споживачів. Встановлено зв'язок між окремими рисами та групами рис національного характеру і додатковими вимогами до технічного дизайну виробу. Запропоновано низку напрямків, концепцій та критеріїв етнічно орієнтованого дизайну енергетичних комплексів для практичної реалізації технологій стійкої енергетики в Україні, ініціювання та стрімкого гармонійного соціального розвитку суспільства за допомогою всебічного використання місцевих відновлюваних енергоресурсів у сільському, лісовому і житлово-комунальному господарствах.

Ключові слова: етнодизайн, газогенератор, енергетичний комплекс, паливна біомаса, етнопсихологія.

© Л. В. Лось, Н. М. Цивенкова, А. А. Голубенко, М. Б. Терещук

*Науковий керівник – кандидат технічних наук Н. М. Цивенкова

Постановка проблеми

Криза в енергетичній галузі, глибина якої підкреслюється фінансовою, ставить перед сучасними науковцями питання про пошуки альтернатив енергозабезпечення. Найбільш вразливими виявилися в цьому аспекті сільське та комунальне господарства [5, 11, 12].

Стійке енергопостачання сільськогосподарського виробництва наразі неможливе без використання поновлюваних джерел енергії. На визначеному етапі розвитку аграрного виробництва історично склалися два основні способи енергозабезпечення робіт у даній галузі: мобільні процеси – за рахунок рідких палив нафтового походження, що використовуються в тракторах і автомобілях; стаціонарні – від централізованих електричних мереж. Через низку причин, обидва види енергозабезпечення постійно зростають у ціні і є ненадійними, тому важливого значення набуває розвиток системи децентралізованого енергопостачання.

Могутньою базою сировини для одержання генераторного газу в сільському господарстві є рослинні відходи [3, 11]. Можливість їх використання є реальним підґрунтям для планування і розвитку самостійної мережі низової енергетики. Щорічна здатність до відновлення цієї сировинної бази визначає стійкість створеної на її основі енергетичної системи, що є важливим економічним показником у сучасних умовах господарювання. Активна робота з реалізації технологій використання поновлюваних місцевих енергоджерел та відходів сільськогосподарського виробництва створює передумови для подальшого стійкого розвитку економіки держави за рахунок ресурсозбереження і зниження енергоємності продукції [5].

Інноваційними шляхами вирішення поставленої проблеми є виробництво і впровадження в сільське, комунальне та лісове господарства обладнання, необхідного для створення в регіонах власної самостійної мережі альтернативної енергетики з газогенераторними установками, що базується на місцевій паливно-енергетичній базі на основі місцевих поновлюваних палив з біомаси та її відходів [7, 12].

Однією з важливих умов успішного впровадження таких проектів у життя є вирішення питання дизайну таких енергетичних комплексів з урахуванням етнічних особливостей.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Національно-психологічні особливості мають безпосередній зв'язок із усіма аспектами розвитку людини та суспільства. Вивчення і врахування національних особливостей людської психології мають наразі важливе значення для стабільного розвитку країни в економічному, політичному та соціальному планах. Серед дослідників українського національного характеру є визначними

такі постаті: М. Костомаров, В. Липинський, Ф. Чижевський та інші.

Етнічна психологія не тільки визначає певні тенденції розвитку українського суспільства, але й вимальовує обриси оточуючого середовища, в тому числі і техногенного компоненту [6, 8, 9]. Нажаль, вплив її на промисловий дизайн надзвичайно мало досліджений.

Енергетичний комплекс як яскравий представник реалізації промислового дизайну зразка періоду розпаду Радянського Союзу, є чудовою ілюстрацією інерційності людської свідомості на тлі динамічних змін, що відбуваються в сучасному світі. Втілення в життя застарілої концепції енергетичного господарства суперечить тенденціям, що склалися в екології, економіці, енергетиці, не відбиває змін в соціальній, культурній та етнічній сферах суспільства.

Як приклад можна розглянути те, що в структурі енергоспоживання Житомирської області частка традиційних органічних видів палива складає близько 83 %, а частка місцевого палива – лише 17 %. Рівень газифікації населених пунктів області становить лише 29 %. У той же час, послуги з теплопостачання надають 960 котелень, із них 760 працюють на природному газі. Проблеми імпорту та висока вартість традиційних енергоносіїв призвели до обмеження споживання населенням і компенсації паливного дефіциту, що утворюється, несанкціонованими заготівлями дров у місцях охоронних і захисних лісонасаджень, у посадках навколо міст і населених пунктів, а також у лісових масивах.

Поряд з цим, потенційні ресурси паливної біомаси складають у середньому по області 8 млн т. на рік (або 3 млн т. у. п. на рік), з яких використовується близько 5...6 тис. т. З наведених даних видно, що потенційні можливості ресурсів паливної біомаси значно перевищують річну їх потребу в комунальній сфері і сільськогосподарських роботах. Все це є передумовою створення кінцевого продукту у вигляді енергетичного комплексу, що використовує в якості палива біомасу місцевого походження [1, 2].

На шляху стрімкого розвитку такого важливого напрямку стоїть низка проблем, в тому числі і проблеми промислового дизайну в найширшому розумінні. Перехід від традиційних енергоджерел до більш сучасних відновлюваних гальмується несприйняттям відповідного обладнання на соціально-психологічному рівні. Саме тому врахування етнопсихологічних особливостей українського суспільства дозволить не тільки забезпечити попит на певну продукцію (енергетичні комплекси), але й підтримати тенденцію, надзвичайно важливу економічно та соціально [8, 9].

Мета, завдання та методика досліджень

Об'єктом дослідження є процес визначення напрямків, концепцій та критеріїв етнодизайну енергетичних комплексів, що працюють на альтернативних місцевих поновлюваних енергоресурсах.

Метою роботи є створення науково-технічної бази та визначення напрямків, концепцій та критеріїв етнодизайну енергетичних комплексів для практичної реалізації технологій стійкої енергетики в Україні, ініціювання стрімкого гармонічного соціального розвитку суспільства шляхом всебічного використання альтернативних місцевих поновлюваних енергоресурсів у сільському, лісовому і житлово-комунальному господарствах України.

Завданням дослідження є створення ряду рекомендацій з етнічно орієнтованого дизайну енергоустановок. У процесі дослідження використано статистичний, системно-аналітичний і статистико-економічний методи.

Результати досліджень

З відновлюваною енергетикою пов'язані цікаві перспективи для сільського і лісового господарств України. Вона розширює діапазон доступних джерел енергії, створює нові ринки збуту для сільськогосподарських виробників. Поєднання продовольчого та енергетичного ринків у сільському господарстві підвищить рівень конкуренції (найбільш ефективні виробники отримуватимуть прибуток на нових ринках), зміцнить енергетичну незалежність країни за рахунок урізноманітнення джерел енергопостачання.

Сучасні енергетичні комплекси, що мають в своєму складі газогенераторні установки, за своїми технічними параметрами наближуються до кращих зразків силових та енергетичних установок, які використовують традиційні викопні енергоносії [10–12]. У промислово-розвинених країнах газогенераторні установки використовуються, головним чином, для транспортних засобів у галузях з надлишком біомаси, переважно в сільському господарстві [1–4]. Електроенергія, що виробляється центральними електростанціями, забезпечує потребу енергоємних секторів промисловості. Подібні роботи активно ведуться в Німеччині, Фінляндії, Данії, Канаді, США, Голландії та Японії [1–4, 10–12].

Дизайн таких комплексів та установок передбачає функціональність, надійність, легкість та зручність обслуговування, можливість монтажу в різних умовах, забезпечення високих експлуатаційних характеристик, ремонтопридатність тощо. [1–4, 10–12].

Етнічно орієнтований дизайн як такий не спостерігається. Основною причиною можна виділити практичну відсутність серійності. Обладнання, що використовується, часто виконане «кустарним» методом із застосуванням примітивних технологій. У таких випадках функціональність є головною метою, а дизайн форми настільки вторинний, що про нього взагалі мова не йде. В якості

ілюстрації наведені приклади енергетичних установок та комплексів, створених у різних країнах (рис. 1–5). Подібність дизайну таких виробів може навести на думку, що в конструктивному аспекті вони досягли оптимальності співвідношення ціни, форми та експлуатаційних характеристик.



Рис. 1. Газогенераторний трактор фірми Volvo, який працює на пелетованих рослинних відходах



Рис. 2. Газогенераторна установка ENEA (виробництво Італії) силовою потужністю 80 кВт, яка працює на деревних відходах вологістю 25...30 %

Цікаво підкреслити той факт, що в США, де досить скептично відносяться до перспектив переходу навіть сільськогосподарської техніки на генераторний газ,

розвиток даної технології активно фінансується Департаментом з надзвичайних ситуацій, який видає проспекти, що безкоштовно розповсюджуються серед сільських мешканців. Це, у свою чергу, теж відбивається на дизайні: подібні енергетичні комплекси є стратегічним елементом, що забезпечує енергетичну незалежність населення від загальної енергетичної мережі.

Енергетика більшості країн, що розвиваються, характеризується широким використанням ДВЗ у якості генераторів для забезпечення потреб в електроенергії, особливо в сільській місцевості. Це обумовлено відсутністю розгалуженої системи енергетики. Технологія газифікації твердих палив для двигунів внутрішнього згоряння, після мінімальної підготовки, має специфічну важливість. Так, установка на рис. 2 використовується для виробництва електроенергії, а установка на рис. 3 виробляє генераторний газ для мережі теплопостачання.



Рис. 3. Газогенераторна установка тепловою потужністю 300 кВт, що працює на рослинних залишках аграрного виробництва вологістю до 40 % (розробка Ліонінського інституту енергетичних ресурсів, КНР)



Рис. 4. Газогенераторна установка потужністю 200 кВт, що працює на рослинних залишках сільськогосподарського виробництва вологістю до 30 % (розробка Ліонінського інституту енергетичних ресурсів, КНР)

Німецька установка (рис. 5) виробництва фірми Spanner RE GmbH має підвищену надійність за рахунок автоматизації робочих процесів і достатньо високий ККД (в межах 89...92 %).



Рис. 5. Газогенераторна установка фірми Spanner RE GmbH (виробництво Німеччини) силовою потужністю 100 кВт, яка працює на деревних відходах вологістю до 30 %

Отриманий генераторний газ може використовуватися як для силових, так і для теплових потреб. Газогенераторна установка працює на деревинних пелетах, виготовлених згідно з європейськими нормами якості, витрати яких установкою складають 35 кг/год. Робота установки контролюється сучасними електронними системами. Конструкція установки відрізняється високою пожежною безпекою. Недоліками є висока вартість та специфічні вимоги до монтажу, що зумовлені вимогами експлуатації такого обладнання в країнах ЄС.

У країнах СНД газогенератори масово не використовуються, незважаючи на різке подорожчання традиційних видів палива та наукові напрацювання минулого. Єдине виключення – Естонія: в Кохта-Ярві працює завод газифікації горючих сланців, які у великій кількості добуваються у північно-східних районах країни. Генераторного газу виробляється стільки, що для його транспортування побудували 400-кілометровий газопровід до Таллінну. В Естонській столиці на генераторному газі працюють всі міські котельні.

Проведені дослідження зразків промислового дизайну газогенераторних енергокомплексів свідчать про відсутність у них етнічного спрямування.

Розглянемо особливості етнопсихології українців для визначення основної концепції етнодизайну таких комплексів. Майже всі дослідники, колишні і теперішні, виокремлюють такі типові риси українського національного

характеру як демократичність, волелюбство, емоційність, що проявляються в наближеності українців до природи, культі жінки і родини, релігійності, толерантності до інших народів, працелюбстві, гостинності [6, 8, 9].

Більшість дослідників схилиються до того, що українцям властива така психологічна риса, як інтровертність, що проявляється у певній спрямованості на свій власний внутрішній світ, на проблеми власного соціуму, родини тощо. Певна закритість для зовнішнього світу породжує особистісну стриманість, витривалість та впертість у досягненні задумів. Майже всі дослідники визначають характерологічну рису українців – індивідуалізм. Ця риса може проявлятися у всіх сферах життя, і визначає здатність до саморегуляції, самостійності, розвитку. Ще однією з домінуючих рис українського національного характеру є його емоційність, підвищена чутливість до всього, що оточує, інколи – у поєднанні з певною амбіційністю.

Недостатня розвиненість соціальної волі також виокремлюється багатьма дослідниками українського етносу. Перевага емоційності, споглядальності, мрійливості над волею, в характері українця, часто призводить до того, що поставлені цілі не реалізуються, або трансформуються під зовнішнім впливом. Неадекватність вольової регуляції відбивається і в такій характерологічній рисі, як упертість, що виявляється у прагненні діяти по-своєму, усупереч розумним доказам чи порадам. Підсумки дослідження особливостей національного характеру українців та відповідні концептуальні положення етнічно-орієнтованого дизайну представлено в таблиці 1.

Таблиця 1. Врахування особливостей національного характеру українців в етнічно-орієнтованому дизайні

№	Ознака*	Реалізація ознаки в етнودизайні
1	2	3
1	Наближеність до природи	Техногенні ознаки виробу мають бути слабовиражені або приховані, конструкція має передбачати плавні гармонійні форми та обриси, природну гаму кольорів
2	Інтровертність	Виріб має бути максимально функціональним, простої конструкції; слід врахувати можливість обслуговування та ремонту його користувачем без залучення сторонніх спеціалістів.
3	Індивідуалізм	Виріб має передбачати можливості модернізації зовнішнього вигляду, доопрацювання конструкції та розширення її функціональних можливостей згідно з індивідуальним замовленням споживача. Конструкція має передбачати можливі зміни дизайну власними силами користувача та різнитися за дизайном від аналогів.

Закінчення таблиці 1

1	2	3
4	Емоційність, амбіційність, упертість	Дизайн має передбачати імпульсивність та емоційність користувача, його прагнення до непокори, що реалізується у порушенні інструкцій, правил безпеки. Слід передбачити засоби, що запобігають можливому травмуванню користувача під час обслуговування обладнання та можливого втручання його в роботу комплексу (установки), а також захист обладнання від можливих порушень технологічних режимів та умов експлуатації користувачем.
5	Економічні чинники існування	Конструкція має бути модульною, багатофункціональною, включати стандартизовані та уніфіковані елементи. Дизайн етнічно та соціально-орієнтованої конструкції визначається її функціональністю, ремонтпридатністю та співвідношенням ціни-якості.

* - риса або група рис національного характеру, яка визначає додаткові вимоги до етнодизайну виробу.

Оскільки дизайн енергетичних установок та комплексів відноситься до промислового дизайну, метою якого як форми творчої діяльності, є виділення формальних якостей промислових виробів: зовнішнього вигляду, структурних і функціональних особливостей, дизайн-концепція в цьому випадку може складатися з наступних блоків:

1. Опрацювання проектної ідеології (результат проектного аналізу);
2. Визначення системи принципів проектування;
3. Формування моделі, видимого образу об'єкту проектування;
4. Попереднє обґрунтування, соціально-економічні проблеми. Досягнення цілісності, завершеності проекту.

Ієрархія становлення концепції дизайну визначається схемою: формулювання проектних проблем → формулювання проектних завдань → формулювання проектних вимог.

Важливо також звертати увагу на цілі та завдання концепції дизайну.

Основні концепції етнодизайну енергетичних установок, орієнтованих на українського користувача, мають враховувати результати досліджень, підсумовані вище.

Важливо відзначити, що газогенераторні установки, які поставляються в Україну, при роботі на паливах місцевого виробництва не досягають регламентованих виробником техніко-економічних показників, не відповідають вимогам промислового дизайну і не враховують особливості експлуатації на території України, особливості майбутніх користувачів, відсутність сертифікованого палива. Тому виробники ставлять як умову нормальної експлуатації такого обладнання використання біопалив, вироблених у країнах-постачальниках. У результаті цього експлуатація такого устаткування в Україні стає нерентабельною, а у випадку використання для нього біопалив місцевого походження, виробник відмовляється від гарантійного обслуговування.

Склад і якість паливної біомаси залежать від застосованої для її виготовлення сировини і способу виробництва, допоміжного обладнання, що входить до складу енергетичних комплексів. Відповідно, з урахуванням ботанічних і фізико-хімічних властивостей вихідної біомаси, розробляється технологічний процес її енергетичного збагачення і конструктивної оптимізації газогенераторних установок. Тому, в даному випадку, виробництво вітчизняного устаткування, з урахуванням особливостей місцевих біопалив та вимог етнодизайну, дозволяє успішно конкурувати з іноземними виробниками на внутрішньому ринку України.

За результатами проведених досліджень в ЖНАЕУ була розроблена та досліджена газогенераторна установка, оптимізація експлуатаційних параметрів та дизайну якої дозволила перевести автомобіль ГАЗ-53А на рослинне паливо (рис. 6). З урахуванням потреб потенційних споживачів та особливостей експлуатації обладнання, було розроблено газогенераторний енергетичний модуль (рис.7). У дизайні враховувалися вимоги, сформульовані в таблиці 1.



Рис. 6. Автомобіль ГАЗ-53А з газогенераторною установкою

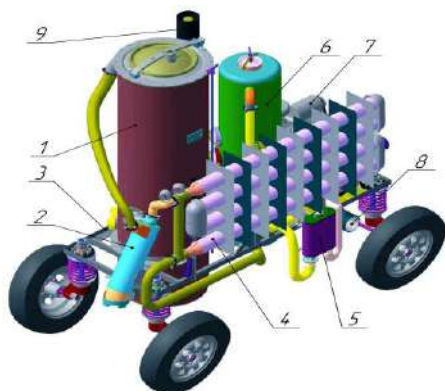


Рис. 7. Газогенераторний енергомодуль, розроблений в ЖНАЕУ: 1 – газогенераторна установка; 2 – циклон; 3 – візок; 4 – охолоджувач; 5 – підігрівач; 6 – скруббер; 7 – двигун; 8 – насос; 9 – факел

Проект розробки газогенераторного енергомодуля був представлений потенційним користувачам і отримав схвальні відгуки, які реалізувалися в попередніх замовленнях. Особлива увага приділялася питанням цінової політики, функціональності, модульності, екологічності.

Вихлопні гази ДВЗ, що працюють на генераторному газі, мають значно вищі екологічні показники, ніж при роботі на традиційних видах пального, а отриманий у результаті роботи установки попіл може бути використаний як

високоєфективне добриво. Подальші дослідження дозволять оптимізувати зазначену установку для створення на її основі інших конструкцій.

Висновки та перспективи подальших досліджень

1. Врахування етнічних особливостей у виробничому дизайні дозволяє забезпечити виробу стійку популярність серед споживачів.

2. Популяризація, за рахунок етнічно-орієнтованого дизайну, енергетичних комплексів на біопаливі, сприятиме підвищенню ефективності використання енергетичного потенціалу, що наразі є нагальною необхідністю, оскільки імпортування традиційних видів палива є обтяжливим для бюджету області та ускладнює подальший інтенсивний розвиток її паливно-енергетичного комплексу.

3. Найбільш перспективними напрямками вирішення проблеми етнодизайну енергетичних комплексів є диверсифікація джерел енергії, у першу чергу, за рахунок використання місцевих поновлювальних палив, впровадження енергозбереження, забезпечення функціональності комплексів, можливість індивідуального доопрацювання, модульність тощо.

4. Розуміння важливості розвитку технологій з переробки та використання альтернативних видів палива є важливим як на рівні держави, так і на рівні майбутніх користувачів, тому популяризація ідей енергозбереження та раціонального енергокористування, розповсюдження інформації про нові технології та досягнення дизайну в цьому напрямку стає цілим етапом на шляху реорганізації такої складної та інерційної системи, як енергокомплекс України.

Література

1. Generator gas : the Swedish experience from 1939–1945 : [prepared for the U.S. Department of Energy] / translated by the Solar Energy Research Institute. – Golden : Solar Energy Research Institute, 1979. – 329 p.

2. Reed T. B. Handbook of Biomass Downdraft Gasifier Engine Systems / T. B. Reed, A. Das. – Golden : Solar Energy Research Institute, 1988. – 140 p.

3. Updraft Gasification of Waste Fuels / P. Ståhlberg, E. Kurkela, H. Filén, K. Salo // Pyrolysis and Gasification. – London : Elsevier Applied Science, 1989. – P. 603–607.

4. Дослідження енергетичної ефективності котлів із верхнім горінням / Г. А. Голуб, С. М. Кухарець, О. Я. Переходько [та ін.] // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України / ДНУ УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. – 2015. – Вип. 19. – С. 283–288.

5. Енергетична стратегія України на період до 2030 року [Електронний ресурс] : розпорядження Кабінету Міністрів України від 15.03.2006 р. №145. – Режим доступу : www.search.ligazakon.ua/

6. Кривонос І. Місце національного характеру серед інших етнопсихологічних понять / І. Кривонос // Педагогіка і психологія. – 2005. – № 2. – С. 105–116.
7. Лось Л. В. Дослідження особливостей конструкції транспортних газогенераторів для газифікації подрібненої та брикетованої соломи / Л. В. Лось, В. В. Іванцов // Вісн. ЖНАЕУ. – 2010. – № 2. – С. 127–139.
8. Міщенко М. Національний менталітет та проблеми суспільного розвитку / М. іщенко // Розбудова держави. – 2000. – № 1–6. – С. 47–53.
9. Онацький Є. Особливості етнопсихології українців / Є. Онацький // Народна творчість та етнографія. – 2001. – № 3. – С. 43–48.
10. 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.
11. Перспективи розвитку альтернативної енергетики на Поліссі України. Монографія / [В. О. Дубровін, Л. Д. Романчук, С. М. Кухарець [та ін.]; відп. ред. О. В. Скидан. – К. : Центр учбової літератури, 2014. – 335 с.
12. Самилін О. О. Сучасні енергоефективні технології використання відходів біомаси в сільському, лісовому та комунальному господарствах / О. О. Самилін, Н. М. Цивенкова, А. А. Голубенко // Вісник ЖНАЕУ. – 2009. – № 1. – С. 269–278.

УДК 620.168:621.763:661.666.2

О. Л. Мельник

к. т. н.

Житомирський державний технологічний університет

Я. Д. Ярош

к. т. н.

Житомирський національний агроєкологічний університет

В. В. Серов

к. т. н.

В. В. Отаманський

аспірант*

Житомирський державний технологічний університет

ВПЛИВ ВИСОКОДИСПЕРСНИХ ВУГЛЕЦЕВИХ НАПОВНЮВАЧІВ НА ТЕПЛОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КОМПОЗИЦІЙНИХ СИСТЕМ «КЕРАМІКА-ВУГЛЕЦЬ»

Представлено результати експериментального дослідження залежності основних теплофізичних властивостей електропровідних композиційних матеріалів (ЕПК) системи «кераміка-вуглець» від вмісту нанорозмірних вуглецевих наповнювачів та

© О. Л. Мельник, Я. Д. Ярош, В. В. Серов, В. В. Отаманський

*Науковий керівник – к. т. н., доцент В. Ю. Лосєв

6. Кривонос І. Місце національного характеру серед інших етнопсихологічних понять / І. Кривонос // Педагогіка і психологія. – 2005. – № 2. – С. 105–116.
7. Лось Л. В. Дослідження особливостей конструкції транспортних газогенераторів для газифікації подрібненої та брикетованої соломи / Л. В. Лось, В. В. Іванцов // Вісн. ЖНАЕУ. – 2010. – № 2. – С. 127–139.
8. Міщенко М. Національний менталітет та проблеми суспільного розвитку / М. іщенко // Розбудова держави. – 2000. – № 1–6. – С. 47–53.
9. Онацький Є. Особливості етнопсихології українців / Є. Онацький // Народна творчість та етнографія. – 2001. – № 3. – С. 43–48.
10. 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.
11. Перспективи розвитку альтернативної енергетики на Поліссі України. Монографія / [В. О. Дубровін, Л. Д. Романчук, С. М. Кухарець [та ін.]; відп. ред. О. В. Скидан. – К. : Центр учбової літератури, 2014. – 335 с.
12. Самилін О. О. Сучасні енергоефективні технології використання відходів біомаси в сільському, лісовому та комунальному господарствах / О. О. Самилін, Н. М. Цивенкова, А. А. Голубенко // Вісник ЖНАЕУ. – 2009. – № 1. – С. 269–278.

УДК 620.168:621.763:661.666.2

О. Л. Мельник

к. т. н.

Житомирський державний технологічний університет

Я. Д. Ярош

к. т. н.

Житомирський національний агроєкологічний університет

В. В. Серов

к. т. н.

В. В. Отаманський

аспірант*

Житомирський державний технологічний університет

ВПЛИВ ВИСОКОДИСПЕРСНИХ ВУГЛЕЦЕВИХ НАПОВНЮВАЧІВ НА ТЕПЛОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КОМПОЗИЦІЙНИХ СИСТЕМ «КЕРАМІКА-ВУГЛЕЦЬ»

Представлено результати експериментального дослідження залежності основних теплофізичних властивостей електропровідних композиційних матеріалів (ЕПК) системи «кераміка-вуглець» від вмісту нанорозмірних вуглецевих наповнювачів та

© О. Л. Мельник, Я. Д. Ярош, В. В. Серов, В. В. Отаманський

*Науковий керівник – к. т. н., доцент В. Ю. Лосєв

технологічних режимів формування. Визначено раціональні склади та технологічні параметри виготовлення прес-композитів перколяційної системи «кераміка-вуглець», які забезпечують підвищення електро- та теплопровідності. При цьому, концентрація електропровідної фази зберігається децю вищою за критичну концентрацію перколяційної системи. Останнє дозволяє зберегти високу чутливість електричного опору ЕПК до зовнішніх факторів впливу (тиску, температури тощо), що дозволяє використовувати розроблені матеріали в якості нагрівних елементів з ефектами самостабілізації, терморезисторів тощо.

Ключові слова: композитні матеріали, нанопластинки графіту, поверхнево-активні речовини, теплопровідність, температуропровідність.

Постановка проблеми

На даний час розроблено ряд композиційних систем типу «діелектрик → провідник» на основі керамічних діелектричних матриць (зокрема алюмосилікатних матриць) та вуглецевих наповнювачів у широкому діапазоні дисперсності в якості електропровідної фази [1–3]. Такі ЕКМ пропонуються в якості нагрівальних елементів, п'єзорезистивних та терморезистивних матеріалів [1–5]. ЕКМ системи «кераміка-вуглець» передбачає можливість формування виробів такими традиційними методами кераміки, як пластичне формування, напівсухе пресування та шлікерне лиття, що дозволяє виготовляти ефективні нагрівальні елементи, наприклад, у вигляді чарункових блоків. Але, разом з тим, ЕКМ систем «кераміка-вуглець» мають такі значні недоліки, як низька тріщиностійкість та низька теплопровідність (0,1 – 0,31 Вт/(м·К) [2, 3]). З позиції розробки нагрівальних пристроїв та терморезисторів низька теплопровідність є значним недоліком ЕКМ систем «кераміка-вуглець».

Аналіз останніх досліджень і публікацій

В роботі [3] було досліджено коефіцієнт теплопровідності ЕКМ системи «кераміка-вуглець», в котрих в якості діелектричної фази використаний вихідний каолін, а в якості електропровідної – термічно розширений графіт (ТРГ). Результати обчислень коефіцієнту теплопровідності зразків, виготовлених напівсухим пресуванням, показані на рис.1. З аналізу даних роботи [3] та рис.1 виходить, що коефіцієнт теплопровідності для зразків, виготовлених шлікерним литтям, коливається у межах 0,1–0,31 Вт/(м·К), для пресованих зразків (рис. 1) – від 0,45 до 1,17 Вт/(м·К), причому зазначимо, що коефіцієнт теплопровідності алюмосилікатних матеріалів становить близько 0,1-0,5 Вт/(м·К).

В роботі [6] представлено результати експериментального дослідження залежності електричного опору при зміні температури ЕКМ системи «кераміка-вуглець», в котрому як діелектрична фаза використаний вихідний каолін з кварцовим наповнювачем та як електропровідна фаза – ТРГ.

На рисунку 2 зображені результати експериментального визначення залежності питомого електричного опору від зміни температури для зразків композицій із 5,7% ТРГ (об'єм) та з 42,7 % кварцової муки Silverbond 15 (об'єм) (рис. 1), сформованих напівсухим пресуванням при 30 МПа.

Гістерезис кривих нагрівання-охолодження можна пов'язати з низькою теплопровідністю матеріалу, що спричиняє значну теплову інерцію.

Проаналізовані результати робіт [3, 6] вказують на те, що актуальним питанням є підвищення теплопровідності ЕКМ системи «кераміка-вуглець», у яких як діелектрична фаза використаний вихідний каолін та як електропровідна фаза – вуглецеві наповнювачі.

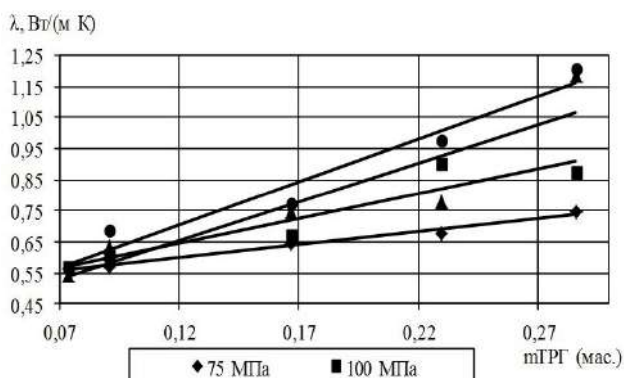


Рис. 1. Розрахунок коефіцієнта теплопровідності пресованих зразків [3]

У роботах [3, 6] вказується на зростання пористості після термічної обробки зразків, що пов'язано з пружною термічною післядією спресованого ТРГ та запресуванням повітря. У зв'язку з цим, для зменшення зростання пористості під час термічної обробки в даній роботі запропоновано та використано спосіб пресування, при якому відбувається витримка зразків у пресформі за максимального тиску пресування (300 МПа) протягом 3-х годин за температури пресформи 300°C.

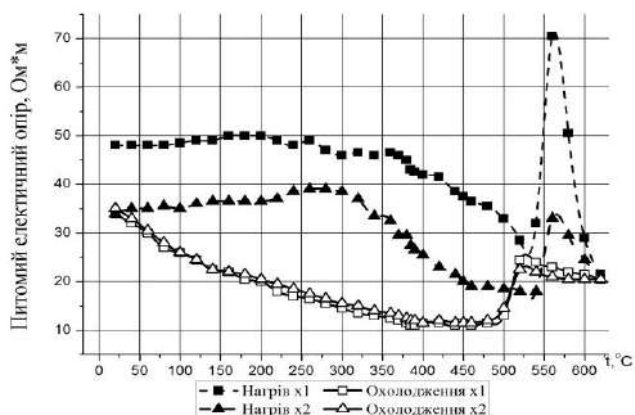


Рис. 2. Залежність питомого електричного опору зразків від температури [6]

Останнім часом значний прогрес у розвитку перколяційних ЕКМ був досягнутий з початком використання нанорозмірних електропровідних наповнювачів, що дозволило, з однієї сторони, покращити основні фізико-механічні властивості матеріалів з одночасним зменшенням відсоткового вмісту електропровідного наповнювача, з іншої – знизити критичну концентрацію перколяційної системи [7–12].

В роботі [13] розроблено ЕКМ системи «кераміка-вуглець», в яких як діелектрична фаза використаний вихідний каолін та як електропровідна фаза – ТРГ та НПП. При цьому, в роботі [13] застосуванням неіоногенної поверхнево-активної речовини (НПАР) забезпечено стабілізацію гідрофільно-гідрофобної системи каолін-НПП та гомогенний розподіл НПП у каоліновій матриці.

Але питання впливу НПП на теплові властивості ЕКМ систем «кераміка-вуглець» залишаються мало вивченими. Тому в даній роботі проводиться експериментальне дослідження основних теплофізичних властивостей ЕКМ систем «кераміка-вуглець», в яких як електропровідна фаза використовуються вуглецеві наповнювачі в широкому діапазоні дисперсності (ТРГ та НПП).

Мета, завдання та методика досліджень

Метою роботи є підвищення основних теплових властивостей ЕКМ без значного зростання об'ємного вмісту електропровідної фази.

Об'єктом дослідження є електропровідні композиційні матеріали з керамічною матрицею.

Предметом дослідження є основні теплофізичні властивості ЕКМ системи «кераміка-вуглець» від відсоткового вмісту та дисперсності електропровідної фази, сформованих напівсухим та високотемпературним пресуваннями.

Методика та обладнання для вимірювання теплофізичних властивостей одержаних матеріалів.

Растрова електронна мікроскопія проводилася за допомогою ESEM Philips XL30-FEG. Для збільшення контрасту зразки фіксувалися за допомогою клею на основі срібла у різних положеннях відносно осі пресування зразка. Режими спостереження здійснювався за допомогою вторинних електронів (SE) – прискорювальна напруга становила 8 та 10 кВ.

Визначення значення пористості проводилося згідно з ГОСТ 7025-91.

Вимірювання електропровідності проводили за допомогою аналогового перетворювача HM8118 LCR Measurement Bridge.

Вимірювання теплопровідності та температуропровідності виконані на Hot Disk TPS 2500 S. Метод Hot Disk Thermal Constants Analyser (Hot Disk) заснований на використанні тимчасового підігрівання плоского датчика.

Результати досліджень

Вихідні матеріали та виготовлення зразків.

В якості електропровідної фази використовується термічно розширений графіт (ТРГ) та НПП синтезовані ультразвуковою обробкою вихідного ТРГ, в якості матриці – каолінова глина ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) марки П-1.

Виготовлення НПП.

Виготовлення НПП здійснювалося обробкою ультразвуком ТРГ в середовищі води та ізопропілового спирту у співвідношенні 65:35 відповідно. Обробка ультразвуком здійснювалася на ультразвуковому диспергаторі УЗД-500. Обробка ультразвуком здійснювалася при 100, 250 та 350 Вт з часом обробки 4, 8 та 16 годин.

Результати аналізу скануючої електронної мікроскопії показують, що товщина отриманих частинок НПП варіюється від 10 нм до 300 нм, а середній діаметр частинок знаходиться в діапазоні від 0,3 мкм до 2 мкм.

Підготовка суміші з вихідних компонентів ЕПК.

Підготовка суміші композицій полягала у дозуванні НПП, ТРГ та каоліну у межах концентрацій НПП 3–5% (мас.), ТРГ 5–9% (мас.).

Змішування проводилося із додаванням дистильованої води ~20%. Стабілізація гідрофільно-гідрофобної системи каолін-НПП здійснювалася введенням неіоногенною ПАР (Тритон Х-305, $\text{CH}_3\text{-C}(\text{CH}_3)_2\text{-CH}_2\text{-C}(\text{CH}_3)_2\text{-C}_6\text{H}_5\text{-O-(CH}_2\text{CH}_2\text{O)}_n\text{H}$, де $n=30$, Rohm & Haas, USA) з концентрацією $C=0.0005$ моль/л. Отриману суміш висушували у електричній шафі.

Формування виробів здійснювалося двома способами:

- напівсухим пресуванням при тисках 30 та 75 МПа. Пресування проводилося ступінчасто – 10, 30, 50 та 100% від максимального тиску, з метою зменшення запресовування повітря;
- високотемпературним пресуванням при витримці за температури 300°C та тиску 300 МПа протягом 3-х годин з метою формування щільнішої структури та усунення пружної післядії спресованого ТРГ.

Спікання проводилося в муфельній електропечі при температурі 1150°C у захисній атмосфері з витримкою, за максимальної температури, 2 години.

Результати електронної мікроскопії

Аналіз мікрофотографій ЕКМ системи «кераміка-вуглець» на основі вихідного каоліну та ТРГ (рис. 3) вказує на утворення шаруватої високо-пористої анізотропної структури.

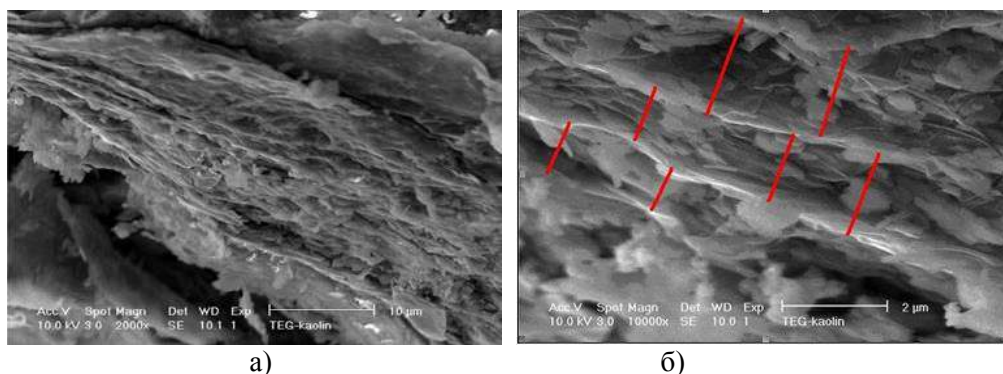


Рис. 3. Результати електронної мікроскопії графіт-керамічних зразків 9 % ТРГ (мас.)

З результатів попередніх досліджень [2, 3, 6] відомо, що ЕКМ системи «кераміка-вуглець» на основі вихідного каоліну та ТРГ сформовані напівсухим пресуванням мають значну анізотропію властивостей за рахунок утворення шаруватої структури.

З цих позицій додавання НПГ, на нашу думку, повинно забезпечити додаткове з'єднання (електро- та теплопровідні «містки») між плоскими шарами спресованого ТРГ (виділено лініями на рис. 3 б) та підвищити основні електро- та теплопровідність вздовж вісі пресування, зменшивши анізотропію властивостей.

Результати визначення пористості

Отримані результати визначення пористості (рис. 4.) показали зростання пористості зі збільшенням вмісту електропровідної фази. Збільшення тиску пресування з 30 до 75 МПа (рис. 4 а) призводить до зменшення пористості в середньому на ~20%. Застосування високотемпературного пресування дозволяє одержати зразки з пористістю приблизно в ~2 рази нижчою від зразків, сформованих напівсухим пресуванням при 30 МПа за інших рівних умов. Причому ефект зменшення пористості зразків сформованих високотемпературним пресуванням тим менший, чим вищий вміст ТРГ, що підтверджує гіпотезу про значний вплив пружної термічної післядії спресованого ТРГ та запресованого в ТРГ повітря.

Аналіз отриманих залежностей пористості від вмісту НПГ (рис. 4 б) показав зростання пористості зі збільшенням вмісту НПГ. Дане явище може бути пов'язане з міжчастинковою взаємодією каолін-ПНГ під час термічної обробки та утворення значної кількості газоподібних продуктів окислення НПГ з врахуванням того, що використані НПГ мають питому площу в межах 20–75 м²/г [13].

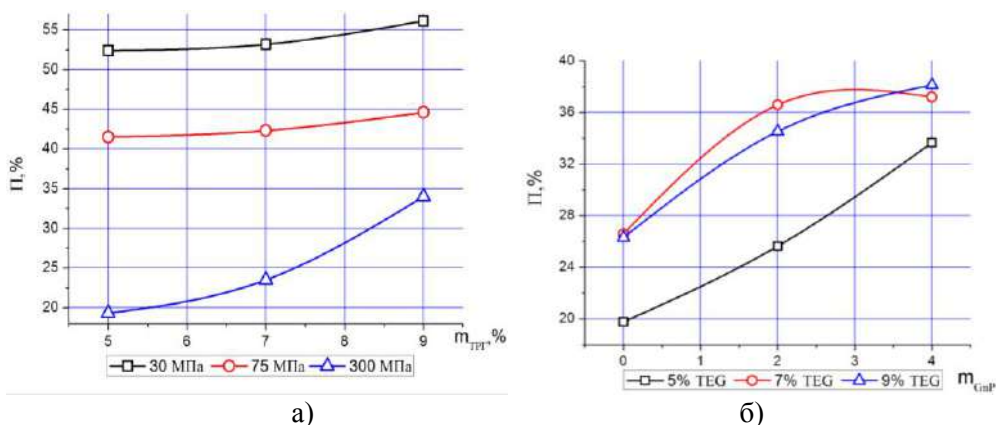


Рис. 4. Залежність пористості зразків від відсоткового вмісту (мас.) електропровідної фази

Електрична провідність отриманих КМ.

В цілому характер зміни питомої електричної (рис. 5.) провідності вдовж вісі пресування від збільшення тиску пресування та збільшення вмісту електропровідної фази добре корелює з характером зміни пористості.

З аналізу графічних залежностей рис.5. можна зробити наступні висновки:

1. Зростання відсоткового вмісту електропровідної фази у всіх випадках призводить до зростання електричної провідності, що може бути описана рівнянням Маклахлана (McLachlan's) (1):
- 2.

$$\Theta_i \frac{\sigma_i^{1/S} - \sigma_m^{1/S}}{\sigma_i^{1/S} + \left(\frac{1}{\Theta_{crit}} - 1 \right) \sigma_m^{1/S}} + \Theta_C \frac{\sigma_C^{1/t} - \sigma_m^{1/t}}{\sigma_C^{1/t} + \left(\frac{1}{\Theta_{crit}} - 1 \right) \sigma_m^{1/t}} = 0, \quad (1)$$

де $\sigma_i, \Theta_i, \sigma_C, \Theta_C$ – електропровідність та відсотковий вміст діелектричної та провідникової (електропровідної) фаз відповідно; Θ_{crit} – критична концентрація провідникової компоненти; t, S – параметри, що характеризують морфологію частинок.

2. Використання високотемпературного пресування за інших рівних умов дозволяє на порядок підвищити електричну провідність вздовж вісі пресування.

3. Найбільший вплив НПГ на електропровідність (рис. 5 б) спостерігається для найнижчих концентрацій ТРГ. Цей факт пояснюється тим, що додавання НПГ в композицію найнижчим вмістом ТРГ (5 % мас.) призводить до утворення електропровідних «містків» між графітовими шарами, як це схематично показано лініями на рис. 3.

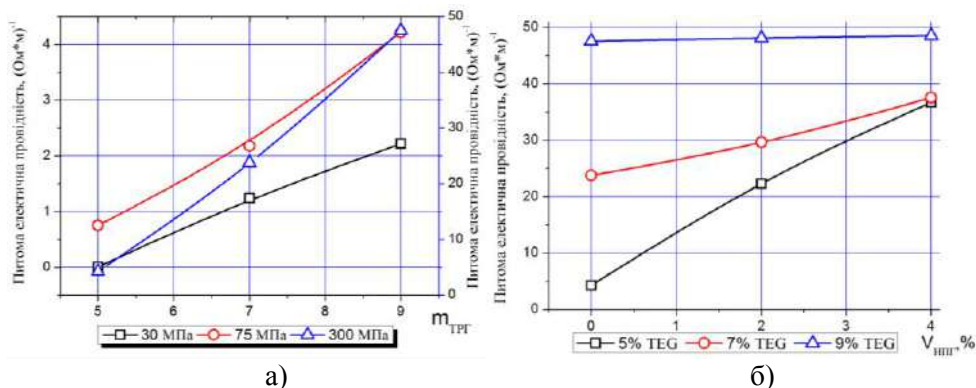


Рис. 5. Залежність електропровідності зразків від відсоткового вмісту (мас.) електропровідної фази

Оцінка теплопровідності матеріалів.

Аналіз результатів досліджень коефіцієнту теплопровідності ЕКМ, виготовлених способом напівсухого пресування при тисках 30 та 75 МПа на основі вихідного каоліну та ТРГ графічних залежностей (рис. 8.), дозволив зробити наступні висновки:

– підвищення тиску пресування із 30 до 75 МПа призвело до підвищення λ на ~10%, що пов'язано з формуванням структури з меншою пористістю при підвищенні тиску формування;

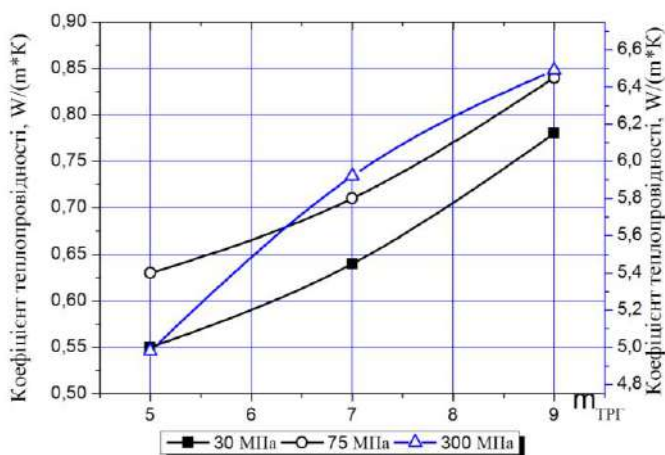


Рис. 8. Залежність коефіцієнту теплопровідності зразків від вмісту ТРГ

– в цілому λ зразків сформованих напівсухим пресуванням при 30 та 75 МПа знаходиться у межах $\sim 0,45\text{--}0,8$ Вт/(м·К), що добре корелюється з результатами робіт [2, 3] та вказує на те, що дані КМ є тепло ізоляторами;

– пресування при підвищених тиску і температурі (300°C та 300 МПа відповідно) та витримці при максимальному тиску протягом 3-х годин (високотемпературне пресування) призвело до значного (~ 7 разів) зростання λ зразків, максимальне значення λ спостерігається при максимальному вмісті ТРГ 99% мас.) та становить 6,49 Вт/(м·К).

– одним з шляхів підвищення теплопровідності ЕЕМ системи «кераміка-вуглець» є формування більш щільної структури.

Результати експериментальних досліджень коефіцієнту теплопровідності ЕКМ, виготовлених способом високотемпературного пресування на основі каоліну, ТРГ та із додаванням 0-4 % (мас.) НПП, представлені на рис. 9.

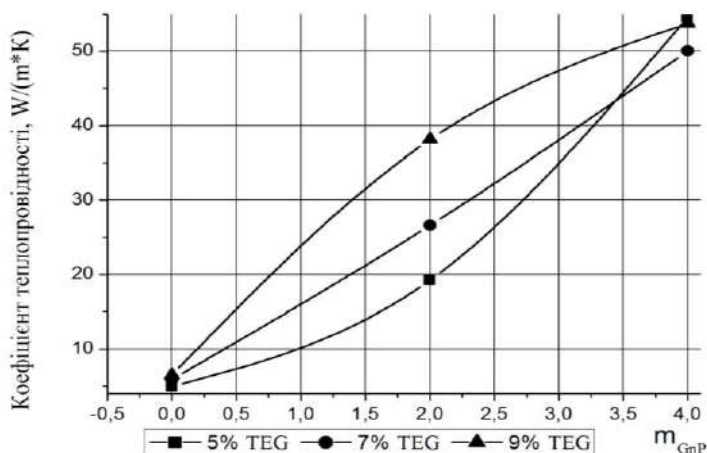


Рис. 9. Залежність коефіцієнту теплопровідності зразків, сформованих високотемпературним пресуванням від вмісту НПП

Використання високотемпературного пресування для композицій складу вихідний каолін-ТРГ привело до зростання коефіцієнта теплопровідності у порівнянні зі зразками, що за інших рівнів умов сформовані напівсухим пресуванням, в 7...8 разів, що пояснюється формуванням більш щільної структури та, на нашу думку, утворенням більшої кількості контактів між плоскими спресованими шарами ТРГ в напрямку паралельно вісі пресування.

Додавання 4% (мас.) НПП призвело до значного зростання теплопровідності – в 15...17 разів до ~ 54 Вт/(м·К) для всіх концентрацій ТРГ.

Але значне ($\sim 15\text{--}17$ разів) зростання теплопровідності зразків не можна повністю віднести до утворення нових «містків» між електропровідною

(теплопровідною) фазою. Введення НПП та їх рівномірний розподіл у керамічній матриці сприяють формуванню більш дрібнозернистої структури керамічної матриці, за рахунок чого реалізується теплопровідність.

Даний висновок узгоджується з висновками робіт [14–15], в якій авторам вдалось підвищити теплопровідність композиційних систем за рахунок формування більш дрібнозернистої структури (шляхом введення TiC та графіту відповідно).

Висновки та перспективи подальших досліджень

З урахуванням особливостей міжчастинкових взаємодій водних сумішей каолін-ТРГ та каолін ТРГ розроблені склади та технологія виготовлення композитів дозволили отримати зразки з покращеними властивостями:

- використання високотемпературного пресування для композицій каолін-ТРГ дозволили одержати зразки з меншою в ~ 2 рази пористістю (мінімальна пористість спостерігається при вмісті ТРГ 5% (мас.) – 19,3%), вищою електропровідністю на порядок (максимальне значення Θ спостерігається при максимальному вмісті ТРГ 9% (мас.) – $47.54 \text{ Ом}\cdot\text{м}^{-1}$) та приблизно в 7 разів вищою теплопровідністю (максимальне значення λ спостерігається при максимальному вмісті ТРГ 9% (мас.) – $6,49 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$), що пов'язано з формуванням щільнішої структури виробу;

- найбільший вплив НПП для композицій каолін-ТРГ-НПП на електропровідність спостерігається для найнижчих концентрацій ТРГ (5% мас.): збільшення відсоткового вмісту від 0 до 4% приводить до зростання Θ з 5 до $35 \text{ Ом}\cdot\text{м}^{-1}$, дану закономірність можна пояснити тим, що на відміну від ТРГ, НПП рівномірно розподіляються в дисперсійному середовищі діелектричної фази композиції, що при одновісному пресуванні дозволяє отримати структуру композиту з вищою електропровідністю вздовж осі пресування;

- додавання 4% (мас.) НПП до композиції каолін-ТРГ призвело до значного зростання теплопровідності – в $\sim 15\ldots 17$ разів до $\sim 54 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$, дана закономірність пов'язана, з однієї сторони, з тим, що НПП мають коефіцієнт теплопровідності порядку $\sim 3,1 \pm 1 \cdot 10^3 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$, що на порядок вище теплопровідності ТРГ, з другої – забезпеченням проходження теплового потоку впоперек спресованих шарів ТРГ.

Література

1. Грабар І. Г. Перколяційно-фрактальні матеріали – надперспективні матеріали для тензометричних датчиків-перетворювачів / І. Г. Грабар // Вісник ЖІТІ. – 1998. – № 6. – С. 3–6.
2. Перколяційно-фрактальні матеріали: властивості, технології, застосування / І. Г. Грабар, О. І. Грабар, О. А. Гутніченко, Ю. О. Кубрак. – Житомир : ЖДТУ, 2007. – 354 с.

3. Гутніченко О. А. Розробка електропровідної композиційної кераміки на основі каоліну та терморозширеного графіту : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.02.01 "матеріалознавство" / О. А. Гутніченко. – К., 2007. – 20 с.
4. Temperature dependence of electrical resistivity for carbon black filled ultra-high molecular weight polyethylene composites prepared by hot compaction / Z. Cheng, M. Chun-An, W. Ping, S. Masao // *Carbon*. – 2005. – № 12. – С. 2544–2553.
5. Temperature dependence of electrical resistivity for carbon black filled ultra-high molecular weight polyethylene composites prepared by hot compaction / Z. Cheng, M. Chun-An, W. Ping, S. Masao // *Carbon*. – 2005. – № 12. – С. 2544–2553.
6. Мельник О. Л. Температурний коефіцієнт опору графіт-керамічних композиційних матеріалів з кварцевим наповнювачем різної дисперсності / О. Л. Мельник, О. А. Гутніченко // *Вісник ТНТУ*. – 2014 – № 4. – С. 102–114.
7. Liwei W. Comparison study of graphite nanosheets and carbon black as fillers for high density polyethylene / W. Liwei, H. Jiangbin, C. Guohua // *Polymer Engineering & Science*. – 2010. – № 11. – С. 2176–2181
8. The piezoresistive behaviors of polyethylene/foliated graphite nanocomposites / L. Jingrong, C. Xiangfeng, L. Wei, C. Guohua // *European Polymer Journal*. – 2006. – № 5. – С. 1015–1021.
9. Liwei W. Comparison study of graphite nanosheets and carbon black as fillers for high density polyethylene / W. Liwei, H. Jiangbin, C. Guohua // *Polymer Engineering & Science*. – 2010. – № 11. – С. 2176–2181.
10. Temperature dependence of electrical resistivity for carbon black filled ultra-high molecular weight polyethylene composites prepared by hot compaction / Z. Cheng, M. Chun-An, W. Ping, S. Masa. // *Carbon*. – 2005. – № 12. – С. 2544–2553.
11. Размерные эффекты в процессах перколяции / Ю. П. Заричняк, С. С. Ордянян, А. Н. Соколов [та ін.] // *Порошковая металлургия*. – 1986. – № 7. – С. 64–71.
12. Hua L. Reinforcing efficiency of nanoparticles: A simple comparison for polymer nanocomposites / L. Hua, L. Brinson // *Composites Science and Technology*. – 2008. – № 6. – С. 1502–1512.
13. Мельничук П. П. Вплив неіоногенної поверхнево активної речовини Тритон Х-305 на основні фізико-механічні властивості композитних матеріалів кераміка-нанопластинки графіту / П. П. Мельничук, О. Л. Мельник // *Вісник ЖДТУ*. – 2014. – № 4. – С. 44–52.
14. Chuangang L. Graphite nanoplatelet pastes vs. carbon black pastes as thermal interface material / L. Chuangang, D. Chung // *Carbon*. – 2009. – № 1. – С. 295–305.
15. Burcu E. The Overview of The Electrical Properties of Barium Titanate / Ertuğ Burcu // *American Journal of Engineering Research (AJER)*. – 2013. – № 1. – С. 1–7.

УДК 633.854.78

О. О. Налобіна

д. т. н.

Національний університет водного господарства та природокористування

Н. В. Васильчук

аспірант*

Луцький національний технічний університет

КОМБІНАТОРНО-МОРФОЛОГІЧНИЙ СИНТЕЗ ЖАТКИ ДЛЯ ЗБИРАННЯ СОНЯШНИКУ

Розглянуто особливості процесу проектування машин і механізмів, зокрема сільськогосподарського призначення. Проаналізовано відомі підходи до пошуку нових технічних рішень та здійснення синтезу машин і механізмів. Встановлено, що для пошуку нових рішень технічних систем багато дослідників пропонують метод морфологічного аналізу та синтезу через відносну легкість отримання значної кількості нових варіантів рішення шляхом побудови морфологічних таблиць, направленість пошуку, надійність творчого процесу, що пояснюється системністю підходів до синтезу нових об'єктів. Виконано комбінаторно-морфологічний аналіз відомої конструкції жатки для збирання соняшнику та синтез нової конструкції жатки, яка забезпечує мінімізацією втрат соняшникового насіння та засмічення робочих вузлів жатки листям та стеблами шляхом максимально високого зрізання корзинок.

Ключові слова: проектування, морфологічний аналіз, морфологічний синтез, варіанти, жатка, технічне рішення.

Постановка проблеми

Традиційний підхід до розробки нової сільськогосподарської техніки зазвичай включає послідовність робіт з проектування, збирання, випробування, аналізу отриманих результатів. Цикл повторюється до досягнення нового результату. Частини проекту узгоджуються одна з одною, виявляються несуміщення, які необхідно усувати. Основні складності на цьому шляху вибору рішення проблеми визначаються двома обставинами: складністю формалізації задачі та великою кількістю різних вимог, критеріїв та обмежень.

Проектування машин базується на використанні технічної інформації для синтезу їхніх структур та окремих механізмів. Чим більше варіантів технічних рішень (ТР) аналізується, тим вищої якості є дослідження. З іншого боку, чим ширше досліджувана галузь можливих технічних рішень, тим вище трудомісткість проектних робіт. Це приводить до того, що детально проробляється лише декілька варіантів ТР.

На етапі синтезу необхідно врахувати деякий перелік вимог конструктивного, експлуатаційного, технологічного характеру. Крім того, проектувальник повинен встановити доцільність створення машини. Тобто синтез машин являє собою задачу великої розмірності, розв'язати яку з

© О. О. Налобіна, Н. В. Васильчук

* Науковий керівник – д. т. н., професор О. О. Налобіна

дотриманням вимог до забезпечення високих функціональних та якісних показників нової машини (механізму) складно.

Тому актуальною науково-практичною проблемою на сучасному етапі розвитку методологій проектування сільськогосподарської техніки є пошук найбільш ефективних методів обґрунтування нових ТР, які забезпечують цілеспрямовану, високопродуктивну пошукову діяльність.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Розробкою наукових підходів до синтезу нових ТР займалися М. І. Левін [1], Ф. Цвіккі [2], В. М. Одрін [3], А. В. Дабагян [4], Г. С. Артшулер [5], А. І. Половинкін [6], І. А. Лазарев [7], та багато інших вчених. Зокрема Г. С. Артшулер [5], А. І. Половинкін [6] розробляли евристичні методи створення нового ТР. Автор ТРВЗ – Г.С. Артшулер розробив алгоритм вирішення винахідницьких задач, який являє собою чітку процедуру пошуку ефективного ТР інженерної задачі.

І. А. Лазарев [7], В. В. Дружинін [8] застосовували структурно-логічний метод синтезу ТР. Даний метод широко застосовується під час проектування електронної апаратури.

Перспективний метод пошуку нових ТР використовував Л. В. Земских [9]. Даний метод дозволив автору здійснити пошук нових рішень і при цьому пов'язати параметри технічної системи, яка проектується з критеріями якості.

Аналіз відомих підходів до пошуку нових технічних рішень та здійснення синтезу машин і механізмів виявив значну кількість методів які можна використовувати для синтезу нових машин. Встановлено також, що для пошуку нових рішень технічних систем багато дослідників пропонують метод морфологічного аналізу та синтезу [2, 6, 10, 11]. Даний метод характеризується наступними перевагами [11]: відносна легкість отримання значної кількості нових варіантів рішення шляхом побудови морфологічних таблиць; направленість пошуку; надійність творчого процесу, що пояснюється системністю підходів до синтезу нових об'єктів. З урахуванням вище означеного сформована мета даної роботи.

Мета, завдання та методика досліджень

Метою роботи є аналіз і синтез робочих органів жатки для збирання соняшнику із використанням комбінаторно-морфологічного методу з метою отримання конструкції, яка забезпечить мінімальні втрати сировини у ході проведення збиральних робіт. Об'єктом досліджень є процес взаємодії робочих органів жатки зі стеблами соняшнику.

Для синтезу модернізованої жатки для збирання соняшнику використано морфологічний підхід, який передбачав побудову морфологічних таблиць, заповнення їх можливими варіантами і вибір з отриманої множини комбінацій найкращого рішення.

Результати досліджень

Цілями морфологічного аналізу та синтезу жатки для збирання соняшнику є наступні:

- системне дослідження всіх варіантів вирішення задачі, які витікають із закономірностей будови (морфології) досліджуваного об'єкта, що дозволяє врахувати, крім відомих, незвичні варіанти, які при простому переборі могли бути випущені з виду;
- реалізація множини операцій пошуку на морфологічній множині варіантів опису функціональних систем, які відповідають вихідним вимогам, тобто умові задачі [12].

Кінцева ціль аналізу та синтезу є формування конструкції соняшникової жатки з мінімізацією втрат соняшникового насіння та засмічення робочих вузлів жатки листям та стеблами шляхом максимально високого зрізання корзинок.

Соняшникова жатка призначена для збирання насіння соняшнику шляхом зрізування корзинок рослини та переміщення їх до молотильного апарату комбайну. Комбайн з жаткою рухається по полю. Соняшник потрапляє на ліфтери, які дозують його кількість для переміщення живильником. Живильник (як правило ланцюговий) переміщує рослину до ріжучого апарату, а в деяких випадках самостійно відділяє корзинки від стебла, які опадають в збірну камеру, захоплюються шнеком і переміщуються до похилої камери. Транспорт похилої камери захоплює масу і переносить її до молотильного апарату комбайна. Традиційна жатка складається з наступних компонентів: корпус, шнек, похила камера, ріжучий апарат, живильник, привід, ліфтери.

Кожний із елементів конструкції жатки взаємодіє між собою, дані зв'язки зображені на структурній схемі (рис. 1).

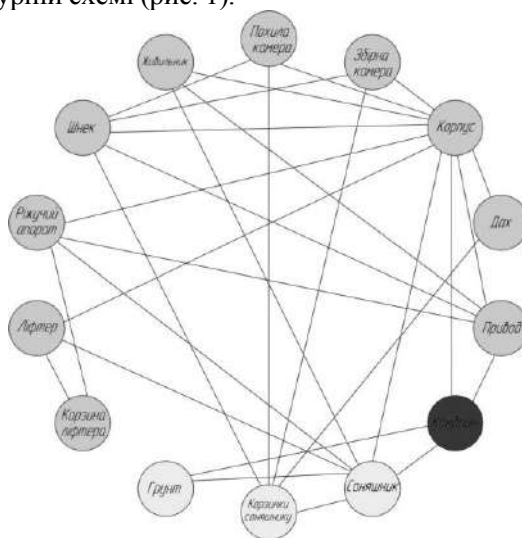


Рис. 1. Структурна модель соняшникової жатки

На основі даної схеми побудовано функціональну таблицю (табл. 1.). Слід зауважити, що після використання традиційних жаток на полі залишаються високі не зрізані стебла, які потім додатково обробляються мульчером. Проте, цей процес можна поєднати із збиранням соняшнику в жатці і тому доцільно ввести додатковий елемент E_{8i} та функцію Φ_{8i} , яка б виконувала роль мульчера.

Таблиця 1. Функціональна таблиця традиційної соняшникової жатки

Елементи		Функції	
позначення	найменування	позначення	опис
1	2	3	4
E_1	Корпус	Φ_{11}	Розміщення та кріплення всіх вузлів жатки
		Φ_{12}	Збільшення жорсткості конструкції
		Φ_{13}	Утримання обрізаних корзинок та насіння в середині жатки
E_2	Дах	Φ_{21}	Утримання обрізаних корзинок та насіння
E_3	Шнек	Φ_{31}	Переміщення та подача корзинок та насіння до похилої камери
E_4	Похила камера	Φ_{41}	Переміщення та подача корзинок та насіння до основної частини комбайна
E_5	Ріжучий апарат	Φ_{51}	Відділення корзинки від стебла
E_6	Живильник	Φ_{61}	Переміщення стебел рослини до ріжучого апарату
		Φ_{62}	Відділення корзинки від стебла
E_7	Привід	Φ_{71}	Надання руху живильнику
		Φ_{72}	Надання руху шнеку
		Φ_{73}	Надання руху ріжучому апарату
E_8	Мульчер	Φ_{81}	Подрібнення стебел

Джерело: власні дослідження

Для кожного процесу та функції, яку виконує жатка для збирання соняшнику, обрано критерії оцінювання, які дають можливість оцінити переваги та недоліки різних конструктивних рішень.

Таблиця 2. Критерії оцінки функцій елементів жатки

Позначення	Позначення	Критерії	
		позначення	опис
1	2	3	4
E ₁	Φ ₁₁	K ₁₁₁	Металоємність
		K ₁₁₂	Надійність кріплення
		K ₁₁₃	Зручність для технічного обслуговування та доступність до вузлів
		K ₁₁₄	Простота виготовлення
	Φ ₁₂	K ₁₂₁	Металоємність
		K ₁₂₂	Зручність для технічного обслуговування та доступність до вузлів
		K ₁₂₃	Жорсткість конструкції
	Φ ₁₃	K ₁₃₁	Металоємність
		K ₁₃₂	Якість утримання корзинок всередині жатки
		K ₁₃₃	Простота виготовлення
E ₂	Φ ₂₁	K ₂₁₁	Металоємність
		K ₂₁₂	Якість утримання корзинок всередині жатки
		K ₂₁₃	Простота виготовлення
E ₃	Φ ₃₁	K ₃₁₁	Металоємність
		K ₃₁₂	Якість переміщення корзинок до похилої камери
		K ₃₁₃	Збереження цілісності корзинки та насіння, переміщення їх без пошкоджень
		K ₃₁₄	Зручність та частота технічного обслуговування
		K ₃₁₅	Довговічність
		K ₃₁₆	Простота виготовлення
E ₄	Φ ₄₁	K ₄₁₁	Металоємність
		K ₄₁₂	Якість переміщення корзинок до основної частини комбайну
		K ₄₁₃	Збереження цілісності корзинки та насіння, переміщення їх без пошкоджень
		K ₄₁₄	Зручність та частота технічного обслуговування
		K ₄₁₅	Довговічність
		K ₄₁₆	Простота виготовлення
E ₅	Φ ₅₁	K ₅₁₁	Металоємність
		K ₅₁₂	Якість відділення корзинки від стебла
		K ₅₁₃	Енергоємність процесу
		K ₅₁₄	Частота та зручність технічного обслуговування
		K ₅₁₅	Простота виготовлення

Закінчення таблиці 2

1	2	3	4
Е ₆	Φ ₆₁	К ₆₁₁	Металоємність
		К ₆₁₂	Якість переміщення корзинок до ріжучого апарату
		К ₆₁₃	Збереження цілісності корзинки та насіння, переміщення їх без пошкоджень
		К ₆₁₄	Зручність та частота технічного обслуговування
		К ₆₁₅	Довговічність
		К ₆₁₆	Простота виготовлення
		К ₆₁₇	Кількість стебел та листя, які потрапляють до основної частини жатки
Е ₆	Φ ₆₂	К ₆₂₁	Металоємність
		К ₆₂₂	Якість відділення корзинки від стебла
		К ₆₂₃	Енергоємність процесу
		К ₆₂₄	Частота та зручність технічного обслуговування
		К ₆₂₅	Простота виготовлення
		К ₆₂₆	Кількість стебел та листя, які потрапляють до основної частини жатки
Е ₇	Φ ₇₁	К ₇₁₁	Коефіцієнт корисної дії механізмів
		К ₇₁₂	Довговічність
		К ₇₁₃	Зручність та частота технічного обслуговування
		К ₇₁₄	Зручність передачі енергії від комбайна до привода
		К ₇₁₅	Простота виготовлення
	Φ ₇₂	К ₇₂₁	Коефіцієнт корисної дії механізмів
		К ₇₂₂	Довговічність
		К ₇₂₃	Зручність та частота технічного обслуговування
		К ₇₂₄	Зручність передачі енергії від комбайна до привода
		К ₇₂₅	Простота виготовлення
	Φ ₇₃	К ₇₃₁	Коефіцієнт корисної дії механізмів
		К ₇₃₂	Довговічність
		К ₇₃₃	Зручність та частота технічного обслуговування
		К ₇₃₄	Зручність передачі енергії від комбайна до привода
		К ₇₃₅	Простота виготовлення
Е ₈	Φ ₈₁	К ₈₁₁	Металоємність
		К ₈₁₂	Якість подрібнення стебла
		К ₈₁₃	Енергоємність процесу
		К ₈₁₄	Частота та зручність технічного обслуговування
		К ₈₁₅	Простота виготовлення

Джерело: власні дослідження.

Для системного дослідження варіантів рішення задачі створення жатки для збирання соняшнику було сформовано морфологічну таблицю із альтернативними конструктивними рішеннями.

На основі морфологічної таблиці альтернатив реалізації функцій Φ_i складено таблицю комбінацій альтернатив A_i на основі оцінок критеріїв K_i .

Виключення варіантів у ході синтезу конструкції жатки проводилося за наступних умов:

- 1) забезпечення збирання рослин соняшнику будь-якої висоти;
- 2) забезпечення зрізу корзинок соняшнику максимально близько до їхньої основи;
- 3) уникнення забивань рештками стебел рухомих вузлів агрегату;
- 4) зменшення втрат насіння;
- 5) суміщення технологічних операцій.

Оцінювання проводилося методом порівняння з гіпотетичним альтернативним еталоном, властивостям якого за i -м критерієм давали бальну оцінку за вибраною числовою шкалою. Так, використовувалась шкала: 0 – критерій не виконується; 1 – дуже погано; 2 – погано; 3 – задовільно; 4 – добре; 5 – чудово.

На основі оціночного аналізу критеріїв отримано гіпотетичну конструкцію жатки із зварним корпусом та дахом, у якому живильник виконаний у вигляді шнека та пасового транспортера із зачепами, який подає стебла соняшнику до ріжучого апарата з одним пасивним та одним активним ножами. Після зрізу корзинки соняшника потрапляють на стрічковий транспортер і подаються у похилу камеру, де забираються скребковим транспортером в основну частину комбайна. Крім того, на жатці встановлено додатковий активний ніж, який подрібнює стебла.

Жатка складається із рами 1, на якій розміщуються два стрічкових транспортера 2 та ліфтери 3. На ліфтерах 3 розміщені паси із захватами 4, ножі для зрізу корзинок 5, ножі для зрізання та подрібнення стебел 6 та конічний ротор 7, на якому встановлено шнекові витки 8 та захвати із криволінійною робочою поверхнею 9.

Жатка для збирання соняшнику працює наступним чином: під час руху комбайна стебла соняшнику захоплюються ліфтерами 3 і потрапляють до пасів із захватами 4, які переміщують стебла до обертових ножів 6, які зрізують стебла та до ножів 5, які зрізують корзинки. Одночасно шнекові витки 8 та захвати 9 на роторі 7 захоплюють стебла та переміщують їх вниз до обертових ножів 6, де вони подрібнюються. За рахунок того, що ротор 7 є конічним, захоплення нижчих стебел відбувається не відразу, тоді як вищі стебла попадають під дію захватів з самого початку. Це дозволяє вирівняти рівень висоти корзинок. Після того, як корзинки зрізуються ножами 5, вони попадають на стрічкові транспортери 2, які переміщують їх до основної частини комбайна.

Запропонована конструкція жатки дозволяє збирати соняшник будь-якої висоти, забезпечити зрізання корзинок максимально високо, що створює умови для зменшення засміченості робочих вузлів жатки та подрібнення стебел, що, в свою чергу, усуне необхідність застосування мульчера.

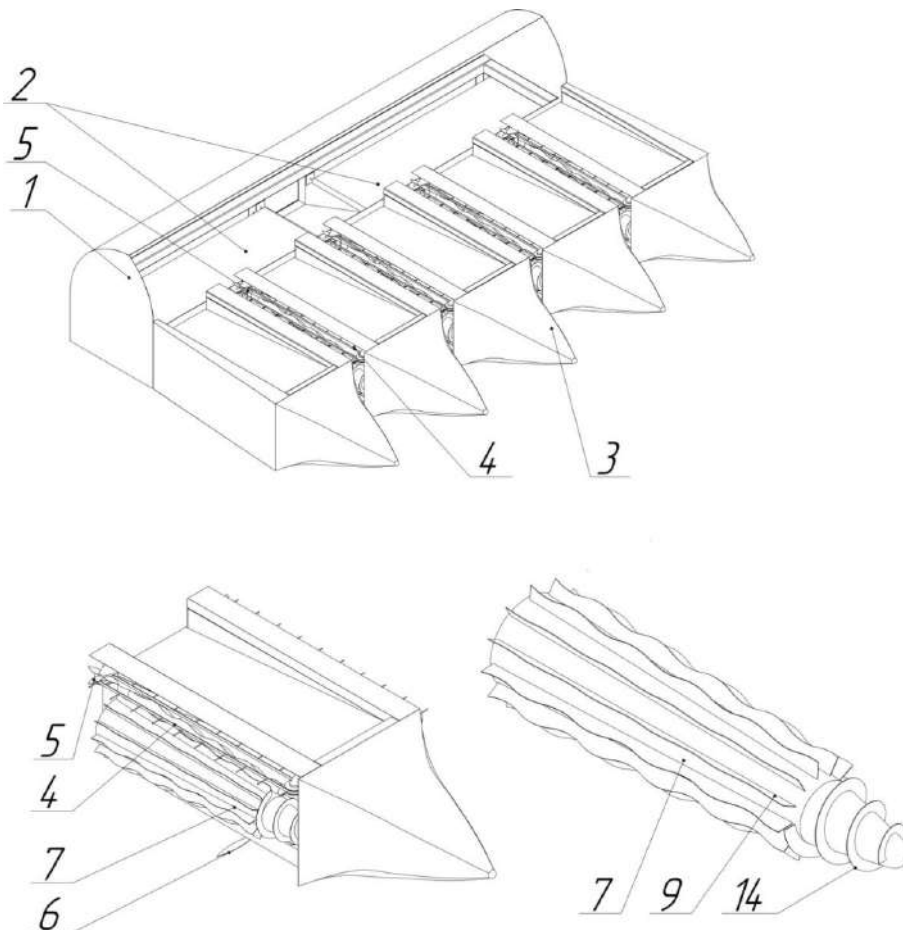


Рис. 2. Схема синтезованої соняшникової жатки

Висновки та перспективи подальших досліджень

Використання методів морфологічного аналізу та синтезу в сільськогосподарському машинобудуванні дозволяє підвищити ефективність процесів проектування (модернізації) машин.

Використання комбінаторно-морфологічного методу дозволило проаналізувати конструкції чинних конструкцій жаток для збирання соняшнику та синтезувати нову конструкцію жатки та врахувати деякий перелік вимог конструктивного, експлуатаційного, технологічного характеру на етапі синтезу.

На наступному етапі будуть виконані теоретичні та експериментальні дослідження процесів взаємодії робочих органів синтезованої жатки зі стеблами соняшнику.

Література

1. Левин М. Ш. Комбинаторное проектирование систем / М. Ш. Левин // Автоматизация проектирования. – 1997. – № 4. – С. 165–173.
2. Zwicky F. Discovery, Invention? Research through the Morphological Approach / F. Zwicky. – New York : McMillan, 1969. – 231 p.
3. Одрин В. М. Морфологический анализ систем. Построение морфологических систем / В. М. Одрин, С. С. Картавов. – К. : Наук. думка, 1977. – 148 с.
4. Дабагян А. В. Качество, технический уровень, унификация и эффективность развивающихся технико-экономических систем / А. В. Дабагян. – М. : Издат. стандартов, 1992. – 171 с.
5. Альтшуллер Г. С. Найти идею. Введение в теорию решения изобретательских задач / Г. С. Альтшуллер. – 3-е изд., доп. — Петрозаводск : Скандинавия, 2003. – 240 с.
6. Половинкин А. И. Основы инженерного творчества : учеб. пособие / А. И. Половинкин. – М. : Машиностроение, 1988. – 368 с.
7. Лазарев И. А. Композиционное проектирование сложных агрегативных систем / И. А. Лазарев. – М. : Радио и связь, 1986. – 311 с.
8. Дружинин В. В. Системотехника / В. В. Дружинин, Д. С. Канторов. – М. : Радио и связь, 1985. – 200 с.
9. Применение генетических алгоритмов для оптимизации системы управления мобильного робота на параллельном вычислительном комплексе / Л. В. Земских, Е. К. Самаров, А. А. Жданов, В. В. Бабкова // Аннотация проекта РФФИ № 03-01-00323 и № 04-01-08023. – М., 2004. – 24 с.
10. Жерарден Л. Морфологический анализ-метод творчества / Л. Жерарден // Руководство по научно-техническому прогнозированию. – М. : Прогресс, 1997. – С. 174–180.
11. Одрин В. М. Метод морфологического анализа технических систем / В. М. Одрин. – М. : ВНИИПИ, 1989. – 309 с.
12. Андрейчиков А. В. Системный анализ и синтез стратегических решений и инноватике / А. В. Андрейчиков, О. Н. Андрейчикова. – М. : ЛЕНАНД, 2014. – 306 с.

УДК 677.021

О. О. Налобіна

д. т. н.

Національний університет водного господарства та природокористування

А. В. Шимко

аспірант*

Луцький національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ ВАЛИКА МОДЕРНІЗОВАНОГО ПІДКОПУЮЧОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ КАРТОПЛЕЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ З БУЛЬБОЮ

З урахуванням того, що ефективність збирання таких культур, як картопля і топінамбур, в основному, оцінюється зменшенням втрат у ході проведення збиральних робіт, що забезпечується мінімізацією травмування бульб, авторами статті запропонована модернізована конструкція підкопуючого робочого органу. Запропонована конструкція характеризується наявністю закріплення в увігнутих боковинах робочого органу валика з ворсом, який забезпечує первинну сепарацію бульб. Розробка конструкції вимагала проведення низки експериментальних досліджень. У даній статті викладені методики проведення досліджень, наведені фотографії використаного лабораторного обладнання і його опис. Викладено результати експериментальних досліджень. Експериментальні дослідження спрямовані на визначення сили тиску бульбомаси на валик з ворсом. З огляду на те, що ворс не повинен сильно м'ятися, що призведе до травмування шкурки бульб, авторами також визначені граничні значення сили тиску валика на бульби. Аналіз даних досліджень дозволив обґрунтувати раціональну масу валика, яка забезпечить вільне проходження бульб під ним за умови їх нетравмування.

Ключові слова: бульба, сила тиску, експериментальні дослідження, величина, вид пошкодження бульб.

Постановка проблеми

Картопля є однією з найважливіших продовольчих і сировинних культур, виробництвом якої займаються понад 140 країн світу. При цьому, на кількість та якість зібраного врожаю, значною мірою, впливає відсоток непошкоджених бульб.

Наразі аграрії увагу приділяють й іншій надзвичайно цінній культурі – топінамбуру. Топінамбур має вищу харчову цінність у 2,7–7,9 рази ніж інші кормові рослини, з нього отримують фруктозу, спирт, кормові дріжджі тощо. Для збирання топінамбура використовують картоплезбиральні комбайни, оснащені спеціальними адаптерами.

Ефективність збирання цих культур визначається зменшенням втрат врожаю у ході проведення збиральних робіт, що забезпечується мінімізацією травмування бульб. Травмування, в основному, відбувається у ході відділення ґрунту від бульб.

Враховуючи зазначене, актуальним завданням є експериментальне дослідження взаємодії бульб картоплі та топінамбура з активними робочими органами машини, з метою виявлення ступеня їхнього впливу на плоди та усунення можливих джерел втрат.

© О. О. Налобіна, А. В. Шимко

*Науковий керівник – д. т. н., професор О. О. Налобіна

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Дослідженнями фізико-механічних властивостей бульб картоплі займалися Верещагін Н. І. [1], Пшеченков К. А. [2], Табачук В. І. [3], Горячкін В. П. [4], Ханоусек Б. [5], Бишоп К. Ф., Мондер У. Ф. [6] та багато інших вчених.

Зокрема, Верещагін Н. І. [1] та Пшеченков К. А. [2] встановили межу міцності насінневої картоплі. Саврасова Н. Р. [7] дослідила напружений стан бульб картоплі за умови його динамічної контактної взаємодії (внаслідок падіння) з іншими бульбами та поверхнями, виконаними зі сталі, дерева, гуми. Автором досліджено такі механічні характеристики, як жорсткість і міцність м'якоті бульби за умови її стискання. Табачук В. І. [3], також досліджував міцність бульб при ударі.

Дослідники застосовували різні методи з метою оцінювання фізико-механічних характеристик бульб. Аналіз яких показав наступне:

1) основні показники (міцність м'якоті, жорсткість, коефіцієнт тертя) визначались для незначних об'ємів досліджуваного матеріалу;

2) показники залежать від умов проведення досліджень (сорт, ступінь зрілості, вид робочих органів).

Розробка авторами та дослідження нового робочого органу [8] потребувала проведення низки досліджень, спрямованих на встановлення допустимої сили тиску валика з ворсом, який призначений для очищення бульб від ґрунту, на бульби, з метою запобігання їхнього травмування.

Мета, завдання та методика досліджень

Метою даної роботи є дослідження сили тиску валика на бульби картоплі та топінамбуру та встановлення величини навантаження, яке приводить до їхнього травмування. Об'єктом досліджень є процес взаємодії валика модернізованого підкопуючого робочого органу картоплезбиральної машини з бульбою. Використано методику експериментального дослідження величин, графічного їхнього представлення та методику візуального оцінювання (під час виявлення видів пошкоджень бульб).

Результати досліджень

Для проведення досліджень розроблено та виготовлено устаткування, фото якого подано на рис. 1.

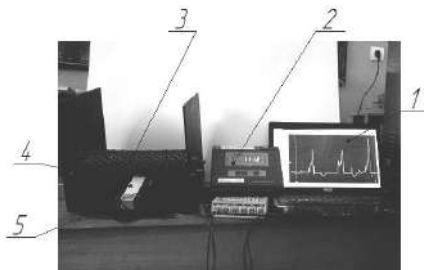


Рис. 1. Устаткування для визначення сили тиску валика на бульбу:
1 – ноутбук; 2 – електронні ваги; 3 – валик; 4 – тензометричний датчик;
5 – бульба картоплі

На тензометричний датчик 4 зверху і знизу кріпилися половинки бульби 5. Датчик просовували під валиком 3, який встановлювали на різній висоті, тим самим змінюючи силу притискання бульб, які проходили під валиком.

За допомогою тензометричного датчика дані передавалися на ноутбук, оснащений спеціальним програмним забезпеченням. Даний дослід дав можливість зафіксувати величину сили тиску валика 3 на бульбу 5 у період їхнього контакту, а також визначити середнє значення часу проходження бульб зони впливу валика.

На рис. 2. та рис. 3. наведені приклади отриманих осцилограм, отримані під час проведення дослідів із бульбою картоплі та бульбою топінамбуру.

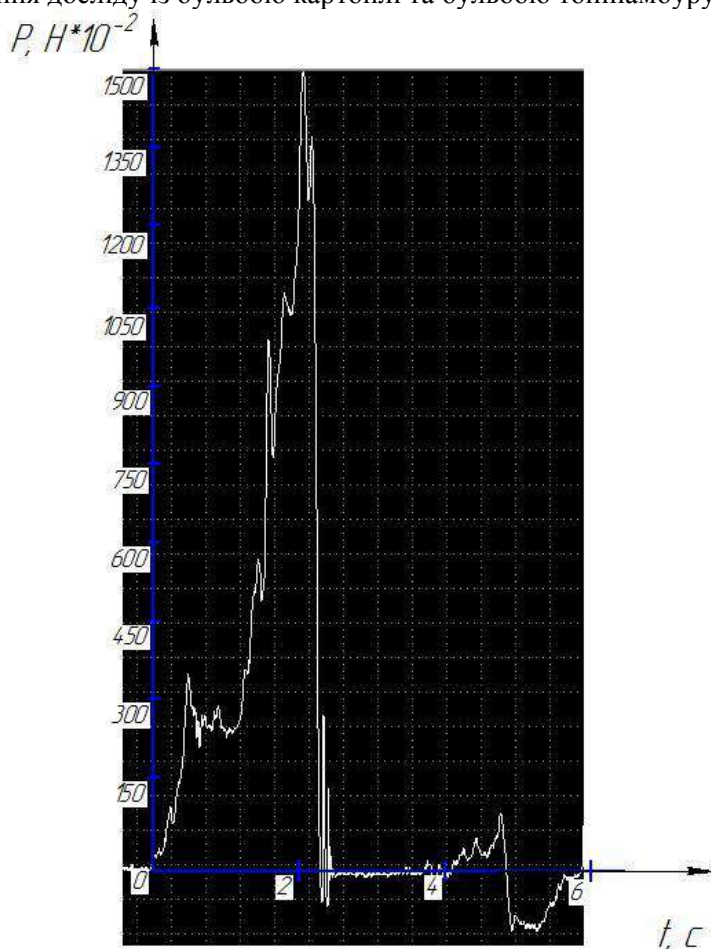


Рис. 2. Осцилограма зміни сили тиску валика на бульбу картоплі в часі

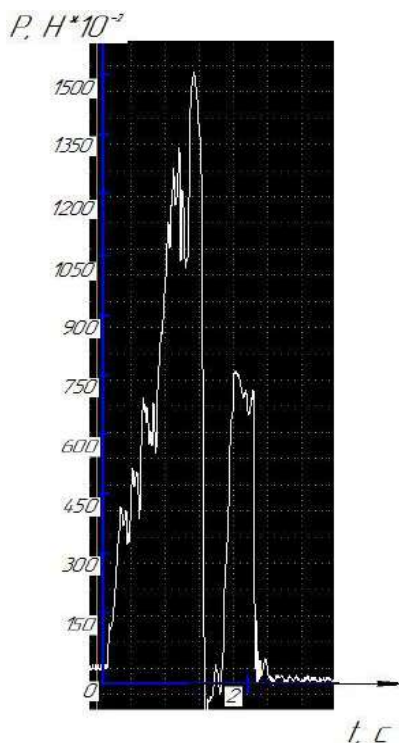


Рис. 3. Осцилограма зміни сили тиску валика на бульбу топінамбура в часі

Коли вал знаходився перпендикулярно до бульби, прилади фіксували максимальний тиск на бульбу 5.

Обробка отриманих осцилограм, які було отримано в ході проведення досліджень, виявила, що бульба картоплі проходить зону впливу валика з ворсом, в середньому, за 0,5–1,3 с. Час проходження залежить від величини бульби та швидкості її переміщення. Крім того, встановлено, що час проходження зростає зі збільшенням ступеня забруднення бульби.

Запропонований робочий орган рекомендовано також до застосування для проведення збирання бульб топінамбура, які мають різний калібр, витягнуту форму та є скріпленими між собою. Це значно впливає на час проходження бульб зони впливу валика та на величину сили тиску ворсу валика на бульбу. Серія виконаних дослідів, результатом яких є графічне представлення залежності сили тиску від часу взаємодії бульб та валика з ворсом, дозволила встановити, що час взаємодії групи скріплених бульб топінамбура становить, в середньому, 1,3–2,0 с. Крім того, обробка отриманих осцилограм виявила, що бульби очищуються від ґрунту неефективно, що пояснюється значним розходженням

їхніх розмірів у межах однієї скріпленої групи. З урахуванням отриманих результатів внесено зміни у конструкцію робочого органу – валик встановлено таким чином, щоб забезпечити можливість його переміщення у вертикальному напрямку під впливом ґрунту з бульбами.

З метою визначення допустимого навантаження на бульбу, тобто такого навантаження, при якому вона буде неушкоджена, розроблено та виготовлено лабораторну установку, схему якої подано на рис. 4.

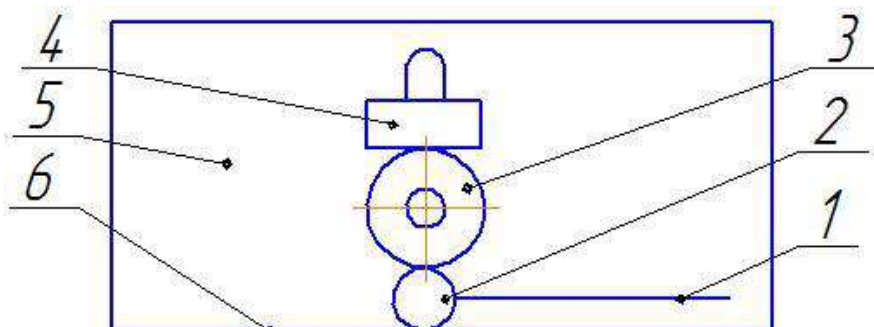


Рис. 4. Схема лабораторної установки для визначення максимального навантаження на бульбу при якому вона буде неушкоджена:

1 – тросик; 2 – бульба; 3 – валик; 4 – вантаж різної маси; 5 – поверхня, в якій кріпився валик; 6 – поверхня, по якій рухалася бульба

На поверхні 6 (рис. 4) розташовували бульбу 2, до якої кріпили тросик 1. Вісь валика 3 фіксувалася в отвори, виконані на поверхнях 5. Валик (рис. 5) навантажували вантажем різної маси 4 та протягували під ним бульбу 2 за допомогою тросика 1. Після протягування бульби під валиком органоліптично оцінювали стан шкірки та фіксували в журналі.

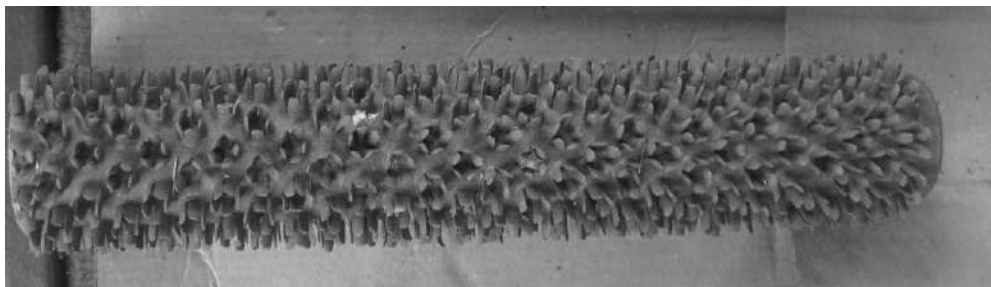


Рис. 5. Фото валика з ворсом

У таблицях 1 та 2 наведено результати дослідження.

Таблиця 1. Результати дослідження умов травмування бульб картоплі

Маса вантажу, кг	Маса бульби, г		
	30–100	100–200	>200
1	2	3	4
0,5	Без пошкоджень	Без пошкоджень	Без пошкоджень
1,0	Без пошкоджень	Без пошкоджень	Без пошкоджень
1,5	Без пошкоджень	Без пошкоджень	Без пошкоджень
2,0	Без пошкоджень	Без пошкоджень	Без пошкоджень
2,5	Наявність вм'ятин	Наявність вм'ятин	Наявність вм'ятин
3,0	Наявність вм'ятин	Наявність вм'ятин	Наявність вм'ятин
3,5	Наявність вм'ятин	Наявність вм'ятин	Наявність вм'ятин
4,0	Наявність вм'ятин	Наявність вм'ятин	Наявність вм'ятин
4,5 – 7,0	Пошкодження шкірки	Пошкодження шкірки	Пошкодження шкірки

Джерело: власні дослідження

Таблиця 2. Результати дослідження умов травмування бульб топінамбура

Маса вантажу, кг	Маса бульби, г		
	10–25	25–60	>60
0,5–8,5	Без пошкоджень	Без пошкоджень	Без пошкоджень
9,0	Пошкодження шкірки	Пошкодження шкірки	Пошкодження шкірки
9,5	Пошкодження шкірки	Пошкодження шкірки	Пошкодження шкірки
10,0	Пошкодження шкірки	Пошкодження шкірки	Пошкодження шкірки
10,5	Пошкодження шкірки	Пошкодження шкірки	Пошкодження шкірки

Джерело: власні дослідження.

Висновки та перспективи подальших досліджень

Для забезпечення ефективної роботи підкопуючого робочого органу з встановленим валиком із ворсом необхідно, по-перше, забезпечити вільне проходження бульб під валиком, по-друге, унеможливити їхнє травмування. Враховуючи це та отримані дослідні дані, рекомендуємо до виготовлення валик, маса якого становить 1,2 кг.

З урахуванням отриманих результатів у подальшому буде обґрунтована висота встановлення валика та швидкість подавання бульбомаси.

Література

1. Верещагин Н. И. Комплексная механизация возделывания, уборки и хранения картофеля / Н. И. Верещагин, К. А. Пшеченков. – М. : Колос, 1977. – 351 с.
2. Технологии хранения картофеля / К. А. Пшеченков, В. Н. Зейрук, С. Н. Еланский, С. В. Мальцев ; ВНИИКХ им. А. Г. Лорха. – М. : Картофелевод, 2007. – 192 с.
3. Табачук В. И. Исследование повреждаемости клубней картофеля при ударе / В. И. Табачук // Сб. науч. тр. Львовского СХИ. – 1953. – № 7. – С. 91–98.
4. Горячкин В. П. Земледельческая механика / В. П. Горячкин // Собрание сочинений : в 3-х т. – М. : Колос, 1968. – Т. 1. – 720 с.
5. Breska J. Metodyke zjisti'ovani odolnosti ambor proti mechanickemu poskozeni / J. Breska, B. Hanousek // Sbornik Mech. Fak. / Vysoke Skoly Zemed v Praze. – Praze, 1977. – S. 119–141.
6. Бишоп К. Ф. Механизация производства и хранения картофеля / К. Ф. Бишоп, У. Ф. Мондер ; пер. с англ. А. С. Каменского. – М. : Колос, 1983. – 256 с.
7. Саврасова Н. Р. Анализ контактного динамического взаимодействия клубня картофеля с поверхностью / Н. Р. Саврасова // Известия Самарского науч. центра Российской акад. наук. – 2010. – Вып. 1/2, т. 12. – С. 493–498.
8. Пат. України № 103967. МПК А01D 19/02/ Підкопуючий робочий орган картоплезбиральної машини / О.О. Налобіна, А.В. Шимко. – № 201505929; заявл. 16.06.2015; опубл. 12.01.2016, Бюл. № 1.

УДК 351.861

Л. Г. Савченко

к. і. н.

С. М. Кухарець

д. т. н.

В. М. Савченко

к. т. н.

Житомирський національний агроекологічний університет

АНАЛІЗ СИСТЕМИ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ В АПК УКРАЇНИ

У статті проаналізовано існуючу систему цивільного захисту та розглянуто причини виникнення надзвичайних ситуацій в АПК України. В умовах сьогодення зростає кількість надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру. Так, у 2015 р. в

З урахуванням отриманих результатів у подальшому буде обґрунтована висота встановлення валика та швидкість подавання бульбомаси.

Література

1. Верещагин Н. И. Комплексная механизация возделывания, уборки и хранения картофеля / Н. И. Верещагин, К. А. Пшеченков. – М. : Колос, 1977. – 351 с.
2. Технологии хранения картофеля / К. А. Пшеченков, В. Н. Зейрук, С. Н. Еланский, С. В. Мальцев ; ВНИИКХ им. А. Г. Лорха. – М. : Картофелевод, 2007. – 192 с.
3. Табачук В. И. Исследование повреждаемости клубней картофеля при ударе / В. И. Табачук // Сб. науч. тр. Львовского СХИ. – 1953. – № 7. – С. 91–98.
4. Горячкин В. П. Земледельческая механика / В. П. Горячкин // Собрание сочинений : в 3-х т. – М. : Колос, 1968. – Т. 1. – 720 с.
5. Breska J. Metodyke zjisti`ovani odolnosti ambor proti mechanickemu poskozeni / J. Breska, B. Hanousek // Sbornik Mech. Fak. / Vysoke Skoly Zemed v Praze. – Praze, 1977. – S. 119–141.
6. Бишоп К. Ф. Механизация производства и хранения картофеля / К. Ф. Бишоп, У. Ф. Мондер ; пер. с англ. А. С. Каменского. – М. : Колос, 1983. – 256 с.
7. Саврасова Н. Р. Анализ контактного динамического взаимодействия клубня картофеля с поверхностью / Н. Р. Саврасова // Известия Самарского науч. центра Российской акад. наук. – 2010. – Вып. 1/2, т. 12. – С. 493–498.
8. Пат. України № 103967. МПК А01D 19/02/ Підкопуючий робочий орган картоплезбиральної машини / О.О. Налобіна, А.В. Шимко. – № 201505929; заявл. 16.06.2015; опубл. 12.01.2016, Бюл. № 1.

УДК 351.861

Л. Г. Савченко

к. і. н.

С. М. Кухарець

д. т. н.

В. М. Савченко

к. т. н

Житомирський національний агроекологічний університет

АНАЛІЗ СИСТЕМИ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ В АПК УКРАЇНИ

У статті проаналізовано існуючу систему цивільного захисту та розглянуто причини виникнення надзвичайних ситуацій в АПК України. В умовах сьогодення зростає кількість надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру. Так, у 2015 р. в

Україні зареєстровано 148 надзвичайних ситуацій, що на 3,5% більше, ніж у 2014 р., з них 42,57% ситуацій мають техногенний характер, 52,03% природного характеру та 5,4% ситуацій соціального характеру. В статті проаналізовано існуючої системи цивільного захисту в АПК України. Розглянуто причини виникнення надзвичайних ситуацій в АПК України. У зв'язку з тим, що продовольча безпека і засоби для існування більшості спільнот залежать від сільського господарства і суміжних з ним галузей, саме діюча система цивільного захисту в галузі сільського господарства, тваринництва, рибальства та лісового господарства є вкрай важливою в діяльності з відновлення та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій і потребує подальших досліджень.

Ключові слова: система цивільного захисту, надзвичайні ситуації, стихійні лиха, екологічний характер, техногенний характер.

Постановка проблеми

Людство входить в смугу криз і катастроф, все більш залежних від мінливості і якості ресурсів біосфери. Все більш відчутні «нормальні» для природи, але аномальні для людини землетруси, повені, посухи, природнообумовлені аварії в резонуючій техносфері завдають значної шкоди агропромислому комплексу, а часом призводять до людських жертв.

Усвідомлення необхідності переходу від природозахоплюючої до природогармонічної взаємодії суспільства з середовищем проживання та зниження, таким чином, ризику виникнення надзвичайних ситуацій та катастроф є пріоритетною проблемою сучасності, від рішення якої залежить майбутнє цивілізації.

Наростання тенденцій зниження стійкості функціонування агропромислового комплексу в умовах екологічної та кліматичної ситуації, що постійно ускладнюється, зниження якості отримуваної сільськогосподарської продукції і зростання небезпеки виникнення надзвичайних ситуацій висуває проблему підвищення стійкості сільського господарства, що, у свою чергу, буде безпосередньо впливати на стан виробничої безпеки країни.

Аналіз результатів останніх досліджень та публікацій

Нова конфігурація постійно діючих органів управління цивільного захисту на державному рівні та механізми планування діяльності Єдиної державної системи цивільного захисту України розглянуті в роботах Гудович О. Д. [1, 2]. В роботі [3] проведено аналіз структури системи підготовки кадрів у сфері цивільного захисту. Оперативне управління ДСНС в особливих умовах та інформаційне забезпечення органів державного управління у надзвичайних ситуаціях розглянуті в роботах [4, 5]. В роботах [6, 7] досліджено зарубіжний досвід функціонування систем державного управління в умовах надзвичайних ситуацій та основні тенденції їх подальшого розвитку та модернізація державної системи цивільного захисту в контексті європейської інтеграції України.

Мета статті полягає у аналізі існуючої системи цивільного захисту в АПК України.

Методика (методологія) дослідження

Аналіз системи цивільного захисту в АПК України здійснюється із застосуванням імовірнісно-статистичних та детерміністичних методів аналізу. В статті у більшій мірі застосовується статистичний метод системи цивільного захисту, який базується на вивченні системи цивільного захисту в АПК України за документами і звітами, при цьому використовують відносні статистичні коефіцієнти (показники).

Результати досліджень

В умовах сьогодення зростає кількість надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру. Так, у 2015 р. в Україні зареєстровано 148 надзвичайних ситуацій, що на 3,5% більше, ніж у 2014 р., з них 42,57% ситуацій мають техногенний характер, 52,03% природного характеру та 5,4% ситуацій соціального характеру [8].

За видами, упродовж 2015 р., серед надзвичайних ситуацій техногенного характеру переважали НС, що виникли унаслідок пожеж та вибухів – 18% загальної кількості НС, а серед НС природного характеру – медико-біологічні надзвичайні ситуації – 22% (причому у 2015 р. зареєстровано зростання у понад у 3 рази кількості НС, пов'язаних з інфекційними захворюваннями сільськогосподарських тварин). Разом з цим, упродовж 2015 р. спостерігається збільшення майже в 2 рази кількості НС, пов'язаних із пожежами у природних екосистемах, на 65% – кількості НС у системах життєзабезпечення та 50% – кількості надзвичайних ситуацій, що сталися унаслідок пожеж у будівлях та спорудах житлової призначеності [8].

Так, протягом останніх років в агропромисловому комплексі України в основному відзначалися надзвичайні ситуації природного характеру, до яких можна віднести:

- посуху (поєднання високих температур повітря, дефіциту опадів, низької вологості повітря, малих вологозапасів в ґрунті, що призводить до загибелі врожаю польових культур);

- сильний вітер (швидкість вітру при поривах 25–30 м / с і більше);

- крупний град (розмір градин більше 20 мм);

- сильний мороз (температура -40°C і нижче);

- сильна спека (температура $+40^{\circ}\text{C}$ і вище);

- заморозки (зниження температури повітря нижче 0°C в екстремально пізні терміни (весна – початок літа) і в екстремально ранні терміни (літо – початок осені) у період активної вегетації сільськогосподарських культур, що приводить до їх загибелі);

- перезволоження ґрунтів (перевищення середньорічного рівня вологості ґрунту протягом більш ніж половини агротехнічного терміну проведення посівних (посадочних) і збиральних робіт в 2 рази);
- крижана кірка на поверхні ґрунту (утворення крижаної кірки на поверхні ґрунту в зимовий час після відлиг, що викликає загибель озимих культур);
- випрівання рослин (загибель рослин взимку під снігом при талому ґрунті; влітку – при тривалому перезволоженні ґрунтів);
- вимокання рослин (загибель рослин в результаті тривалого стояння води на посівах);
- епіфітотії (масова загибель рослин на площі 10 га і більше, в тому числі і внаслідок набігів комах).

Серед ситуацій природного походження в АПК виокремимо надзвичайні ситуації, пов'язані з польовими пожежами, що виникли 25–26 липня 2015 р. у Харківській та Тернопільській областях: у с. Костянтинівка Сахновщинського району, де внаслідок пожежі знищено посіви озимої пшениці на площі 72 га (загальна площа поля 132,6 га); поблизу с. Шумбар Шумського району, де вогнем знищено пшеницю на пні на площі близько 35 га. Завдяки оперативним діям пожежно-рятувальних підрозділів пожежу ліквідовано та врятовано близько 60 га пшеничного поля. У серпні в смт Червоне Андрушівського району Житомирської області на приватному полі площею 160 га виникло загоряння посіву пшениці на площі 80 га, а наприкінці вересня у Кіровоградській області виникла пожежа на полі з кукурудзою, яке належить ТОВ "Завадське", загальна площа склала 59 га. [8].

До надзвичайних ситуацій екологічного характеру, виникнення яких можливе на території країни, можна віднести:

- катастрофічні пилові бурі (руйнування і знищення ґрунтового покриву або загибель посівів сільськогосподарських культур або природної рослинності на площі понад 100 га одноразово);
- катастрофічні прояви водної ерозії ґрунтів, що супроводжуються одноразовим зливом ґрунтового покриву і яроутворенням при зливі і стоці талих вод зі схилів (руйнування і знищення ґрунтового покриву, загибель посівів сільськогосподарських культур або природної рослинності на площі понад 100 га одноразово);
- забруднення ґрунтів пестицидами (більше 50 ГДК за санітарно-токсикологічними критеріями або більш 10 ГДК по фітотоксикологічним критеріям на площі понад 100 га);
- затоплення земель при повенях (загибель посівів сільськогосподарських культур і багаторічних насаджень на площі понад 100 га).

Так, однією з найбільш значних надзвичайних ситуацій техногенного характеру у АПК у 2015 р. став спалах африканської чуми свиней у смт Калита Броварського району Київської області, на території ПАТ «Агрокомбінат

Калита». Силами та засобами Головного управління ветеринарної медицини в Київській області, Держветфітослужби України, ДСНС України, Держсанепідемслужби України та ПАТ «Агрокомбінат «Калита» було вжито заходи щодо повної депопуляції свинопоголів'я, що складає понад 60 тис. голів. Сума завданих прямих збитків перевищила 120 млн грн. Схожа ситуація зафіксована на території Врадіївського, Доманівського та Кривоозерського районів Миколаївської області та Савранського і Миколаївського районів Одеської області, де за результатами досліджень ДНДІЛДВСЕ лабораторно було підтверджено випадки захворювання свійської худоби на африканську чуму свиней. Всього у вищезазначених районах підлягали знищенню близько 13 тис. голів свиней, а сума завданих матеріальних збитків становила понад 24 млн грн [9].

Аналізуючи матеріали про величину втрат, види і характер збитку при великих стихійних лихах, передбачається, що через 10–20 років, за аналогічних за силою впливу стихійних лих, число жертв і розмір матеріальної шкоди збільшаться в десятки разів [10]. Основними причинами цього є зростання населення і його концентрація на територіях, схильних до тих чи інших стихійних лих природного походження. Тому проблеми, пов'язані з прогнозом, профілактикою і захистом від стихійних лих, в доступному для огляду майбутньому залишаться актуальними.

Слід також зазначити, що більша частина території України розташована в зоні ризикованого землеробства, тому щорічно АПК несе значні втрати від надзвичайних ситуацій природно-біолого-соціального характеру, пов'язаних з навалом особливо небезпечних шкідників і хвороб рослин. Тільки від шкідливих організмів щорічно втрати врожаю становлять на зернових культурах – до 36% [9]

Основними причинами виникнення надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру в Україні у агропромисловому комплексі є такі: недотримання правил пожежної безпеки; порушення правил транспортування, зберігання і використання небезпечних речовин; застарілість основних фондів та аварійний стан значної частини сільськогосподарського обладнання; порушення санітарно-гігієнічних норм та зниження контролю за виконанням протиепізоотичних та протиепідемічних заходів; аномальні прояви атмосферних процесів тощо.

У сучасних умовах проблему захисту сільськогосподарських культур від стихійних лих і надзвичайних ситуацій природного характеру сільгосптоваровиробникам поодиноці не вирішити, і держава починає приділяти їй більше уваги. Впроваджуються програми захисту сільськогосподарського виробництва від надзвичайних ситуацій, особливою формою допомоги сільськогосподарським товаровиробникам та постраждалим від стихійних лих є державна підтримка страхування у сфері агропромислового виробництва.

У тих випадках, коли надзвичайні ситуації вимагають оперативної зовнішньої допомоги, АПК співпрацює з Державною службою України з надзвичайних ситуацій, до складу сил якої входять відповідні аварійно-рятувальні служби та підрозділи центральних і місцевих органів виконавчої влади, підприємств, установ та організацій незалежно від форм власності і господарювання. ДСНС України складається з п'яти рівнів: державний, регіональний, територіальний, місцевий та об'єктовий. Кожен рівень ДСНС має координуючі органи, постійно діючі органи управління, органи повсякденного управління, сили і засоби, резерви фінансових і матеріальних ресурсів, системи зв'язку сповіщених. До складу сил ДСНС входить 8 формувань ОРС ЦЗ центрального підпорядкування, загальною чисельністю понад 4 тис. осіб, які складають другий ешелон та резерв сил цивільного захисту. Основним завданням цих формувань є проведення комплексу аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт із запобігання надзвичайним ситуаціям регіонального і державного рівнів та ліквідації їх наслідків у взаємодії із формуваннями територіальних органів ДСНС України [11]. Усі формування сил ДСНС мають свою спеціалізацію на проведенні рятувальних та інших невідкладних робіт, дислокуються на території України з урахуванням можливих ризиків виникнення надзвичайних ситуацій.

В АПК України діють функціональні підсистеми ДСНС: захист сільськогосподарських тварин; захист сільськогосподарських рослин та попередження та ліквідація надзвичайних ситуацій на об'єктах. Крім того, існує мережа спостереження і лабораторного контролю.

Небезпека, яку пов'язують сільськогосподарські виробники з настанням дощів в районі землеробства, є істотним елементом в рішеннях, які різні природокористувачі повинні приймати, виходячи з умов дня, сезону або року. Найбільш поширені екстремальні геофізичні явища – це складні лавини, посухи, землетруси, повені, тумани, заморозки, град, зсуви, блискавки, снігопади, торнадо, урагани, виверження вулканів і шквальні вітри. Деяким з цих явищ присвячені численні урядові програми, націлені на пом'якшення соціальних наслідків від природних катастроф і підвищення продуктивності праці природокористувачів. Це, наприклад, загальнодержавні програми з боротьби з повенями і запобігання втрат від посух, з градозахисними заходами і відновлювальними роботами після землетрусів і торнадо [12].

Будь-яке стихійне лихо існує лише в зв'язку з пристосуванням до нього людини. Воно завжди пов'язане з ініціативою людини і його вибором. Повені не були б небезпечні, якби людина не прагнула займати заплавні рівнини. Тим самим вона визначає можливі збитки, а часто змінює сам режим повеней. Так, що коли в якомусь районі земної кулі трапляється землетрус, повинь або на нього обрушується ураган, вони можуть завдати шкоди населенню, а можливо, і ні. Результативність пристосування людини до стихійних лих буде залежати від

конкретного поєднання природних і соціальних умов життя. Безумовно, що рецепта або повсюдно застосовуваної формули не існує. Зупинимося на аналізі окремих стратегічних напрямків захисту і запропонуємо свій підхід до розробки і реалізації комплексів заходів щодо захисту сільськогосподарського виробництва територій України від надзвичайних ситуацій.

Завдяки всебічній системі заходів, здійснюваних в даний час, з'явилася можливість домогтися підвищення ступеня гарантії захисту від екстремальних природних явищ та уникнути в той же час виникнення нових потенційних небезпек [13].

Поряд з поточними заходами щодо захисту від снігових лавин (вибухи для стабілізації сніжного покриву і профілактичне обвалення невеликих лавин, закриття доріг), використовуються також і довготривалі. Для утримання снігу створюються снігозатримувальні перешкоди різного типу. Крім того, іноді практикується заліснення оголених ділянок на шляху сходження лавин. У світі існують різноманітні пристосування до посухи. До них можна віднести використання парів, мульчування стернею, стрічковий посів та культурна оранка, а також використання невимоглих до води культур рослин і порід домашніх тварин. Можна вдатися також до різних способів охорони запасів водних ресурсів і поліпшення водопостачання таким як бетонування іригаційних каналів і прискорена проходка колодязів. Серед способів боротьби зі зсувами слід назвати картування потенційно небезпечних зсувних районів, регулювання землекористування, які передбачають перебазування поселень подалі від небезпечних місць, а також технічні заходи такі, як видалення нестійкого матеріалу, регулювання схилового стоку і спорудження підпірних стінок. Способи боротьби з повенями включають будівництво регулюючих споруд, управління землекористуванням, гідроізоляцію будівель, рятувальні заходи та ремонтно-відновлювальні роботи. У число способів боротьби з градом входить прогноз, який може зменшити майнові збитки, але не захистити врожай. Удосконалюється також робота служб щодо запобігання випадання граду.

Зауважимо, що виконання превентивних і профілактичних (захисних) заходів обходиться окремому власнику і державі в цілому у багато разів дешевше, ніж проведення аварійно-рятувальних робіт, ліквідації наслідків і відшкодування збитку від надзвичайних ситуацій. Зокрема, як зазначають дослідники, комплекси заходів щодо попередження та захисту сільськогосподарського виробництва від надзвичайних ситуацій мають високу економічну ефективність, витрати на їх здійснення менше можливого розрахункового збитку в 3–5 рази [14].

Висновки та перспективи подальших досліджень

Надзвичайні ситуації можуть виникнути з цілого ряду природних причин, таких як урагани, повені та землетруси, або з вини людини, в разі воєн і

конфліктів. Жителі країни, що проживають і працюють у сільських районах, є найбільш вразливими верствами населення. Для запобігання вищезазначеному, основні зусилля ДСНС було зосереджено на створенні умов безпечної життєдіяльності населення та подоланні старих підходів до вирішення завдань захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій. Так у 2016 році матеріальні збитки від НС склали 265 306 тис. грн, що на 50,2 % менше, ніж у 2015 році. На 2017 рік передбачено видатки у сумі 600,8 млн грн для матеріально-технічного переоснащення органів управління та сил цивільного захисту, що на 150 млн грн більше, ніж у 2016 році. У результаті проведеної у 2016 році роботи та за підтримки керівництва держави відповідно до Закону України «Про Державний бюджет України на 2017 рік» ДСНС за загальним фондом державного бюджету передбачено видатки у сумі 7 млрд 178,4 млн грн, що на 2 млрд 263,8 млн грн або 46,1 % більше порівняно з 2015 роком. За рахунок коштів загального та спеціального фондів державного бюджету забезпечено виконання основних напрямів діяльності за кожною бюджетною програмою. У зв'язку з тим, що продовольча безпека і засоби для існування більшості спільнот залежать від сільського господарства і суміжних з ним галузей, саме діюча система цивільного захисту в галузі сільського господарства, тваринництва, рибальства та лісового господарства є вкрай важливою в діяльності з відновлення та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій і потребує подальших досліджень.

Література

1. Ситник Г. П. Про нову конфігурацію постійно діючих органів управління цивільного захисту на державному рівні / Г. П. Ситник // Вісник НАДУ. – 2014. – № 2. – С. 5.
2. Гудович О. Д. Механізми планування діяльності Єдиної державної системи цивільного захисту України / О. Д. Гудович, В. О. Тищенко // Науковий Вісник академії муніципального управління. Серія “Управління”. – 2013. – Вип. 4. – С. 97.
3. Малеван О. Ю. Аналіз структури системи підготовки кадрів у сфері цивільного захисту [Електронний ресурс] / О. Ю. Малеван, Ю. П. Теревєрзін // Державне управління: удосконалення та розвиток. – 2013. – № 2. – Режим доступу : <http://www.dy.nayka.com.ua>.
4. Засулько С. С. Оперативне управління ДСНС в особливих умовах / С. С. Засулько // Проблеми цивільного захисту: управління, попередження, аварійно-рятувальні та спеціальні роботи : зб. тез міжнар. наук.- практ. конф. – Х. : Національний університет цивільного захисту України, 2014. – С. 18.
5. Баріло О. Г. Інформаційне забезпечення органів державного управління у надзвичайних ситуаціях / О. Г. Баріло, С. П. Потєрайко, В. О. Тищенко // Науковий вісник Академії муніципального управління. – 2013. – № 4. – С. 77–84.

6. Клименко Н. Г. Зарубіжний досвід функціонування систем державного управління в умовах надзвичайних ситуацій та основні тенденції їх подальшого розвитку / Н. Г. Клименко // Збірник наукових праць НАДУ. – 2007. – Вип. 1. – С. 26–40.

7. Костенко В. Модернізація державної системи цивільного захисту в контексті європейської інтеграції України / В. Костенко // Державне управління та місцеве самоврядування. – 2013. – Вип. 4(19). – С. 111.

8. Звітні матеріали Державної служби України з надзвичайних ситуацій [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.dsns.gov.ua/ua/Zvitni-materiali-Derzhavnoyi-sluzhbi-Ukrayini-z-nadzvichaynih-situaciy.html>.

9. Шостак Л. Й. Механізми забезпечення взаємодії суб'єктів державної системи ліквідації медико-санітарних наслідків надзвичайних ситуацій : дис. ... канд. наук з держ. управління / Л. Й. Шостак ; Одеський регіональний ін-т держ. управління НАДУ при президентів України. - Одеса, 2016. - 226 с.

10. Приходько Р. В. Організаційно-правовий механізм регулювання сфери захисту населення і територій від наслідків надзвичайних ситуацій / Р. В. Приходько // Теорія та практика держ. управління : зб. наук. пр. – Х., 2011. – Вип. 3 (34) – С. 36–42.

11. Кодекс цивільного захисту України: чинне законодавство із змінами та допов. на 25 липня 2013 року (Відповідає офіц. текстові). – К. : Аперта, 2013. – 102 с.

12. Сіліна А. С. Історико-правовий аналіз становлення сучасної системи цивільного захисту / А. С. Сіліна // Наук. вісн. Нац. акад. держ. податкової служби України. – 2007. – № 2 (37). – С. 145–151.

13. Томко П. П. Міжнародне співробітництво України в галузі реагування на надзвичайні ситуації техногенного та природного характеру на сучасному етапі / П. П. Томко // Воєнна історія. – 2008. – № 1/2. – С. 209–214.

14. Плющиков В. Г. Современные методы защиты сельскохозяйственных культур при стихийных бедствиях и чрезвычайных ситуациях природного характера : учеб. пособие / В. Г. Плющиков. – М. : РУДН, 2008. – 285 с.

УДК 681.5: 535-2

О. Ф. Соколовський

К. Т. Н.

Л. М. Соколовська

Житомирський агротехнічний коледж

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧЕ КЕРУВАННЯ ОСВІТЛЮВАЛЬНОЮ УСТАНОВКОЮ

*Проведено аналіз сучасних технологій в галузі систем освітлення офісних будівель.
Запропоновано систему керування освітленням офісу із застосуванням*

© О. Ф. Соколовський, Л. М. Соколовська

6. Клименко Н. Г. Зарубіжний досвід функціонування систем державного управління в умовах надзвичайних ситуацій та основні тенденції їх подальшого розвитку / Н. Г. Клименко // Збірник наукових праць НАДУ. – 2007. – Вип. 1. – С. 26–40.

7. Костенко В. Модернізація державної системи цивільного захисту в контексті європейської інтеграції України / В. Костенко // Державне управління та місцеве самоврядування. – 2013. – Вип. 4(19). – С. 111.

8. Звітні матеріали Державної служби України з надзвичайних ситуацій [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.dsns.gov.ua/ua/Zvitni-materiali-Derzhavnoyi-sluzhbi-Ukrayini-z-nadzvichaynih-situaciy.html>.

9. Шостак Л. Й. Механізми забезпечення взаємодії суб'єктів державної системи ліквідації медико-санітарних наслідків надзвичайних ситуацій : дис. ... канд. наук з держ. управління / Л. Й. Шостак ; Одеський регіональний ін-т держ. управління НАДУ при президентів України. - Одеса, 2016. - 226 с.

10. Приходько Р. В. Організаційно-правовий механізм регулювання сфери захисту населення і територій від наслідків надзвичайних ситуацій / Р. В. Приходько // Теорія та практика держ. управління : зб. наук. пр. – Х., 2011. – Вип. 3 (34) – С. 36–42.

11. Кодекс цивільного захисту України: чинне законодавство із змінами та допов. на 25 липня 2013 року (Відповідає офіц. текстові). – К. : Аперта, 2013. – 102 с.

12. Сіліна А. С. Історико-правовий аналіз становлення сучасної системи цивільного захисту / А. С. Сіліна // Наук. вісн. Нац. акад. держ. податкової служби України. – 2007. – № 2 (37). – С. 145–151.

13. Томко П. П. Міжнародне співробітництво України в галузі реагування на надзвичайні ситуації техногенного та природного характеру на сучасному етапі / П. П. Томко // Воєнна історія. – 2008. – № 1/2. – С. 209–214.

14. Плющиков В. Г. Современные методы защиты сельскохозяйственных культур при стихийных бедствиях и чрезвычайных ситуациях природного характера : учеб. пособие / В. Г. Плющиков. – М. : РУДН, 2008. – 285 с.

УДК 681.5: 535-2

О. Ф. Соколовський

К. Т. Н.

Л. М. Соколовська

Житомирський агротехнічний коледж

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧЕ КЕРУВАННЯ ОСВІТЛЮВАЛЬНОЮ УСТАНОВКОЮ

*Проведено аналіз сучасних технологій в галузі систем освітлення офісних будівель.
Запропоновано систему керування освітленням офісу із застосуванням*

© О. Ф. Соколовський, Л. М. Соколовська

мікропроцесорного пристрою. Ідея полягає в створенні умов, які спонукають працівників офісу до ефективного використання природного освітлення. У випадку недостатнього рівня освітлення через затемнення вікон система не дозволяє увімкнути достатню кількість світильників, що змушує співробітників відкрити жалюзі. При використанні добового ліміту електроенергії система переходить в економний режим функціонування. Добовий ліміт визначається тривалістю темного часу доби на інтервалі робочого дня та хмарністю відповідно до прогнозу погоди. Періодичне вимикання світла в неробочий час здійснюється із врахуванням пріоритетності приміщень. Для підвищення енергоефективності мережі пропонується встановлення сонячних панелей, які часткового покриватимуть попит на електричну енергію.

Ключові слова: енергозберігаюче керування, фотоелектрична система, FBD-діаграма, астрономічний календар, прогноз погоди.

Постановка проблеми

Сучасний етап економічного розвитку суспільства вимагає впровадження систем керування технологічними установками, які повинні забезпечувати не лише необхідні технологічні параметри, надійність та енергоефективність, а також формувати енерго- і ресурсоощадливу поведінку споживачів та проводити моніторинг споживання ресурсів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

За даними Держенергонагляду щодо галузевого електроспоживання витрати електроенергії на освітлення в цілому по Україні становлять 15 млрд кВт·год (10 % усього споживання) [1]. У той же час, за оцінками європейських експертів, адміністративні будівлі споживають 60 % електроенергії, яка витрачається в країнах Євросоюзу [2]. Тобто, у даній сфері закладений величезний потенціал економії, в тому числі за рахунок зниження витрат на освітлення. Зокрема, світлодіодне освітлення в комплексі з мікропроцесорними системами керування дозволяє економити до 65 % електроенергії [3]. Сучасні системи керування освітленням з датчиками освітленості, руху і присутності дозволяють вмикати і вимикати світло, змінювати яскравість у залежності від присутності людини у приміщенні, від рівня природного освітлення або від часу доби [4, 5]. Вартість таких рішень зазвичай становить до 10 % вартості системи освітлення. Останнім часом все більшого розмаху набирає використання фотоелектричних систем. Однією з областей застосування таких установок є електропостачання будинків, офісів та інших будівель [6]. У більшості випадків сонячні батареї працюють паралельно з мережею і генерують екологічно чисту електрику для мереж централізованого електропостачання.

Мета, завдання та методика досліджень

Наразі на ринку існує достатньо автоматизованих систем, метою яких є управління енергоспоживанням та розробка прогнозних моделей витрат

електрики. Зазвичай, розроблені системи орієнтовані на промислові підприємства з енергоємним обладнанням. При цьому майже не враховується вплив штучного освітлення на загальні витрати електроенергії. Тому постає завдання розробки заходів щодо зменшення витрат на штучне освітлення. Метою роботи є впровадження енергозберігаючого алгоритму керування системою освітлення офісної будівлі. Об'єктом дослідження є процес керування освітлювальною установкою. Дослідження побудовано на базі математичного моделювання, положень теорії автоматичного керування з використанням методики програмування мікропроцесорних пристроїв та з врахуванням психології управління персоналом.

Результати досліджень

Відомо, що під час робочого дня рівень освітленості у приміщеннях за рахунок природного освітлення залежить від часу доби, погодних умов, пори року, чистоти вікон, коефіцієнта світлопропускання гардин, положення жалюзі на вікнах тощо. Недостатня освітленість всередині приміщень спонукає персонал вмикати загальне освітлення, яке нерідко може залишатись увімкненим навіть у разі відсутності потреби. І навпаки, в літній період інтенсивне сонячне випромінювання змушує співробітників офісу закривати жалюзі, вмикати при цьому штучне освітлення на тривалий час. Також на практиці часто зустрічаються випадки увімкненого світла у приміщеннях, в яких персонал відсутній.

Для реалізації енергозберігаючої системи керування освітленням пропонуються наступні рішення:

- централізоване керування системою від програмованого логічного контролера;
- застосування в якості пристроїв комутації імпульсних вимикачів, що дозволить здійснювати централізоване керування освітленням автоматично та в ручному режимі;
- встановлення датчиків освітленості, датчиків присутності в робочих приміщеннях, датчиків положення жалюзі;
- періодичне вимикання світла в автоматичному режимі в неробочий час;
- застосування системи сонячного електропостачання з автономними інверторами типу off-grid для часткового покриття потреб на освітлення;
- впровадження світлодіодного освітлення офісу. Для зменшення вартості реконструкції системи пропонується заміна люмінесцентних ламп на світлодіодні із збереженням встановлених світильників;
- зональне керування освітленням з метою створення необхідної освітленості в окремих частинах приміщень;

- запровадження добової норми витрат електроенергії з врахуванням тривалості робочого дня, тривалості сутінок відповідно до астрономічних даних, хмарності відповідно до прогнозу погоди.

Величина електроенергії, яку споживає запропонована система за добу:

$$W_{\Pi}(P_H, P_C, T, t_T, k_{XC}, A_{X\Pi}, t_C) = W_Y(P_H, T, t_T, k_{XC}, A_{X\Pi}) + W_{C\Pi}(P_C, t_C),$$

де W_Y – споживання енергії від мережі централізованого електропостачання; $W_{C\Pi}$ – електроенергія, спожита від фотоелектричної системи; P_H – встановлена потужність освітлювальної установки; P_C – встановлена потужність сонячних панелей; T – тривалість робочого дня; t_T – тривалість сутінок на проміжку робочого дня; k_{XC} – сезонний коефіцієнт хмарності; $A_{X\Pi}$ – величина хмарності відповідно до прогнозу погоди; t_C – час використання сонячної енергії на добу.

Сумарне прогнозоване споживання електроенергії за добу:

$$W_{\Sigma} = W_{T_i} + W_{XMi},$$

де W_{T_i} – електроенергія, спожита протягом темного часу доби; W_{XMi} – електроенергія, спожита внаслідок хмарності.

$$W_{T_i} = P_H \cdot t_{T_i},$$

$$W_{XMi} = P_H \cdot k_{XC} \cdot T \cdot N \cdot \frac{A_{X\Pi i}}{\sum_1^N A_{X\Pi i}},$$

де N – кількість робочих днів протягом місяця.

Рекомендується прийняти $k_{XC} = 0,3$ для зимових місяців, $k_{XC} = 0,2$ – для весни та осені, $k_{XC} = 0,1$ – для літа. З метою врахування витрат електроенергії у сонячний день через затемнення вікон приймемо для зими $A_{X\Pi} = 0$, для весни та осені $A_{X\Pi} = 0,5$, для літа $A_{X\Pi} = 1$. Визначення хмарності здійснюється відповідно до прогнозу на погодних сайтах [7,8] за чотирибальною шкалою.

Величина електроенергії, яку може виробити сонячна система електропостачання за добу:

$$W_{CD} = \frac{Z \cdot k_C \cdot P_{CH} \cdot E_D}{H},$$

де Z – кількість сонячних панелей; k_C – сезонний коефіцієнт (для літа $k_C = 0,5$, для зими $k_C = 0,7$); P_{CH} – потужність однієї панелі; E_D – середньодобове значення сонячної інсоляції (таблиця 1); H – інтенсивність сонячної випромінювання за якого виконують тестування сонячних панелей.

Ємність акумуляторний батарей:

$$C = \frac{P_H \cdot \alpha \cdot k_3 \cdot t_C}{U_C},$$

де α – загальна кількість світильників, включених одночасно, виражена у відносних одиницях; k_3 – коефіцієнт запасу, який враховує втрати потужності в інверторі; U_C – номінальна напруга сонячних панелей.

Таблиця 1. Показники сонячної радіації за місяцями

Населений пункт	Значення сонячної радіації, кВт·год/м²/доба											
	січень	лютий	березень	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	жовтень	листопад	грудень
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
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
Одеса	1,25	2,10	3,07	4,38	5,65	5,85	6,03	5,34	3,93	2,52	1,36	1,04
Ялта	1,27	2,06	3,05	4,30	5,44	5,84	6,20	5,34	4,07	2,67	1,55	1,07

Алгоритм роботи контролера для забезпечення енергозберігаючого керування освітлювальною установкою наведено на рисунку 1. На початку циклу контролер визначає добову норму споживання електроенергії та, відповідно до типу дня і часу доби, виконує дії за коротким чи розгалуженим алгоритмом.

На проміжку часу неробочого часу (18:00–09:00) контролер виконує періодичне вимикання світла через кожні дві години. Цю саму процедуру контролер виконує у вихідні дні. На інтервалі 09:00–18:00 у робочий день відповідно до сигналів датчиків присутності, освітленості та положення жалюзі із врахування добового залишку електроенергії забезпечується живлення системи освітлення або від мережі централізованого електропостачання або від акумуляторних батарей фотоелектричної системи.

Так, за недостатньої освітленості, контролер визначає положення жалюзі. Якщо вони закриті, то для збільшення рівня освітленості використовується

сонячна енергія. У разі низького рівня зарядження акумуляторних батарей (до 50 %) живлення будуть отримувати лише 25 % світильників, у випадку достатнього рівня (50...100 %) – 50 % світильників. Недостатня освітленість буде спонукати персонал до використання природного освітлення та змушувати відкрити жалюзі.

У випадку, якщо рівень освітленості недостатній і жалюзі відкриті, добова норма електроенергії не вичерпана, то живлення здійснюється від централізованого електропостачання. Якщо добовий ліміт використано – світильники отримують живлення за ощадним алгоритмом. У цьому випадку використовується енергія, накопичена в акумуляторних батареях.

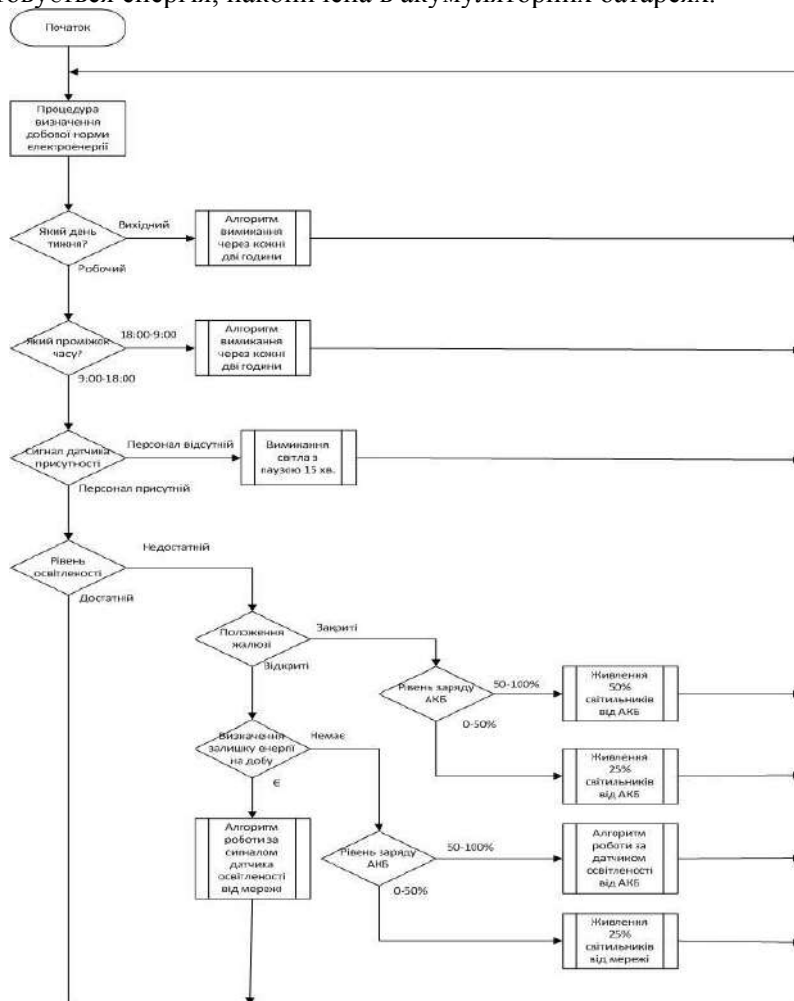


Рис. 1. Алгоритм роботи контролера

Важливо враховувати особливості впливу даного способу керування на психологію поведінки персоналу, його реакцію на обмеження світлового потоку. При натисканні на вимикач працівник очікує на отримання необхідного рівня освітлення. У випадку відсутності уваги співробітників щодо положення жалюзі система зменшує пропозицію. Персонал змушений реагувати на зміну обставин. Так як система не дозволяє увімкнути більше освітлювальних приладів, то співробітникам залишається тільки відкрити жалюзі та забезпечити необхідний рівень освітлення за рахунок надходження ззовні.

Фрагмент FBD-діаграми контролера [9, 10], розробленої на основі стандарту ІЕС-61131, наведено на рисунку 2. Програма забезпечує періодичне вимикання світла в неробочий час з врахуванням пріоритетності приміщень. Комутація мережі освітлення здійснюється формуванням коротких імпульсів на виході контролера.

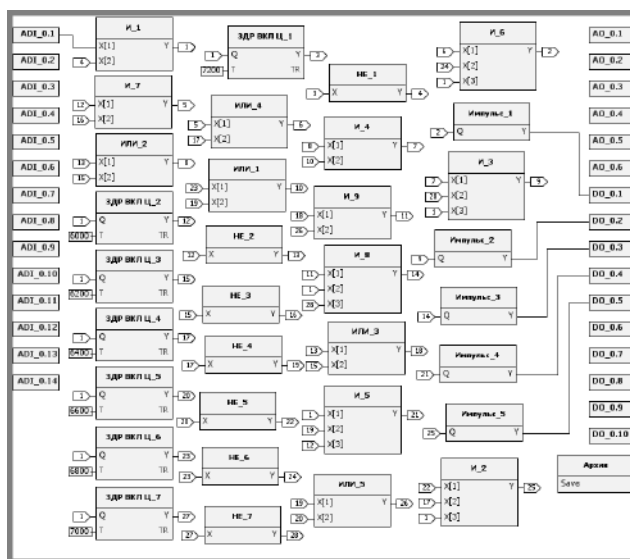


Рис. 2. Фрагмент FBD-діаграми контролера

Результати досліджень розробленої системи наведено на рисунках 3,4. На горизонтальній осі відкладено номери робочих днів січня 2017 року. Так, за даними астрономічного календаря, 6 січня 2017 року в Києві тривалість дня становила 8 годин 13 хвилин [11]. На проміжку 09:00–18:00 сутінки тривали протягом 49 хв. Відповідно до прогнозу погоди величина хмарності $A_{хп} = 2$. Добова норма витрат електроенергії, за встановленої потужності $P_H = 2,3 \text{ кВт}$ для розглянутої дати, складала $W_{y6} = 10,1 \text{ кВт} \cdot \text{год}$ при місячній нормі $188,64 \text{ кВт} \cdot \text{год}$ та середньому споживанні на добу

$W_d = 8,6 \text{ кВт} \cdot \text{год}$. Споживання електроенергії 6 січня через хмарність перевищила витрати в темний час доби в 3,8 раза. У разі перевищення добової норми система перейде в ощадний режим функціонування.

Максимальна прогнозована величина електроенергії, спожита в темний час доби відповідає першому робочому дню січня. Найбільший дисбаланс із процентним співвідношенням 6/94 між витратами в темний час доби ($t_T = 18 \text{ хв}$) та внаслідок хмарності ($A_{\text{хл}} = 3$) спостерігався 27 січня. Діапазон відхилень спожитої електроенергії коливався в межах від +65,85 % до -82,2 % відносно добової норми з найбільшим споживанням у середу 4 січня та найменшим у вівторок 31 січня. Графіки побудовані з врахуванням витрат на освітлення допоміжних приміщень, які додатково складають 5 % до встановленої потужності робочих приміщень.

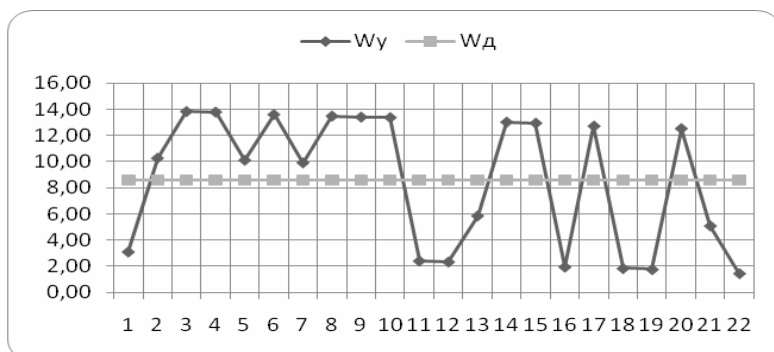


Рис. 3. Прогнозоване споживання енергії освітлювальною установкою

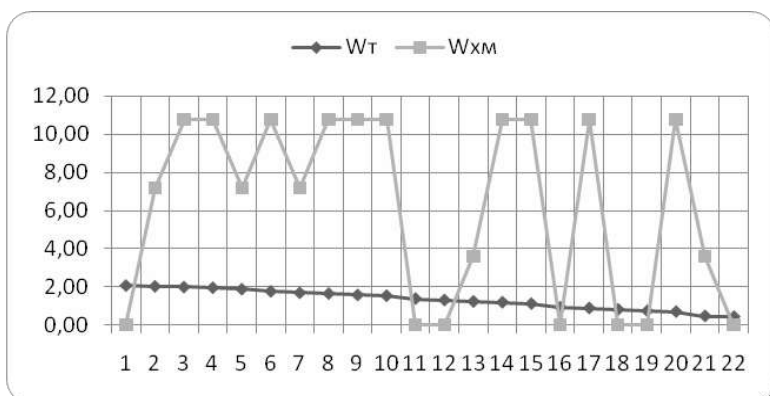


Рис. 4. Прогнозоване споживання за окремими показниками

Висновки та перспективи подальших досліджень

Енергозберігаючі властивості мережі забезпечуються:

- у нормальному режимі за рахунок використання датчиків присутності, освітленості та періодичного вимикання світла в неробочий час;
- в екстремальному режимі (у разі затемнення вікон) за рахунок зниження рівня штучного освітлення та спонукання персоналу до використання природного освітлення;
- в ощадному режимі (у випадку вичерпання добової норми) за рахунок вмикання спеціального алгоритму;
- використанням фотоелектричної системи.

Необхідно відмітити, що у процесі розвитку взаємовідносин системи та споживача відпрацьовується певна модель поведінки останнього. Адже, консеквентні нагадування системи про необхідність зменшення споживання при можливості в будь-яку мить отримати бажане, привчають персонал до раціонального використання електроенергії, що, в свою чергу, може дати ще більший економічний ефект у порівнянні з очікуваним.

Подальші дослідження рекомендується направити на вдосконалення енергозберігаючого алгоритму, який у випадку живлення мережі від фотоелектричної системи має враховувати пріоритетність приміщень та орієнтацію вікон відносно сторін світу.

Література

1. Про дисципліну споживання електричної енергії регіонами України [Електронний ресурс] / Держ. інспекція енергетичного нагляду України. – Режим доступу: <https://den.energy.gov.ua/main-active/rezhimi-spozhivannya-elektrichnoji-energiji>.
2. Освещение офиса. Снижение энергопотребления [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://svitlotek.com/ru/blog/office-lighting-to-reduce-energy-consumption-ru/>.
3. Монастирський З. Я. Нерівноцінна заміна або техніка і економіка світлодіодного освітлення / З. Я. Монастирський // Svitlotek Community. – 2016. – № 1. – С. 27–31.
4. Каталог энергоэффективных решений / Шнейдер Электрик. – Киев, 2015. – 127 с.
5. Каталог решений по защите и контролю нагрузок / Шнейдер Электрик. – Киев, – 2016. – 73 с.
6. Альтернативні джерела енергії України : навч. посіб. / І. О. Ковальов, О. В. Ратушний. – Суми : Вид-во СумДУ, 2015. – 201 с.
7. Погода на місяць [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.gismeteo.ua/ua/>.

8. Погода на місяць [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://meteo.ua/ua>.

9. Ковальчук О. В. Логічний синтез дискретних схем автоматики : [навч. посіб.] / О. В. Ковальчук – К. : НТУУ "КПІ", 2008. – 168 с.

10. Свободно программируемый контроллер MaхуCon Flexy / Raut automatic. – Киев, – 2014. – 45 с.

11. Сонячний календар у Києві на січень 2017 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ua.365.wiki/world/ukraine/kyiv/sun/calendar/january/>.

УДК 631/635 (043.3)

В. О. Турченко

К. Т. Н.

Н. А. Фроленкова

К. Е. Н.

А. М. Рокочинський

Д. Т. Н.

Національний університет водного господарства та природокористування

СИСТЕМНА ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМНИХ, ТЕХНОЛОГІЧНИХ ТА КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ РИСОВИХ ЗРОШУВАЛЬНИХ СИСТЕМ НА ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНИХ ЗАСАДАХ

В роботі обґрунтовано необхідність проведення системної оптимізації режимних, технологічних та конструктивних параметрів водорегулювання при функціонуванні рисових зрошувальних систем, викладені методичні підходи і результати, сформульовані підходи до вибору проектних критеріїв та умов економічної й екологічної оптимізації при побудові комплексних оптимізаційних моделей у проектах їх реконструкції та експлуатації з урахуванням кліматологічної стратегії управління такими об'єктами. Запропонований комплекс заходів як результат системної оптимізації, орієнтований на покращення природно-меліоративного стану рисових зрошувальних систем, підвищення їх технологічної та технічної досконалості, запровадження водо- та ресурсозберігаючих режимів зрошення рису та супутніх культур рисової сівозміни.

Ключові слова: системна оптимізація, природно-меліоративний режим, рисова зрошувальна система, еколого-економічні засади

Постановка проблеми

Одним із стратегічно важливих та актуальних завдань розвитку аграрного сектора економіки України на сучасному етапі є відновлення продуктивності та ресурсного потенціалу галузі рисівництва, що неможливе без підвищення загальної технічної, технологічної, економічної та екологічної ефективності функціонування існуючих рисових зрошувальних систем (РЗС). Загострення екологічних проблем у зрошуваному землеробстві і, особливо в рисівництві,

8. Погода на місяць [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://meteo.ua/ua>.

9. Ковальчук О. В. Логічний синтез дискретних схем автоматики : [навч. посіб.] / О. В. Ковальчук – К. : НТУУ "КПІ", 2008. – 168 с.

10. Свободно программируемый контроллер MaхуCon Flexy / Raut automatic. – Киев, – 2014. – 45 с.

11. Сонячний календар у Києві на січень 2017 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ua.365.wiki/world/ukraine/kyiv/sun/calendar/january/>.

УДК 631/635 (043.3)

В. О. Турченко

К. Т. Н.

Н. А. Фроленкова

К. Е. Н.

А. М. Рокочинський

Д. Т. Н.

Національний університет водного господарства та природокористування

СИСТЕМНА ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМНИХ, ТЕХНОЛОГІЧНИХ ТА КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ РИСОВИХ ЗРОШУВАЛЬНИХ СИСТЕМ НА ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНИХ ЗАСАДАХ

В роботі обґрунтовано необхідність проведення системної оптимізації режимних, технологічних та конструктивних параметрів водорегулювання при функціонуванні рисових зрошувальних систем, викладені методичні підходи і результати, сформульовані підходи до вибору проектних критеріїв та умов економічної й екологічної оптимізації при побудові комплексних оптимізаційних моделей у проектах їх реконструкції та експлуатації з урахуванням кліматологічної стратегії управління такими об'єктами. Запропонований комплекс заходів як результат системної оптимізації, орієнтовані на покращення природно-меліоративного стану рисових зрошувальних систем, підвищення їх технологічної та технічної досконалості, запровадження водо- та ресурсозберігаючих режимів зрошення рису та супутніх культур рисової сівозміни.

Ключові слова: системна оптимізація, природно-меліоративний режим, рисова зрошувальна система, еколого-економічні засади

Постановка проблеми

Одним із стратегічно важливих та актуальних завдань розвитку аграрного сектора економіки України на сучасному етапі є відновлення продуктивності та ресурсного потенціалу галузі рисівництва, що неможливе без підвищення загальної технічної, технологічної, економічної та екологічної ефективності функціонування існуючих рисових зрошувальних систем (РЗС). Загострення екологічних проблем у зрошуваному землеробстві і, особливо в рисівництві,

вимагає узгодження економічних та екологічних цілей, при яких досягається найбільший сукупний еколого-економічний ефект. Це можливо шляхом упровадження заходів, які направлені на формування таких агросистем, яким притаманна екологічна стабільність природного середовища та висока відтворювальна спроможність на основі використання науково обґрунтованих, ресурсозберігаючих технологій зрошувального землеробства.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Тому метою сучасної меліорації земель повинно бути не тільки збільшення сільськогосподарської продукції, але й збереження та покращання родючості ґрунтів за умови раціонального використання природних ресурсів і охорони навколишнього середовища [2].

Рисові системи мають низку особливостей, що відрізняють їх від класичних меліоративних об'єктів зони зрошення. Ці особливості зумовлені складними ґрунтовими, геологічними та гідрогеологічними умовами відведених під їх улаштування територій та наявністю в сівозміні провідної культури затоплюваного рису. Особливість технології водорегулювання при вирощуванні затоплюваного рису полягає у створенні та підтриманні на рисових полях необхідного промивного водного режиму як обов'язкової умови їх використання у якості угідь сільськогосподарського призначення, що забезпечуються відповідними режимами водоподачі та водовідведення, які витрачаються на створення шару води на полі у відповідності з біологічними особливостями та потребами культури рису, а також транспірацію і фільтраційні втрати. Суть промивного водного режиму полягає тут в зниженні сезонної акумуляції солей у верхніх горизонтах та вимивання їх низхідними токами води в нижні горизонти і в дренажну мережу. Забезпечення необхідного рівня промивності рисового поля як у період створення і підтримання шару води на ньому, так і у період його осушення, є необхідною умовою підвищення продуктивності рисосіяння та покращення еколого-меліоративного стану в межах системи та на прилеглий території.

У світлі сучасних економічних та екологічних вимог до такого роду об'єктів виникає потреба переходу від звичної практики розгляду РЗС не суто як технічних, а як складних природно-технічних систем з відповідною зміною усієї методології, технічної та технологічної стратегії їхнього створення й функціонування, а також безпосереднього врахування мінливих у часі та невизначених за своїм характером природно-кліматичних умов, оскільки саме вони, разом з меліоративними чинниками, справляють визначальний вплив на загальний природно-меліоративний режим земель РЗС та створюваний відповідний еколого-економічний ефект [9, 10].

Як показують практика і накопичений досвід, вирішення такої складної проблеми для існуючих РЗС, які по суті є також і еколого-економічними

об'єктами [11], вимагає застосування відповідних комплексних і системних рішень, насамперед, оптимізації їх природно-меліоративного режиму.

Природно-меліоративний режим (ПМР) [5, 10] – це сукупність водного, повітряного, теплового, поживного, окисно-відновного та інших ґрунтових режимів, що регулюються за допомогою гідромеліоративних, агротехнічних і організаційних заходів на фоні природних чинників в умовах зрошуваної, в тому числі рисової системи. Головне завдання підтримання сприятливого ПМР – узгодження потреб розширеного відтворення родючості ґрунту і охорони природи в умовах інтенсивного землеробства, що забезпечує отримання заданих урожаїв сільськогосподарських культур з дотриманням екологічних вимог.

Природно-меліоративний режим РЗС визначається цілою низкою факторів, головними з яких є природні (кліматичні фактори), технологічні (подача та відведення води), конструктивні (конструкція та параметри зрошувальної і дренажно-скидної мережі тощо). Результати досліджень [5] свідчать про те, що найбільш суттєвий вплив на ПМР діючих РЗС здійснює дренажно-скидна мережа, яка на рисових системах визначає інтенсивність та направленість фільтраційних процесів, що мають місце при тривалому перезволоженні ґрунтів в умовах застосування поливу затопленням. Дренажно-скидна мережа на РЗС направлена на формування їх водного і сольового режимів і є визначальним фактором продуктивності сільськогосподарських угідь та гарантом підтримання належного еколого-меліоративного стану зрошуваних земель рисової системи.

Мета, завдання та методика досліджень

Метою роботи є підвищення ефективності функціонування рисових зрошувальних систем шляхом оптимізації їх природно-меліоративного режиму.

Для досягнення вказаної мети вирішувалися завдання:

- розвиток теоретичних основ і розробка сучасних підходів до системної оптимізації технічних і технологічних рішень з водорегулювання на РЗС на еколого-економічних засадах щодо різних рівнів прийняття у часі в проектах їх реконструкції та експлуатації;

- дослідження, аналіз й оцінка режимних, технологічних та технічних аспектів водорегулювання на РЗС у їхньому взаємозв'язку в змінних природно-агро-меліоративних умовах;

- розробка загальних принципів побудови та реалізації моделей оптимізації технічних і технологічних рішень з водорегулювання на РЗС на еколого-економічних засадах;

- удосконалення методів розрахунку й оптимізації при розв'язанні комплексу прогностно-оптимізаційних завдань з водорегулювання на РЗС у проектах їх будівництва, реконструкції та експлуатації, впровадження та оцінка їхньої ефективності.

Результати досліджень

За аналогією з [7, 9] РЗС являє собою складну *природно-технічну еколого-економічну систему*, яка потребує одночасного поєднання технічних, технологічних, економічних й екологічних інтересів на основі **системної оптимізації**. Суть системної оптимізації полягає у знаходженні в ідеалі всіх проміжних і локальних оптимумів за всіма основними елементами технології водорегулювання (насосна станція, водоподаюча мережа, дренажно-скидна мережа, водоподача, водовідведення), всіма основними змінними факторами в просторі і часі, які впливають на ефективність водорегулювання та природно-меліоративний режим РЗС в цілому (клімат, рельєф, склад культур сівозміни, гідрогеологічні умови та ін.) для всіх рівнів реалізації відповідної моделі оптимізації. Тоді, оскільки в складних природно-технічних еколого-економічних системах, згідно з [5, 9], має місце виражений зв'язок виду *ефект-режим-технологія-конструкція*, то для діючих РЗС системна оптимізація полягає в науковій оптимізації параметрів природно-меліоративного режиму, удосконаленні технології водорегулювання та конструктивних рішень щодо їх забезпечення.

Оптимізація природно-меліоративного режиму РЗС, виходячи з необхідності створення та підтримання промивного водного режиму на зрошуваних засолених землях як основного фактора забезпечення їх сприятливого агрономеліоративного стану, а також підвищення загальної технічної, технологічної, економічної і екологічної ефективності системи, може бути зведена, в результаті, до оптимізації інтенсивності фільтрації при поверхневому поливі провідної культури рису за рахунок відповідного співвідношення між подачею і відведенням води при відповідному режимі зрошення. Саме фільтраційний режим, який формується на поливних рисових картах у період підтримання шару води при вирощуванні рису, а також у подальшому і в позавегетаційний період, визначає їх загальний еколого-меліоративний стан, а також дає оцінку технологічній ефективності роботи дренажної мережі в різні періоди функціонування РЗС.

На підставі та в розвиток [11, 10], системна оптимізація на еколого-економічних засадах режимних, технологічних та конструктивних рішень на стадії проектування реконструкції РЗС з урахуванням кліматологічної стратегії управління об'єктом може бути реалізована за такою загальною комплексною моделлю виду:

$$\begin{cases} ZP_{iks}^0 = \min_{\{i\}} \sum_{p=1}^{n_p} ZP_{ksp} \cdot a_p; i = \overline{1, n_i}; k = \overline{1, n_k}; s = \overline{1, n_s}; \\ Z_{iks}^0 = \min_{\{i\}} \sum_j |Z_{jksp} - \hat{Z}_j| \cdot a_p; j = \overline{1, n_j}; i = \overline{1, n_i}; k = \overline{1, n_k}; s = \overline{1, n_s}, \end{cases} \quad (1)$$

де ZP_{iks}^0 – мінімальне значення приведених витрат за прийнятою умовою обраного критерію економічної оптимальності ZP_{ksp} , що відповідає оптимальному проектному рішення з сукупності можливих варіантів $I = \{i\}$, $i = \overline{1, n_i}$;

Z_{jks} – сукупність $\{j\}$, $j = \overline{1, n_j}$ критеріїв (фізичних показників) екологічної ефективності водорегулювання на РЗС за сукупністю проектних рішень $\{i\}$, $i = \overline{1, n_i}$, відповідною технологією водорегулювання $\{s\}$, $s = \overline{1, n_s}$;

$\hat{Z}_j$ – відповідні лімітуючі показники екологічної ефективності, що розглядаються;

α_p – відомі (встановлені або задані) значення повторюваності чи часток можливого стану типових метеорологічних режимів у розрахункові періоди вегетації сукупності $\{p\}$, $p = \overline{1, n_p}$ у межах проектного терміну функціонування

об'єкта, $\sum_{p=1}^{n_p} \alpha_p = 1$.

При цьому, виконання прогнозно-оптимізаційних розрахунків на довготерміновій основі має ґрунтуватися на сумісній реалізації за схематизованими вихідними даними та умовами реального об'єкта ієрархічно зв'язаного комплексу прогнозно-імітаційних моделей, моделей показників та критеріїв ефективності, моделей технологічних та технічних параметрів і, зрештою, моделей та умов оптимізації проектних рішень з водорегулювання на РЗС [9, 10].

Згідно з [11], в якості економічного критерію та умови оптимізації конструкції і параметрів дренажу РЗС на стадії проекту вважаємо за доцільне розглядати показник приведених витрат ZP_i з відповідним урахуванням погодно-кліматичного ризику R_i при відхиленні водного режиму рисового поля від оптимального у розрахункові як у позавеgetацію осінньо-весняний (передпосівний), так і у вегетаційний періоди роботи системи на реалізацію відповідних варіантів проектних рішень (ПР) сукупності $\{i\}$, $i = \overline{1, n_i}$

$$ZP_i = Z_i \cdot k_{Z_i}^V = [(C_i + E_n K_i) + R_i] / V_i, \quad i = \overline{1, n_i}, \quad (2)$$

де $k_{Z_i}^V$ – коефіцієнт зведення приведених витрат Z_i за обсягом (вартістю) V_i отриманої продукції за варіантами режимних, технологічних та технічних рішень сукупності $\{i\}$, $i = \overline{1, n_i}$, який визначається оберненим співвідношенням $1/V_i$;

C_i – поточні витрати на отримання продукції за варіантами ПР;

E_n – нормативний коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень K_i за відповідними варіантами ПР;

R_i – погодно-кліматичний ризик за відповідними варіантами проектних рішень.

Погодно-кліматичний ризик, згідно з [11] – це можливість втрати або недоотримання прибутку в результаті впливу несприятливих факторів під час проведення господарської діяльності, або імовірність виникнення непередбачених втрат очікуваного прибутку чи доходу, у зв'язку з випадковою зміною умов економічної діяльності, впливом несприятливих обставин тощо.

Він визначається за формулою

$$\overline{R_i} = \sqrt{\sum_{j=1}^m (W_{ij} - \overline{W_{\bar{n}}})^2 \cdot \alpha_{pj}} = \sqrt{\sum_{j=1}^m R_{ij}^2 \cdot \alpha_{pj}}, \quad i = \overline{1, n}, \quad (3)$$

де W_{ij} – вартість валової продукції за фактичною врожайністю вирощуваних сільськогосподарських культур, отриманою за i -тим варіантом ПР, грн/га;

$\overline{W_{\bar{n}}}$ – вартість валової продукції за потенційно можливою їх врожайністю на об'єкті, грн/га.

У виразі (2) поточні витрати C_i на отримання продукції складаються із сільськогосподарських C_i^{cz} і експлуатаційних C^e витрат. Останні включають відрахування на амортизацію і ремонт A_i , меліоративні витрати C_i^M – на догляд за системою та витрати на воду C_i^g для проведення зволожувальних заходів на РЗС.

Що стосується екологічного оцінювання меліоративних заходів, то це надзвичайно складне питання, яке досі не вирішене через низку причин, перш за все, об'єктивного характеру, а саме, через надзвичайну складність визначення економічних наслідків їх негативного впливу на природне середовище [4]. Вартісна оцінка екологічних факторів завжди пов'язана з певними умовностями і показники екологічного ефекту від реалізації меліоративних проектів дуже складно, а іноді навіть неможливо обчислити у грошовому виразі. Тому більш правомірним є підхід до врахування екологічних факторів, що заснований на їх якісній або відносній оцінці. Саме тому існує необхідність і доцільність використання та подальшого розвитку існуючих підходів залежно від поставленої мети, задач, складності та наявних інформаційних можливостей.

Тому, за аналогією з [10, 11], визначення екологічно прийнятних варіантів проектних рішень на рівні рисового поля і системи в цілому у загальному вигляді можуть бути представлені у вигляді необхідних умов та обмежень за визначеною, обґрунтованою і прийнятою до розгляду сукупністю фізичних показників (критеріїв) оцінювання водного, сольового і загального природно-меліоративного режиму як рисового поля, так і системи: за режимом рівня ґрунтових вод у позавеgetаційний період (Hg); тривалістю глибини їх стояння нижче критичної глибини (T); інтенсивністю фільтраційних процесів під затопленим рисовим полем (V), ступенем засолення кореневмісного шару ґрунту (S); зрошувальною нормою (M); мінералізацією ґрунтових вод (G) тощо.

$$Z_{jks} = (Hg_{ks}, T_{ks}, V_{ks}, S_{ks}, M_{ks}, G_{ks}), \quad j = \overline{1, n_j}, \quad k = \overline{1, n_k}, \quad s = \overline{1, n_s}. \quad (4)$$

За такими показниками, порівняно з їх граничними значеннями, відповідно до конкретних ґрунтово-меліоративних умов об'єкта, можна передбачити направленість процесів, що відбуваються на рисовому полі і системі в цілому, тим самим, неявно оцінити екологічний ефект від реалізації меліоративних заходів.

Формально це може бути представлено як у комплексній моделі (1) або більш детально

$$Z_{ji} = \begin{cases} \leq \\ = \\ \geq \end{cases} Z_j, \quad j = \overline{1, n_j}, \quad i = \overline{1, n_i}. \quad (5)$$

Обґрунтування оптимальних загального природно-меліоративного та ґрунтових режимів, відповідно до параметрів технологічних та технічних проектних рішень на РЗС за інтегральною оцінкою сукупності показників їхньої екологічної ефективності, може бути достатньо ефективно виконане на основі методу Б. П. Карука [1].

За цим підходом характеристику екологічної надійності варіанту меліоративного проекту можна представити у вигляді вектора H з компонентами H_z

$$H = H_z / z = 1, 2, \dots, N, \quad (6)$$

де N – кількість елементів (факторів), які характеризують екологічну надійність меліоративного проекту.

Тут компоненти H_z приймають відповідні значення за умови, що

$$H_z = \begin{cases} 1, & \text{якщо } H_z \leq H_{nz}; \\ 0, & \text{якщо } H_z > H_{nz}, \end{cases} \quad (7)$$

де H_{nz} – нормативне, критичне або допустиме значення z -го елементу.

При допущенні, що в системі факторів всі вони є однаково важливими, можна відсутність певного елементу вважати як відповідне зменшення міри екологічної надійності.

Тоді коефіцієнт екологічної надійності варіанту меліоративного проекту можна визначити за формулою

$$k_n = \frac{\sum_{z=1}^N H_z}{N}. \quad (8)$$

У даному разі, коли компоненти H_z приймають фіксовані значення «0» або «1», такий коефіцієнт являє собою наближену оцінку екологічної стійкості проекту і ступінь урахування факторів екологічної надійності його функціонування, в першу чергу, з точки зору підтримання сприятливих загального природно-меліоративного та ґрунтових режимів у межах проектного терміну.

У розвиток та на відміну від розглянутого підходу, нами пропонується більш гнучкий інструмент визначення компоненти H_z , коли вона приймає більш гнучкі значення в інтервалі від 0 до 1 за умови, що

$$H_z = \begin{cases} H_z = 1 - \left(\frac{H_{iz} - H_{\hat{oz}}}{H_{iz}} \right), & \text{якщо } H_{\hat{oz}} \leq H_{iz}; \\ H_z = 1 + \left(\frac{H_{iz} - H_{\hat{oz}}}{H_{iz}} \right), & \text{якщо } H_{\hat{oz}} \geq H_{iz}, \end{cases} \quad (9)$$

де $H_{\hat{oz}}$ – фактичне значення z -го показника екологічної ефективності;

H_{iz} – відповідно нормативне, критичне або допустиме його значення, яке відповідає $\hat{Z}_j$.

Даний підхід до оцінювання екологічної надійності проекту відрізняється від класичної теорії надійності, де фігурують імовірнісні величини, проте він є

досить простим та універсальним за своєю суттю, оскільки дає змогу залежно від постановки завдання використовувати різні, переважно експертні методи оцінювання та будь-який комплекс різномірних показників.

Таким чином, екологічно оптимальні загальний природно-меліоративний та ґрунтовий режими земель РЗС, за розглянутою методикою, забезпечуються за умови дотримання обмеження, що коефіцієнт екологічної надійності за варіантом меліоративного проекту знаходиться в інтервалі значень

$$0,5 < k_{n_i} \leq 1,0. \quad (10)$$

Запропонована схема оцінювання екологічної надійності меліоративного проекту є досить універсальною, оскільки в якості складових елементів надійності може виступати будь-який комплекс факторів як кількісних, так і якісних, які характеризують еколого-меліоративний стан території.

Враховуючи попередні результати досліджень [5], якими визначаються параметри водо- та енерговикористання щодо раціонального та ресурсозберігаючого рівнів ефективності функціонування Придунайських РЗС і які дають змогу знизити, порівняно з проектним, затрати водних й енергетичних ресурсів залежно від умов тепло- та вологозабезпеченості років та підвищити загальний рівень технічної експлуатації рисових систем, нами були сформовані відповідні варіанти досліджень, за якими була здійснена системна оптимізація природно-меліоративного режиму, технології водорегулювання та основних конструктивних елементів Придунайських РЗС щодо конструкції та параметрів дренажно-скидної мережі за розглянути методами.

Як варіанти досліджень нами були розглянуті наступні:

- варіанти 1...3 – конструкція та параметри дренажу, згідно з рекомендаціями Мендуся С. П. [3];

- варіанти 4...8 – удосконалена нами конструкція дренажно-скидної мережі на картах-чеках шляхом улаштування проміжних закритих дренажних колекторів [5];

- варіанти 9...12 – конструкція та параметри існуючої дренажно-скидної мережі у вигляді відкритих каналів [5].

Оптимізація оптимальних параметрів дренажу здійснювалася з урахуванням оптимальних параметрів швидкості вертикальної фільтрації на рисовому чеку, яка відображає одночасно режимний та технологічний аспекти водорегулювання на РЗС, а також встановленого оптимального показника дольової частки рису в сівозміні – 50...60%.

Розрахунок економічних показників здійснювався за цінами і розцінками 2015 року.

Узагальнені результати такої оцінки наведені в таблицях 1, 2.

Таблиця 1. Основні результати оптимізаційних розрахунків для Придунайських РЗС щодо обґрунтування оптимальних параметрів дренажу на рисових картах-чеках

Варіанти ПР	Відстань між дренами	Глибина залягання РГВ в осінньо-зимовий період, м	Швидкість вертикальної фільтрації з поверхні рисового поля V, мм/добу	Капіталовкладення, грн/га	Амортизаційні відрахування, грн/га	Сільськогосподарські витрати, грн/га	Меліоративні витрати, грн/га	Вартість проектної валової продукції, грн	Вартість фактичної валової продукції, грн	Погодно-кліматичний ризик	Показник приведених витрат з врахуванням погодно-кліматичного ризику
1	50	1,86	27,1	149311,2	7465,6	10353,0	11768,7	55800	31248,0	16663,3	2,20
2	75	1,78	12,0	112712,4	5635,6	11764,9	11063,9	55800	39606,8	16193,2	1,55
3	85	1,75	9,4	107484,0	5374,2	13670,6	10938,6	55800	50889,6	4910,4	1,00
4	100	1,59	6,8	97027,2	4851,4	14125,8	10497,1	55800	53584,7	2215,3	0,86
5	125	1,49	4,7	86570,4	4328,5	13086,3	10718,8	55800	47430,0	8370,0	1,04
6	150	1,35	3,0	83433,4	4171,7	12187,1	10639,0	55800	42106,7	13693,3	1,26
7	175	1,23	2,2	81342,0	4067,1	10894,9	9023,6	55800	34456,5	21343,5	1,67
8	200	1,11	1,7	73499,4	3675,0	10248,3	8999,1	55800	30628,4	25171,6	1,93
9	225	0,95	1,3	70885,2	3544,3	9206,8	8982,4	55800	24462,0	31338,0	2,60
10	250	0,83	1,0	65656,8	3282,8	8856,3	8970,4	55800	22387,0	33413,0	2,88
11	300	0,60	0,7	61996,9	3099,8	7600,0	8954,8	55800	14948,8	40851,2	4,67
12	500	0,40	0,3	55200,0	2760,0	7286,1	8932,0	55800	13090,7	42709,3	5,34

Таблиця 2. Оцінка екологічної надійності варіантів ПР залежно від створюваної швидкості вертикальної фільтрації на рисових картах-чеках

Швидкість вертикальної фільтрації V, мм/добу	Компонента Hz за Hg	Компонента Hz за T	Компонента Hz за S	Компонента Hz за G	Компонента Hz за M	Коефіцієнт екологічної надійності, кн
0,5	0,80	0,82	0,51	0,43	0,24	0,56
1,0	0,95	0,98	0,55	0,50	0,28	0,65
2,0	1,00	1,00	0,67	0,60	0,33	0,72
4,0	0,93	0,93	0,73	0,75	0,50	0,77
6,0	0,87	0,89	0,80	0,86	0,61	0,80
8,0	0,80	0,93	0,89	1,00	0,74	0,87
10,0	0,67	0,86	1,00	0,83	0,77	0,83
12,0	0,70	0,86	1,00	0,73	0,77	0,81
14,0	0,65	0,86	0,75	0,67	0,83	0,75
16,0	0,59	0,82	0,63	0,50	0,96	0,70
18,0	0,50	0,79	0,50	0,33	0,91	0,61

За результатами прогнозно-оптимізаційних розрахунків оптимальний, економічно вигідний варіант проектного рішення щодо розрахункової відстані між дренажно-скидними каналами і додатковими закритими дренажними колекторами для умов Придунайських РЗС становить 100 м. Така міждренна відстань, на відміну від існуючої 200...500 м між відкритими дренажно-скидними каналами, забезпечує створення та підтримання на рисовому полі промивного водного режиму з оптимальною інтенсивністю вертикальної фільтрації 6...8 мм/добу. Порівняно з Мендусем С. П.[3], який на основі гідромеханічного способу розрахунку, визначив необхідну відстань між систематичним закритим дренажем 70...75м, оптимізаційний метод дає змогу отримати економічний ефект – 1343,5 грн з кожного гектара рисової системи.

Доцільність запропонованих проектних рішень, які направлені на підвищення дренажності рисових полів як головної умови створення промивного водного режиму, з яким пов'язане, в цілому, ефективне функціонування РЗС, підтверджується оцінкою їх екологічної надійності. Так коефіцієнт екологічної надійності при створенні та підтриманні необхідного рівня промивності на рисовому полі у період вегетації 6...8 мм/добу дорівнює 0,80...0,87, що відповідає необхідним вимогам.

Висновки та перспективи подальших досліджень

Таким чином, системна оптимізація природно-меліоративного режиму РЗС на еколого-економічних засадах дає змогу підвищити загальну ефективність функціонування РЗС з врахуванням економічних та екологічних вимог через узгодження параметрів, рівня конструктивної та екологічної надійності й відповідно вартості цих рішень з рівнем створюваного загального ефекту при їхній реалізації.

Безперечно, що отримані загальні рекомендації повинні у подальшому уточнюватися для умов кожного реального об'єкта, який буде розглядатися, за відповідними техніко-економічними та екологічними показниками.

Література

1. Карук Б. П. Экологическое обоснование проектов мелиоративных систем : конспект лекций / Б. П. Карук. – К. : Изд-е ВИПК Минводстроя СССР, 1989. – 110 с.
2. Маслов Б. С. Мелиорация и охрана природы / Б. С. Маслов, И. В. Минаев. – М. : Россельхозиздат, 1985. - 271 с.
3. Мендусь С. П. Обґрунтування необхідності та посилення дренажності поливних карт рисових систем (на прикладі Придунайських рисових зрошувальних систем) : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 06.01.02 «Сільськогосподарські меліорації» / Мендусь С. П. – Рівне, 2012. – 21 с.

4. Методичні рекомендації щодо екологічно оптимальних режимів меліорованих ґрунтів гумідної зони України. – Рівне : НУВГП, 2005. – 50с.

5. Айдаров И. П. Оптимизация мелиоративных режимов орошаемых и осушаемых сельскохозяйственных земель (рекомендации) / И. П. Айдаров, А. И. Голованов, Ю. Н. Никольский. – М. : Агрометеиздат, 1990. – 60 с.

6. Пат. № 104000 Україна, МПК (2015.01) E02B 13/00, E02B 11/00. Карта – чек рисової системи з закритою дренажно-колектором / А.М. Рокочинський, В.О.Турченко, С.М. Кропивко, С.П. Мендусь; власник НУВГП. – № 2015 06186; заявл. 23.06.2015; опублік. 12.01.2016р, Бюл. №1. – 6 с.

7. Сташук В. А. Рис в Україні : монографія / В. А. Сташук, А. М. Рокочинський, Л. М. Грановська. – Херсон : Гринь Д.С., 2014. – 976 с.

8. Рис Придунав'я : [кол. монографія] /за ред. В. А. Сташука, А. М. Рокочинський, П. І. Мендусь, В. О. Турченко. – Херсон : Гринь Д.С., 2016. – 620 с.

9. Рокочинский А. Н. Системная оптимизация водорегулирования на мелиорированных землях / А. Н. Рокочинский // Проблемы рационального использования природных ресурсов и устойчивое развитие Полесья : сб. докл. Междунар. науч. конф. (Минск, 14-17 сент. 2016 г.) : в 2 т. / Нац. акад. наук Беларуси [и др.] ; редкол.: В. Г. Гусаков (гл. ред.) [и др.]. – Минск : Беларуская навука, 2016. – Т. 2. – С. 111–114.

10.Рокочинський А. М. Наукові та практичні аспекти оптимізації водорегулювання осушуваних земель на еколого-економічних засадах : монографія / А. М. Рокочинський ; за ред. М. І. Ромашенка. – Рівне : НУВГП, 2010. – 351 с.

11.Фроленкова Н. А. Еколого-економічне оцінювання в управлінні меліоративними проектами : монографія / Н. А. Фроленкова, Л. Ф. Кожушко, А. М. Рокочинський. – Рівне : НУВГП, 2007. – 257 с.

УДК 621.867.42

Р. С. Грудовий

К. Т. Н.

Житомирський національний агроекологічний університет

ОБГРУНТУВАННЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ГВИНТОВИХ КОНВЕЄРІВ З ОБЕРТОВИМ КОЖУХОМ

Наукова робота присвячена розробці і обґрунтуванню конструкції установки для дослідження гвинтових конвеєрів з обертовим кожухом та із шнеком з поступово зростаючим кроком витків у напрямку руху вантажу на основі аналізу і систематизації теоретичних основ і методів визначення конструкційних, кінематичних, динамічних, експлуатаційних параметрів і характеристик гвинтових робочих органів, які викладені в літературних джерелах та на основі проведених власних теоретичних і експериментальних досліджень. Описано порядок проведення досліджень величини крутного моменту, енерговитрат при пуску завантаженого гвинтового конвеєра із

4. Методичні рекомендації щодо екологічно оптимальних режимів меліорованих ґрунтів гумідної зони України. – Рівне : НУВГП, 2005. – 50с.

5. Айдаров И. П. Оптимизация мелиоративных режимов орошаемых и осушаемых сельскохозяйственных земель (рекомендации) / И. П. Айдаров, А. И. Голованов, Ю. Н. Никольский. – М. : Агрометеиздат, 1990. – 60 с.

6. Пат. № 104000 Україна, МПК (2015.01) E02B 13/00, E02B 11/00. Карта – чек рисової системи з закритою дренажно-колектором / А.М. Рокочинський, В.О.Турченко, С.М. Кропивко, С.П. Мендусь; власник НУВГП. – № 2015 06186; заявл. 23.06.2015; опубл. 12.01.2016р, Бюл. №1. – 6 с.

7. Сташук В. А. Рис в Україні : монографія / В. А. Сташук, А. М. Рокочинський, Л. М. Грановська. – Херсон : Гринь Д.С., 2014. – 976 с.

8. Рис Придунав'я : [кол. монографія] /за ред. В. А. Сташука, А. М. Рокочинський, П. І. Мендусь, В. О. Турченко. – Херсон : Гринь Д.С., 2016. – 620 с.

9.Рокочинский А. Н. Системная оптимизация водорегулирования на мелиорированных землях / А. Н. Рокочинский // Проблемы рационального использования природных ресурсов и устойчивое развитие Полесья : сб. докл. Междунар. науч. конф. (Минск, 14-17 сент. 2016 г.) : в 2 т. / Нац. акад. наук Беларуси [и др.] ; редкол.: В. Г. Гусаков (гл. ред.) [и др.]. – Минск : Беларуская навука, 2016. – Т. 2. – С. 111–114.

10.Рокочинський А. М. Наукові та практичні аспекти оптимізації водорегулювання осушуваних земель на еколого-економічних засадах : монографія / А. М. Рокочинський ; за ред. М. І. Ромашенка. – Рівне : НУВГП, 2010. – 351 с.

11.Фроленкова Н. А. Еколого-економічне оцінювання в управлінні меліоративними проектами : монографія / Н. А. Фроленкова, Л. Ф. Кожушко, А. М. Рокочинський. – Рівне : НУВГП, 2007. – 257 с.

УДК 621.867.42

Р. С. Грудовий

К. Т. Н.

Житомирський національний агроекологічний університет

ОБГРУНТУВАННЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ГВИНТОВИХ КОНВЕЄРІВ З ОБЕРТОВИМ КОЖУХОМ

Наукова робота присвячена розробці і обґрунтуванню конструкції установки для дослідження гвинтових конвеєрів з обертним кожухом та із шнеком з поступово зростаючим кроком витків у напрямку руху вантажу на основі аналізу і систематизації теоретичних основ і методів визначення конструкційних, кінематичних, динамічних, експлуатаційних параметрів і характеристик гвинтових робочих органів, які викладені в літературних джерелах та на основі проведених власних теоретичних і експериментальних досліджень. Описано порядок проведення досліджень величини крутного моменту, енерговитрат при пуску завантаженого гвинтового конвеєра із

инектом з поступово зростаючим кроком витків у напрямку руху вантажу та оцінку травмування зерна насіннєвого матеріалу.

Ключові слова: гвинтовий конвеєр, зерновий матеріал, установка, розрахунок, транспортування, змішування, енергоємність, енерговитрати.

Постановка проблеми

Розмаїття сипких матеріалів з різними фізико-механічними властивостями та вимогами щодо їх якості, технології перемішування й транспортування зумовили появу широкої номенклатури змішувального та транспортувального обладнання [1, 2, 5, 7]. Найширшого практичного застосування набули шнекові транспортери-змішувачі. До їх переваг відносять можливість неперервного змішування, високу якість суміші, коротку тривалість процесу змішування, незначні габаритні розміри тощо. Недоліки гвинтових конвеєрів-змішувачів пов'язані із високими питомими витратами енергії, підвищеним спрацюванням гвинтового робочого органу і кожуха, а також чутливістю до перевантажень, що призводить до утворення всередині кожуха заторів [1, 2, 5, 7].

У практиці використання гвинтових конвеєрів зустрічаються випадки раптової зупинки транспортера з подальшим відновленням роботи при повному завантаженні, що негативно впливає на технологічні, енергетичні параметри та можуть призводити до виходу з ладу всього обладнання. Такі випадки мають місце за раптової відсутності електроенергії, поломці окремих елементів гвинтового конвеєра, у разі попадання у гвинтовий конвеєр випадкових кускових матеріалів тощо.

Тому виникла необхідність подальшого дослідження науково-технічних основ, пов'язаних із транспортуванням і змішуванням сипучих компонентів у процесі виробництва кормів, транспортуванні насіннєвого матеріалу, за умови технологічного забезпечення високої якості змішування сипучих компонентів, мінімізація енерговитрат електроенергії при пуску завантаженого гвинтового конвеєра та зменшення тривалості циклу змішування.

У таких випадках доцільним є проектування гвинтових конвеєрів з обертовим циліндричним кожухом, що забезпечить мінімізацію енерговитрат електроенергії при його пуску. Таким чином, дослідження технологічного процесу транспортування із змішуванням з використанням гвинтових конвеєрів з обертовим циліндричним кожухом, які більшою мірою, ніж існуючі змішувачі, відповідають вимогам ресурсозберігаючих технологій, є актуальним завданням для подальшого дослідження.

Вирішення цієї проблеми вимагає створення нових високоефективних методів і технологічних схем перемішування у процесі транспортування з розробкою засобів механізації для проведення відповідних лабораторних і виробничих досліджень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Незважаючи на значну кількість наукових праць, які присвячені проектуванню гвинтових конвеєрів, сучасні вимоги сільськогосподарського виробництва висувають завдання щодо модернізації існуючих конструкцій та створення принципово нових з проведенням відповідних теоретичних та експериментальних досліджень.

Значний внесок у формування наукових основ розробки і дослідження процесу змішування сипучих матеріалів зробили вчені: Василенко П. М., Віденбаум С., Брахман А., Стренк П., Макаров Ю. І., Кукта Г. М., Ластовцев А. М., Хлистунов В. Ф., та інші.

Теоретичні залежності й загальні положення процесу змішування та взаємодії сипучих матеріалів з робочими органами наведені у працях Василенка П. М., Белянчикова М. М., Зенкова Р. Л., Гевка Б. М., Рогатинського Р. М., Міочинського П. М., Фурси І. І., та інших.

Розробленню конструкції стендового обладнання для дослідження гвинтових механізмів присвячені Туршаєва А. І., Сисоліна В. П., Григор'єва А. М., Гевка Б. М. та інших. Однак ціла низка питань, що стосуються проектування нових конструкцій гвинтових робочих органів із дослідженням їх характеристик, потребують подальших відповідних теоретичних та експериментальних досліджень.

Мета, завдання та методика досліджень

Метою досліджень є розробка і обґрунтування конструкції установки для дослідження гвинтових конвеєрів з обертовим кожухом та із шнеком з поступово зростаючим кроком витків у напрямку руху вантажу на основі аналізу і систематизації теоретичних основ і методів визначення параметрів і характеристик гвинтових робочих органів, які викладені в літературних джерелах та на основі проведених власних теоретичних і експериментальних досліджень.

Теоретичною і методологічною основами даного дослідження є аналіз та систематизація теоретичних основ і методів визначення конструкційних, кінематичних, динамічних, експлуатаційних параметрів гвинтових робочих органів, які викладені в літературних джерелах та проведених власних теоретичних і експериментальних дослідженнях. У процесі дослідження використовувались фундаментальні засади теоретичної механіки, інформатики, морфологічного аналізу, інженерної творчості і вибору раціональних технічних рішень.

Результати дослідження

На основі проведеного огляду літературних джерел, технологічного процесу й механізмів транспортування і змішування та на основі методики генерування

конструкцій енергоощадних транспортно-технологічних систем з гвинтовими робочими органами запропоновано нову конструкцію установки для дослідження гвинтових конвеєрів з обертовим кожухом та із шнеком з поступово зростаючим кроком витків у напрямку руху вантажу для дослідження експлуатаційних характеристик та енерговитрат електроенергії при пуску [1–9].

Для дослідження гвинтових конвеєрів з обертовим кожухом розроблено конвеєр, який показано на рис. 1 [9].

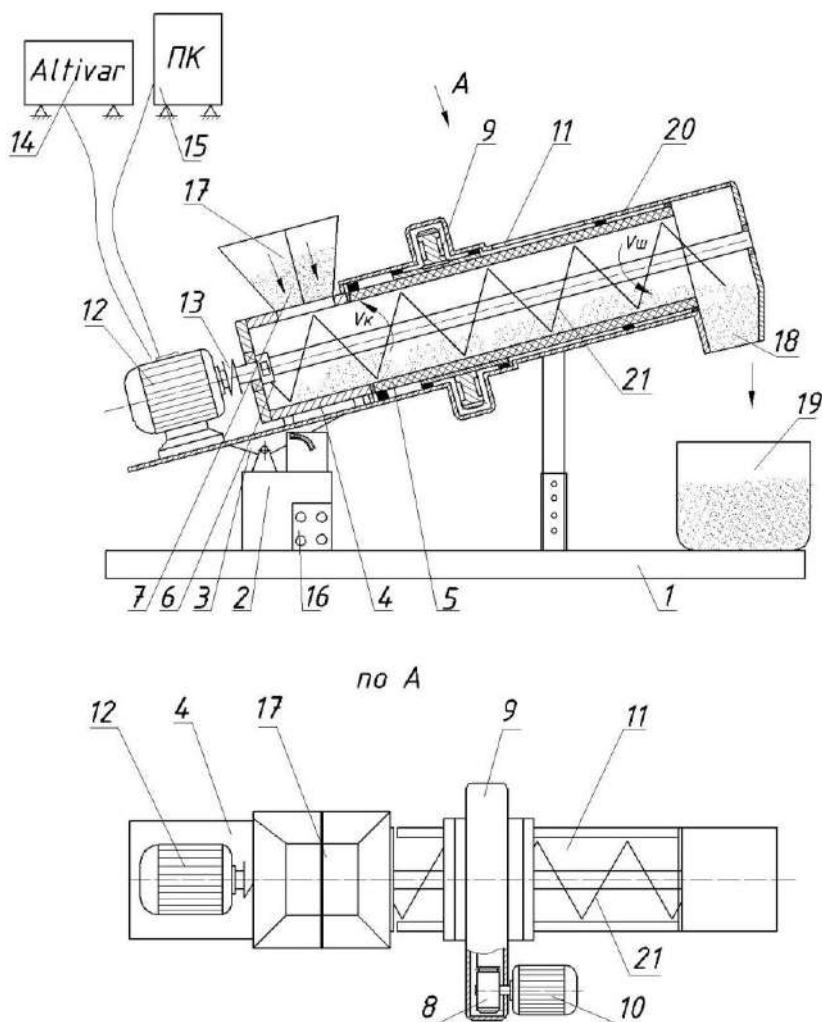


Рис. 1. Стенд для дослідження гвинтових транспортерів з обертовим кожухом

Його виконано у вигляді рами 1, на якій жорстко встановлено механізм регулювання кута нахилу конвеєра 2 відомої конструкції, який є у взаємодії з корпусом 3, до якого зверху жорстко закріплена підставка у вигляді циліндричної труби 4. Всередині циліндричної труби 4 на підшипниках з двох кінців встановлено прозорий циліндричний кожух 5 з можливістю обертового руху, який дає змогу досліджувати ті процеси, які відбуваються в ньому при провертанні в ньому гвинтового робочого органу 6 з сипким матеріалом 7. Посередині довжини прозорого циліндричного кожуха 5 жорстко встановлена шестерня 9, яка є у взаємодії з приводною шестернею 8, яка жорстко встановлена на приводному валу електродвигуна 10 приводу циліндричного кожуха 5. Електродвигун 10 встановлено збоку від циліндричної труби 4 з можливістю провертання циліндричного прозорого кожуха 5. Зверху циліндричної труби виконано наглядове вікно 11 по її довжині з можливістю огляду характеру роботи гвинтового транспортера з обертовим циліндричним прозорим кожухом 5.

Привід гвинтового робочого органу 6 здійснюється від електродвигуна 12, через запобіжну муфту 13.

Крім цього, електродвигуни 10 і 12 під'єднані через перетворювач частоти 14 з персональним комп'ютером 15. Керування роботою стенда здійснюється з пульта керування 16.

Для завантаження конвеєра використовують бункер 17 з заслінкою, а вивантаження здійснюється патрубком 18 у смісць 19. Зовнішні обертові деталі стенда закриті кожухом 20 відомої конструкції.

Робота стенда здійснюється наступним чином. Дослідний елемент гвинтового конвеєра з обертовим кожухом встановлюють у циліндричну трубу 4 і під'єднують до приводів 10 і 12, перетворювача частоти 14 і персонального комп'ютера 15. Запускають програмне забезпечення у персональному комп'ютері для управління процесом і подають сигнали на приводи і завантажування конвеєра з бункера 17 сипким матеріалом у певних дозах. У процесі транспортування, або змішування дані про величину навантаження, продуктивність, швидкість обертання робочого органу і обертового кожуха та інші фіксуються у персональному комп'ютері.

Дослідження величини крутного моменту, який передається гвинтовим конвеєром, здійснюють наступним чином. Запускають програмне забезпечення в персональному комп'ютері 11 для управління процесом і подають сигнал на відповідну частоту обертання двигуна 9. Сипкий матеріал 15 з бункера 12 через відкритий шибєр 12 подається у досліджуваний стенд. Далі матеріал переміщається, а дані про величину навантаження на гвинтовий робочий орган фіксуються у персональному комп'ютері.

Для роботи експериментальної установки використовувалася програма PowerSuite для налаштування перетворювачів частоти серії Altivar, в якій проводився вибір тих характеристик, які необхідні при проведенні

експериментів. У процесі проведення досліджень вони відображалися на моніторі ПК у вигляді табличних даних та графічних залежностей у процентному співвідношенні до номінальної потужності із наперед заданою частотою.

За допомогою програми PowerSuite також здійснювався вибір необхідної частоти обертання вала двигуна і напрям його обертання. Частота обертання задавалась у вікні осцилографа в ПК у вигляді кратних чисел 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 ... Гц, що відповідало визначеній швидкості обертання шнека транспортера.

Частоту обертання вала електродвигуна визначали за формулою:

$$n_0 = n_n \times ЧМ_3 / 50, \quad (1)$$

де n_n – номінальна кількість обертів ротора електродвигуна, об/хв.;

$ЧМ_3$ – частота стуму, що подається на двигун, Гц.

Величину вхідної потужності отримували у відсотках від номінальної потужності двигуна із даних, що знімалися на ПЕОМ системою Altivar 71. Витрати потужності на привід конвеєра визначали за залежністю:

$$N = N_{\%} N_{ном} / 100\%, \quad (2)$$

де $N_{\%}$ – відсоткове співвідношення потужності електродвигуна при проведенні дослідження у певний момент часу, яке отримується з табличних чи графічних даних програмного забезпечення, %;

$N_{ном}$ – номінальна потужність електродвигуна, 2,2 кВт.

Після здійснення відповідної кількості циклів (визначених згідно з методикою експериментальних досліджень часу виконання технологічного процесу змішування суміші чи транспортування насінневого матеріалу), проводилась зупинка установки і визначалась якість змішаної суміші з відібраних проб, крутильного моменту на приводі від частоти обертання шнека змішувача, кута нахилу корпусу та коефіцієнта завантаження[8].

Оцінку травмування зерна насінневого матеріалу отримували порівнянням динних про транспортований матеріал до завантаження в бункер і після його переміщення у гвинтовому конвеєрі відомим способом описаного в ДСТУ 4138-2002 – «Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості».

Для одержання порівняльного показника травмування матеріалу проведено перерахунок маси пошкодженого зерна до маси проби за формулою [6]:

$$T_{зм} = \frac{m_1 - m_2}{m_n} \cdot 100 \quad (3)$$

де m_1 – маса травмованого зерна після переміщення транспортером, кг;

m_2 – маса травмованого зерна до транспортування, кг;

m_n – маса проби, кг.

До травмованих відносили зерна, що мали наступні пошкодження: роздроблений зародок, пошкоджений зародок, пошкоджена оболонка зерна, пошкоджений ендосперм, пошкоджена оболонка ендосперму, побите зерно, механічно стиснуте зерно [6].

На основі методики проведення досліджень з використанням повнофакторного експерименту та одержаних результатів експериментів, пов'язаних із дослідженнями продуктивності та потужності конвеєра, визначали питомі енерговитрати конвеєра за формулою [1–3,5,7,8]:

$$w = \frac{N}{QL}. \quad (4)$$

Довжина робочої частини шнека складала $L=1,5\text{м}$.

Висновки та перспективи подальших досліджень

Розроблено нову конструкцію установки для дослідження гвинтових конвеєрів з обертовим кожухом та описано порядок проведення досліджень величини крутного моменту, енерговитрат при пуску завантаженого гвинтового конвеєра із шнеком з поступово зростаючим кроком витків у напрямку руху вантажу та оцінку травмування зерна насіннєвого матеріалу.

Перспективи подальших досліджень полягають у тому, що за допомогою стенда можна проводити лабораторні дослідження відповідних конструкцій та технологічних параметрів транспортно-технологічних систем з розширеними технологічними можливостями в автоматизованому режимі. А це дозволить проектувати енергоощадні гвинтові конвеєри, які можуть застосовуватися при транспортуванні насіннєвих матеріалів та запобігати їх травмуванню при протруюванні, а також змішування сипучих компонентів у процесі виробництва кормів, за умови технологічного забезпечення високої якості змішування сипучих компонентів, мінімізації енерговитрат електроенергії при пуску завантаженого гвинтового конвеєра та зменшення тривалості циклу змішування

Література

1. Григорьев А. М. Винтовые конвейеры / А. М. Григорьев. – М. : Машиностроение, 1972. – 258 с.
 2. Гевко Б. М. Механізми з гвинтовими пристроями / Б. М. Гевко, Р. М. Рогатинський. – Львів : Світ, 1993. – 206 с.
 3. Гевко І. Б. Гвинтові транспортно-технологічні механізми: розрахунок і конструювання / І. Б. Гевко. – Тернопіль : ТДТУ ім. І. Пулюя, 2008. – 307 с.
 4. Герук С. М. Синтез енергоощадних транспортно-технологічних систем з гвинтовими робочими органами / С. М. Герук, А. Є. Дячун, Р. С. Грудовий // Механізація та електрифікація сільського господарства : міжвід. темат. наук. зб. – 2013. – Вип. 97. Т.1. – С. 519–527.
 5. Герман Х. Шнековые машины в технологических ФРГ / Х. Герман. – Л., 1975. – 250 с.
 6. ДСТУ 4138-2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. – К. : Ред.-видав. відділ УкрНДІССІ, 2003. – 172 с.
 7. Макаров Ю. И. Апараты для смешивания сыпучих материалов / Ю. И. Макаров. – М. : Машиностроение, 1973. – 216 с.
 8. Душинський В. В. Основи наукових досліджень. Теорія та практикум з програмним забезпеченням : навч. посіб. / В. В. Душинський. – К. : НТУУ “КПІ”, 1998. – 408 с.
 9. Пат. 81131 Україна, МПК В 65 G 33/00 G 01 M 99/00 (2013.01). Стенд для дослідження гвинтових конвеєрів з обертовими кожухами / Дячун А. Є., Грудовий Р. С., Рогатинська Л. Р.; заявник і патентовласник Дячун А. Є., Грудовий Р. С., Рогатинська Л. Р. – № u201214082; заявл. 10.02.12; опубл. 25.06.13, Бюл. № 12.
-

УДК 631:62-2

С. С. Карабиньош

К.Т.Н.

З. А. Федченко

Національний університет біоресурсів і природокористування України

**ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ПОВЕРХНІ ТА СТРУКТУРИ ПОВЕРХНЕВИХ
ШАРІВ МЕТАЛУ ЗНОШЕНИХ СЕПАРУЮЧИХ РЕШІТ
У ПРОЦЕСІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ**

Наразі основним обладнанням для подрібнення зернового матеріалу є молоткові дробарки ударної дії. Головними сепаруючими елементами в цих машинах, що відповідають за якість вихідного матеріалу, як правило, є решета. Саме за допомогою решіт регулюється крупність помелу, а отже і якість продуктів помелу при виконанні операції просіювання. У процесі експлуатації сепаруючі робочі органи інтенсивно

© С. С. Карабиньош, З. А. Федченко

Література

1. Григорьев А. М. Винтовые конвейеры / А. М. Григорьев. – М. : Машиностроение, 1972. – 258 с.
 2. Гевко Б. М. Механізми з гвинтовими пристроями / Б. М. Гевко, Р. М. Рогатинський. – Львів : Світ, 1993. – 206 с.
 3. Гевко І. Б. Гвинтові транспортно-технологічні механізми: розрахунок і конструювання / І. Б. Гевко. – Тернопіль : ТДТУ ім. І. Пулюя, 2008. – 307 с.
 4. Герук С. М. Синтез енергоощадних транспортно-технологічних систем з гвинтовими робочими органами / С. М. Герук, А. Є. Дячун, Р. С. Грудовий // Механізація та електрифікація сільського господарства : міжвід. темат. наук. зб. – 2013. – Вип. 97. Т.1. – С. 519–527.
 5. Герман Х. Шнековые машины в технологических ФРГ / Х. Герман. – Л., 1975. – 250 с.
 6. ДСТУ 4138-2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. – К. : Ред.-видав. відділ УкрНДІССІ, 2003. – 172 с.
 7. Макаров Ю. И. Апараты для смешивания сыпучих материалов / Ю. И. Макаров. – М. : Машиностроение, 1973. – 216 с.
 8. Душинський В. В. Основи наукових досліджень. Теорія та практикум з програмним забезпеченням : навч. посіб. / В. В. Душинський. – К. : НТУУ “КПІ”, 1998. – 408 с.
 9. Пат. 81131 Україна, МПК В 65 G 33/00 G 01 M 99/00 (2013.01). Стенд для дослідження гвинтових конвєсєрів з обертовими кожухами / Дячун А. Є., Грудовий Р. С., Рогатинська Л. Р.; заявник і патентовласник Дячун А. Є., Грудовий Р. С., Рогатинська Л. Р. – № u201214082; заявл. 10.02.12; опубл. 25.06.13, Бюл. № 12.
-

УДК 631:62-2

С. С. Карабиньош

К.Т.Н.

З. А. Федченко

Національний університет біоресурсів і природокористування України

**ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ПОВЕРХНІ ТА СТРУКТУРИ ПОВЕРХНЕВИХ
ШАРІВ МЕТАЛУ ЗНОШЕНИХ СЕПАРУЮЧИХ РЕШІТ
У ПРОЦЕСІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ**

Наразі основним обладнанням для подрібнення зернового матеріалу є молоткові дробарки ударної дії. Головними сепаруючими елементами в цих машинах, що відповідають за якість вихідного матеріалу, як правило, є решета. Саме за допомогою решіт регулюється крупність помелу, а отже і якість продуктів помелу при виконанні

операції просіювання. У процесі експлуатації сепаруючі робочі органи інтенсивно зношуються і досить швидко втрачають працездатність, що робить їх недостатньо ефективними у використанні. Тому вивчається характер зношування поверхні сепаруючих решіт під дією потоку зернового матеріалу, а також проведено структурні дослідження у поверхневому шарі.

Ключові слова: решето, зношування, поверхня, топографія, металографія, експлуатація.

Постановка проблеми

У процесі подрібнення, зерновий матеріал рухається у внутрішньому круговому потоці по периметру камери. При усталеному режимі роботи дробарки інтенсивність проходження частинок крізь решето практично постійна і відповідає певній їх кількості, що проходить із камери на видалення.

Фракційний склад зерна при подрібненні визначається розміром отворів. Зміна цих отворів у процесі експлуатації призводить до втрати цього показника. В той же час, якість подрібнення зернової суміші є основним фактором, від якого залежать споживчі властивості кормів і в кінцевому результаті приріст ваги у тварин.

У процесі зношування при експлуатації дробарок, отвори сепаруючих решіт втрачають свої первинні геометричні параметри [1–3]. При цьому, профіль периферійної частини, поверненої в середину камери, приймає в перерізі форму кривої, яка, поступово розвиваючись, може привести до повного протирання перетинок між отворами [4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Аналіз літературних і патентних джерел свідчить, що перспективи розвитку технічних засобів для виконання процесу подрібнення та сепарації сировини при виготовленні комбікормів у напрямку збільшення кількості та якості продукції можна досягти в результаті удосконалення робочих органів дробарок [5–8].

Мета, завдання та методика досліджень

Мета статті полягає у дослідженні стану поверхні зношених сепаруючих решіт, а також проведенні загального огляду структурних змін у поверхневих шарах матеріалу решіт.

Проведення структурного аналізу зношених поверхонь решіт для виявлення їх стану і пошкоджень у металі на початку експлуатації, а також при досягненні ними граничного зношування здійснюється за допомогою оптичних мікроскопів при збільшенні до $\times 30$ разів. Металографічний аналіз проводиться з використанням металографічного мікроскопу типу МИМ-8 при виготовленні відповідних шліфів.

Результати досліджень

Практикою експлуатації дробарок встановлено, що робоча частина решета піддається швидкому зносу та втраті початкової форми отворів, в результаті чого утворюється геометрична форма, яка суттєво відрізняється від початково-закладеної конструкції. Утворена внаслідок зносу форма одержує криволінійну поверхню, яка збільшує периметр для взаємодії із зерною масою та в результаті призводить до погіршення якості вихідного продукту.

Досвід експлуатації сепаруючих робочих органів вказує на низьку їх довговічність. Це приводить до необхідності проведення подальших досліджень, пов'язаних із забезпеченням працездатного стану, протягом їх найбільшого терміну експлуатації.

Фізична природа зношування сепаруючих решіт практично не вивчалася, внаслідок складності будови їх робочих поверхонь. Основною гіпотезою причин зношування поверхонь є вплив потоку зернової суміші, а також, невелика кількість абразивних частинок, що мають твердість, більшу за твердість матеріалу решета, кількість яких у завантажувальному матеріалі досягає 0,5%, а пилу 0,26% від загальної маси.

Попередньо проведеними дослідженнями проб зерна на засміченість зернами інших культур встановлено, що вміст сторонніх зернин не перевищує 5% (рис. 1.), що знаходиться в допустимих нормах і не може суттєво впливати на загальні результати досліджень.



Рис. 1. Засміченість матеріалу, що подрібнюється зернами інших культур

Наявність твердих компонентів, викликають часткові деформації і подряпини на поверхні контакту з решетом, поступово його руйнуючи. Тому зношування робочих поверхонь решіт розглядається як природний процес втрати

форми при контактній взаємодії робочого органу із матеріалом, що подрібнюється.

Якість подрібнення залежить від фізико-механічних властивостей зернового матеріалу, які визначають його руйнівні характеристики. Так, вологість, перш за все, впливає на його міцність та, в подальшому, на показник ефективності помелу. Із збільшенням вологості зернового матеріалу збільшується його пластичність, що призводить до зростання у подрібнювальній камері інтенсивності ударів молотків та налипанням його на робочі органи. При подрібненні надмірно вологого зерна витрачається додаткова енергія та погіршується якість вихідного продукту. Також подрібнення даного виду зерна підвищує інтенсивність зношування, так само як і вплив агресивного середовища.

Основною причиною відмови та виходу з ладу сепаруючих робочих органів, які працюють в умовах контактної взаємодії із зерновим матеріалом, є їх знос. Заокруглені форми граней отворів решіт вказують на переважне зношування кутових ділянок, що знижують поверхневу міцність матеріалу на цих ділянках. В загальному випадку швидкість зношування залежить від багатьох факторів, які пов'язані із зносостійкістю матеріалу решета та його геометричними формами.

Рівномірно зношена поверхня отворів сепаруючих решіт при збільшенні представляє собою складний рельєф, збільшене зображення якої представлено на рис. 2. Специфічним для робочої поверхні є наявність окремих каверн та інших нерівностей.

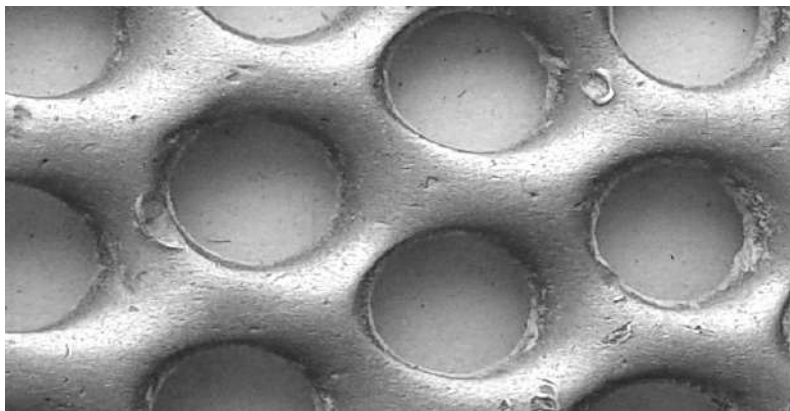


Рис. 2. Зношена поверхня серійних решіт

Аналіз рисунка показує, що поверхня має тьмянний відтінок. Це обумовлено взаємодією робочого органу із зерновим матеріалом, твердість якого менша за твердість поверхні решета. Характерним, також, є наявність окремих суттєвих мікрodefektів (вибоїни, каверни, подряпини). Це обумовлене зіткненням

робочого органу із дрібними твердими вкрапленнями (пісок, каміння), що також входять до складу зернового матеріалу, та розміри яких становлять близько 0,3–0,8 мм.

Дослідженнями топографії робочої поверхні зношених сепаруючих решіт виявлено, що поверхня відповідає шорсткості, близькій до $Ra\ 3,2$. Закруглені форми граней отворів решіт вказують на переважне зношування кутових ділянок внаслідок красвих ефектів, що знижують поверхневу міцність матеріалу на цих ділянках.

Після проведення органоліптичного методу оцінки зміни стану поверхні решіт застосовуємо оптичні прилади, а саме металографічний мікроскоп МИМ–8. Стан зношеної поверхні решета при збільшенні показує пошкодження, що утворилися на поверхневому шарі матеріалу в процесі експлуатації (рис. 3). Отримані зображення при збільшенні показують стан деформованої поверхні решета.

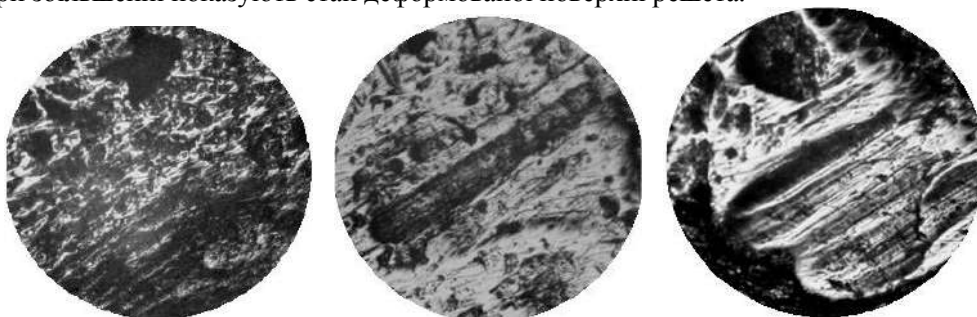


Рис. 3. Зношена поверхня матеріалу решіт ($\times 100$)

Дослідження зміни структури поверхневих шарів при експлуатації серійних та експериментальних решіт проводиться для визначення їх зносостійкості. Це дозволяє отримати структуру основного матеріалу та їх поверхневих шарів. На рис. 4, а показано мікроструктуру основного матеріалу нових серійних сепаруючих решіт, а структура на поверхні дослідних решіт – на рис. 4 б, в.

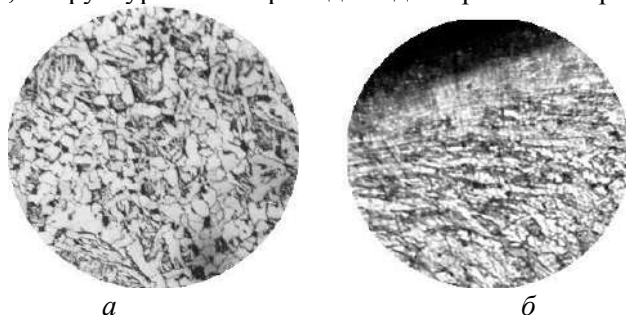


Рис. 4. Мікроструктура сталей досліджуваних зразків ($\times 400$):

а – основна структура металу в об'ємі; б – поверхнева структура металу решета

Аналіз рисунка 4 б, свідчить, що формування зерен у поверхневій зоні, при виготовленні серійних сепаруючих решіт, має частково витягнуту структуру на кутовій ділянці отворів. Це пояснюється частковим зати́гнуттям основного матеріалу при прошивання цільного листа пуансоном.

Особливістю структури основного матеріалу решета (рис. 4, а) є чітка, явно виражена зерниста структура, що складається на 90% із фериту та незначної кількості перлітних зерен.

Теоретичні та експериментальні дослідження показали, що у процесі зношування форма отворів змінюється. Найбільш інтенсивно процес зношування протікає на кутовій ділянці отворів у перерізі серійних решіт та округлій формі робочих граней отворів решіт з поступовим зменшенням у міру переміщення вглиб матеріалу.

Дослідження структури поверхневих шарів зношених серійних та експериментальних сепаруючих решіт представлено на рисунку 5.

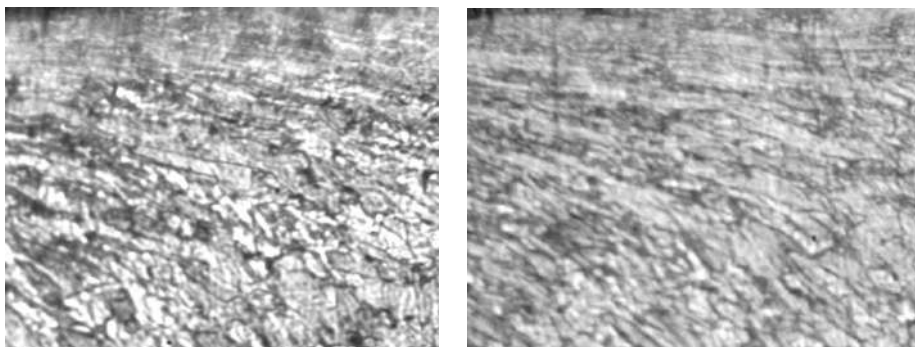


Рис. 5. Мікроструктура сталей зношених дослідних зразків (×400)

На рис. 5 видно збільшену видовженість зерен на поверхні серійного зношеного решета у порівнянні із новим (рис. 4, б). Отримані зображення підтверджують те, що руйнування решета під дією потоку подрібненого зернового матеріалу свідчить про явище пластичного деформування.

Пластичне деформування зерен у поверхневому шарі дослідних сепаруючих решіт подрібненими частинками зернового матеріалу характеризується видовженістю зерен аустеніту. У внутрішніх об'ємах матеріалу решіт особливих змін не відбувається.

Висновки та перспективи подальших досліджень

Дослідження стану поверхні зношених сепаруючих решіт показує, що поверхня має тьмяний відтінок, а шорсткість близька до $Ra\ 3,2$. Характерним, також, є наявність окремих суттєвих мікродфектів (вибоїни, каверни, подряпини). Причиною цього є зіткнення робочого органу із дрібними твердими

вкрапленнями (пісок, каміння), які присутні в незначній кількості у зерновому матеріалі.

Мікроструктурні дослідження у поверхневих шарах зношених сепаруючих решіт показали значну видовженість зерен, що не притаманно структурі основного матеріалу. Отриманий результат показує, що процес зношування решіт характеризується пластичним деформуванням поверхні металу.

Перспективами подальших досліджень є розробка нового конструктивно-удосконаленого сепаруючого решета збільшеного ресурсу. Проведення їх досліджень з вивчення структурних змін у поверхневих шарах до і після експлуатації.

Література

1. Бойко А. І. Стан проблеми і шляхи підвищення довговічності решіт дробарок / А. І. Бойко, З. А. Морозовська // Вісн. Житомир. нац. агроєкол. ун-ту. – 2014. – № 2 (45), т. 4, ч. 1. – С. 153–157.
2. Бойко А. І. Аналіз конструктивних рішень решіт зернодробарок, направлених на підвищення їх довговічності / А. І. Бойко, З. А. Морозовська, А. В. Новицький // Наук. вісн. Нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України. – 2014. – Вип. 196, ч. 2. – С. 166–173.
3. Бойко А. І. Конструктивный метод повышения долговечности сепарирующих решет зернодробилок / А. І. Бойко, З. А. Морозовська // Науч. тр. SWorld. – 2015. – Вып. 2 (39), т. 6. – С. 82–85.
4. Бойко А. І. Експериментальні дослідження динаміки зміни форми отворів сепаруючого решета зернодробарок / А. І. Бойко, З. А. Морозовська // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: загальнодержавний міжвід. наук.-техн. зб. / КНТУ. – 2015. – Вип. 45, ч. II. – С. 3–7.
5. Моисеев А. А. Кормодробилки служат дольше / А. А. Моисеев // Техника в сельском хозяйстве. – 1980. – № 3. – С. 28–29.
6. Сидашенко А. И. Теоретическое исследование формы изношенной поверхности молотка дробилки и ее влияние на качество дробления / А. И. Сидашенко // Технология повышения долговечности восстановленных деталей. – М. : МИИСП., 1985. – С. 60–71.
7. Шпиганович Т. О. Дробарка прямого удара з системою сепарування зерна та продуктів подрібнення / Т. О. Шпиганович, О. В. Ялпачик // Техніка і технологія АПК. – 2011. – № 12. – С. 7–10.
8. Nikolov S. Modeling and simulation of particle breakage in impact crusher / S. Nikolov // International journal of mineral processing. – 2004. – № 74. – P. 219 – 225.
9. Research regarding wear protection in sever exploitation condition of crusher jaws / D. Tihanov, E. Binchiciu, C. Florea [et al.] // Advanced Materials Research. – 2015. – P. 390–393.
10. Zhang S. W. State of the art of polymer tribology / S. W. Zhang // Tribology Litteras. – 1998. – №2. – P. 49 – 60.

Тваринництво

УДК 338.432.5:636.084:636.74

В. А. Басаргін

Д. С.-Г. Н.

О. О. Лавринюк

К. С.-Г. Н.

В. Ю. Мамченко

К. С.-Г. Н.

Житомирський національний агроекологічний університет

ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ВИКОРИСТАННЯ В РАЦІОНАХ МОЛОДНЯКУ НІМЕЦЬКОЇ ВІВЧАРКИ М'ЯСНИХ СУБПРОДУКТІВ

В статті розглядаються питання щодо годівлі молодняку німецької вівчарки м'ясними субпродуктами в умовах навчального центру підготовки поліцейських.

Встановлено, що за період досліджень жива вага собак контрольної групи за 1 місяць збільшилася на 2,1 кг, ріст – на 2 см. Тварини 2 дослідної групи, які отримували відходи м'ясопереробних підприємств, за дослідний період збільшили живу масу на 3,4 кг і зріст в холці – на 4 см.

При розрахунках економічної ефективності молодняку собак дослідної групи на період досліджень необхідно 319,5 кг кормів. Загальна кількість витрат – 3195 гривень, що менше, ніж у їх аналогів з контрольної групи на 30 гривень.

Ключові слова: німецька вівчарка, м'ясні субпродукти, раціон, навчальний центр підготовки поліцейських, економічна ефективність.

Постановка проблеми

Вже багато років німецька вівчарка є найпопулярнішою породою в Європі. Популярність вівчарки можна пояснити тим, що ця собака універсальна: робоча, спортивна, охоронна, поводити. Крім того, вона легко пристосовується до будь-яких умов. Дуже витривала, але проте потребує правильного харчування [1, 2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Нормальна життєдіяльність і працездатність собак залежить від їх правильної і повноцінної годівлі.

Повноцінна годівля має вирішальний вплив на здоров'я, темпи росту, розвиток, будову тіла і масу собак. Велике значення повноцінна годівля відіграє в племінній справі – при удосконаленні існуючих і виведенні нових порід собак [3].

Організувати правильну годівлю собак можна лише при регулюванні кількості і якості кормів з урахуванням їх фізіологічної потреби у поживних речовинах. Як недостатня, так і надмірна годівля собак є шкідливою і збитковою.

Вона негативно впливає на статеві клітини, ембріональний розвиток плоду і якість потомства [4].

Кожна людина, яка бере на себе відповідальність щодо виховання собаки, повинна постійно турбуватися про неї, слідкувати за ростом та розвитком, станом здоров'я, поведінкою, своєчасно годувати собаку повноцінними доброякісними кормами, напувати, виводити на прогулянки, забезпечити зручне місце для відпочинку і сну, а також терпляче і лагідно ставитись до неї [5].

Мета, завдання та методика досліджень

Дослідження проводилися в 2016 році в умовах ДУ «Житомирський навчальний центр підготовки поліцейських».

Для досліджень було відібрано 20 голів собак. Середній вік за групами складав 7 місяців, середня жива маса – 28 кг, ріст в холці – 55 см. Сформували 2 аналогічних групи собак: перша контрольна і друга дослідна. В кожну групу входило по 10 голів. Схема досліду представлена в таблиці 1. Підготовчий період у тварин всіх груп тривав 10 діб. У цей період тварини знаходилися в однакових умовах годівлі та утримання. В основний період 1 – контрольна група тварин отримувала основний раціон, 2 – дослідна група – відходи м'ясопереробних підприємств.

Таблиця 1. Схема досліду

Періоди	Мінімальна тривалість, діб	Група	Характер годівлі
Підготовчий	10	1 – контрольна	ОР*
		2 –дослідна	ОР*
Основний	30	1 – контрольна	ОР*
		2 –дослідна	відходи м'ясопереробних підприємств

ОР*– основний раціон.

Результати досліджень

Перед постановкою на дослід собаки пройшли ветеринарний огляд. Із загальної кількості собак для проведення досліджень був відібраний молодняк. Цей захід мотивуємо тим, що даний віковий період найбільш сильно реагує на зміни та збалансованість раціонів, завдяки інтенсивному росту і розвитку.

У таблицях 2 та 3 наведені раціони годівлі собак контрольної та дослідної груп. Оцінюючи господарський раціон годівлі молодняку німецької вівчарки, слід відмітити наступне: в раціоні недостатня кількість енергії, білку, жиру, кальцію та фосфору, надлишок легкоперетравних вуглеводів.

Таблиця 2. Раціон молодняку собак (1 контрольна група)

Склад раціону	Кількість корму, г	Міститься в раціоні					
		енергія, кДж	білок, г	жир, г	легко-перетравні вуглеводи, г	Са, г	Р, г
Норма:		9000	135	39,6	300	73,9	61,6
М'ясо яловичини (2 категорія)	200	2108	60,8	22	6	18	6
Крупа пшенична	350	4760	44,45	3,85	247,1	3	0,9
Овочі:							
Картопля	200	694	4	0,2	39,4	0	0
Морква	100	138	1,3	0,1	7	0,25	0,13
Буряк столовий	100	201	1,7	0	10,8	0,41	0,57
Риб'ячі голови	90	432	13,23	6,48	65	5	1,8
Сіль кухонна	15	0	0	0	0	0	0
Всього міститься в раціоні:	1040	8333	125,48	32,63	375,3	26,6	9,54
± до норми		- 667	-9,52	-6,97	+ 75,3	- 47,3	-52,2

В годівлі собак контрольної групи використовували наступні корми: м'ясо яловичини (2 категорія), крупа пшенична, картопля, морква, буряк столовий, риб'ячі голови, сіль кухонна.

Таблиця 3. Раціон собак (2 дослідна група)

Склад раціону	Кількість корму, г	Міститься в раціоні					
		енергія, кДж	білок, г	жир, г	легко-перетравні вуглеводи, г	Са, г	Р, г
Норма:		9000	135	39,6	300	73,9	61,6
Серце	150	1800	55	8	32	8	2,4
Вим'я	200	800	16	12	12	5	1,9
Легені	100	900	18	3,5	35	4,6	1,7
Крупа пшенична	300	4160	34,45	3,85	187,1	4,7	0,8
Картопля	100	694	4	0,2	39,4	0	0
Морква	100	138	1,3	0,1	7	0,25	0,13
Жир тваринний	10	375	-	9,5	10	2	0,87
Риб'ячі голови	90	20	5	2	65	5	1,8
Сіль кухонна	15	0	0	0	0	0	0
Всього міститься в раціоні	1000	8887	133,75	39,15	387,5	29,55	16,8
± до норми		- 113	- 1,25	- 0,45	+ 87,5	-44,35	- 44,8

В годівлі собак дослідної групи були наступні корми: серце, вим'я, легені, крупа пшенична, картопля, морква, жир тваринний, риб'ячі голови, сіль кухонна. Разова даванка корму складала для тварин контрольної групи – 1040 грамів, для тварин дослідної групи – 1000 грамів на голову на добу.

Як видно з раціону тварин 2 дослідної групи він збалансований за основними поживними речовинами, окрім незначної нестачі енергії. Потребу в кальції та фосфорі для молодняку собак німецької вівчарки покривають за рахунок додавання добавок.

Найкращими показниками росту та розвитку собак є зміна живої маси та ріст. Дані досліджень, які представлені в таблиці 4 показали, що жива вага собак контрольної групи за 1 місяць збільшилася на 2,1 кг, ріст на 2 см. Тварини 2 дослідної групи, які отримували відходи м'ясопереробних підприємств, за дослідний період збільшили живу масу на 3,4 кг і зріст в холці на 4 см.

Таблиця 4. Показники росту та розвитку молодняку німецької вівчарки

Група	Характер годівлі	Жива маса, кг		Зріст в холці, см	
		на початку досліджу	в кінці досліджу	на початку досліджу	в кінці досліджу
1 – контрольна	основний раціон	28	30,1	56	58
2 – дослідна	відходи м'ясопереробних підприємств	28	31,4	56	60

Розрахунок економічної ефективності у раціонах молодняку німецької вівчарки проводили за 30 діб за цінами 2016 року.

В таблицях 5 та 6 наведені витрати кормів за період досліджень.

Таблиця 5. Витрати кормів за період досліджень (контрольна група)

Найменування кормів	Витрати кормів за період досліджень, кг
М'ясо яловичини (2 категорія)	60
Крупа пшенична	105
Картопля	60
Морква	30
Буряк столовий	30
Риб'ячі голови	27
Сіль кухонна	4,5
Разом	316,5

Таблиця 6. Витрати кормів за період досліджень (дослідна група)

Найменування кормів	Витрати кормів за період досліджень, кг
Серце	45
Вим'я	60
Легені	30
Крупа пшенична	90
Картопля	30
Морква	30
Жир тваринний	3
Риб'ячі голови	27
Сіль кухонна	4,5
Разом	319,5

Як видно з таблиці 5 у молодняку собак контрольної групи на період досліджень необхідно 316,5 кг кормів. Виходячи з кошторису продуктів харчування, можна зробити висновок, що у собак контрольної групи 60% від загальної кількості кормів на закупівлю займає яловичина. Загальні витрати на період досліджень – 3225 гривень.

Кошторис вартості продуктів харчування (контрольна група)

м'ясо яловичини (2 категорія) – 35 грн*60 кг =2100 грн

крупа пшенична – 105 кг*5 грн = 525 грн

картопля – 60 кг *3 грн = 180 грн

морква – 30 кг *4 грн = 120 грн

буряк столовий – 30 кг *4 грн = 120 грн

риб'ячі голови – 27 кг * 6 грн = 162 грн

сіль кухонна – 4,5 кг *4 грн = 18 грн

Разом – 3225 гривень

Кошторис вартості продуктів харчування (дослідна група)

серце – 45 кг*22 грн =990 грн

вим'я – 60 кг * 10 грн = 600 грн

легені 30 кг * 22 грн = 660 грн

крупа пшенична 90 кг * 5 грн. = 450 грн

картопля – 30 кг * 3 грн = 90 грн

морква – 30 кг * 4 грн = 120 грн

жир тваринний – 3 кг * 35 грн = 105 грн

риб'ячі голови – 27 кг *6 грн =162 грн

сіль кухонна – 4,5 кг *4 грн = 18 грн

Разом – 3195 гривень

Як видно з таблиці 6 у молодняку собак дослідної групи на період досліджень необхідно 319,5 кг кормів. Загальна кількість витрат – 3195 гривень, що менше, ніж у їх аналогів з контрольної групи на 30 гривень.

Висновки та перспективи подальших досліджень

1. Оцінюючи раціон годівлі молодняку німецької вівчарки контрольної групи, слід відмітити наступне: в раціоні недостатня кількість енергії, білку, жиру, надлишок легкоперетравних вуглеводів.

2. Раціон молодняку 2 дослідної групи збалансований за основними поживними речовинами, окрім незначної нестачі енергії. Потребу в кальції та фосфорі для молодняку собак німецької вівчарки покривають за рахунок додавання добавок.

3. Найкращими показниками росту та розвитку собак є зміна живої маси та ріст. Жива вага собак контрольної групи за 1 місяць збільшилась на 2,1 кг, ріст на 2 см. Тварини 2 дослідної групи, які отримували відходи м'ясопереробних підприємств, за дослідний період збільшили живу масу на 3,4 кг і зріст в холці на 4 см.

4. Розрахунок економічної ефективності показав, що для молодняку собак дослідної групи на період досліджень необхідно 319,5 кг кормів. Загальна кількість витрат – 3195 гривень, що менше, ніж у їх аналогів з контрольної групи на 30 гривень.

В перспективі плануємо з'ясувати вплив м'ясних субпродуктів на показники крові молодняку німецької вівчарки.

Література

1. Кінологія: утримання, годівля, дресирування собак : підручник / В. А. Бурлака, Л. П. Горальський [та ін.] ; за заг. ред. В. А. Бурлаки. – Житомир : ЖНАЕУ, 2013. – 512 с.
2. Гагаури В. С. Диетика собак / В. С. Гагаури. – М. : Эйвис, 1991. – 120 с.
3. Зорин В. Л. Кормление собаки / В. Л. Зорин. – М. : Аквариум ЛТД, 2001. – 64 с.
4. Зубко В. Н. Все о собаке / В. Н. Зубко. – М. : Эра, 1992. – 313 с.
5. Полищук Ф. И. Основы кинологии / Ф. И. Полищук, А. Л. Трофименко. – К. : Джулия, 1999. – 372 с.

Сторінка молодого вченого

УДК 619:616.99:616:612.1:636.3

Є. О. Алексєєва
аспірант*

Полтавська державна аграрна академія

ВПЛИВ МЕЛОФАГ НА ГЕМАТОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ІНВАЗОВАНИХ ОВЕЦЬ

Наведені результати визначення впливу збудника мелофагозу на гематологічні показники уражених овець з урахуванням показників інтенсивності інвазії (низької – $73,4 \pm 5,6$ екземплярів комах на тілі тварини та високої – $156,2 \pm 7,7$ екз.). У досліді використовували овець романівської породи віком від одного до трьох років. Інвазованість овець мелофагами вивчали шляхом повного обстеження волосяного та шкірного покривів тварин. Встановлено пряму залежність між ступенем інвазованості овець та тяжкістю гематологічних змін в їх організмі. За низької інтенсивності мелофагозної інвазії при відсутності клінічних ознак хвороби у крові овець достовірно ($p < 0,05$) зростала кількість лейкоцитів за рахунок кількості еозинофілів. За високої інтенсивності мелофагозної інвазії з'являлися характерні для мелофагозу овець клінічні ознаки, а в крові знижувалася кількість еритроцитів, вміст гемоглобіну ($p < 0,05$) та збільшувалася кількість лейкоцитів, еозинофілів ($p < 0,01$) та лімфоцитів ($p < 0,05$).

Ключові слова: мелофагоз, вівці, гематологічні показники, інтенсивність інвазії.

Постановка проблеми

Мелофагоз – хронічне захворювання овець, яке спричинює овеча кровососка *Melophagus ovinus*. Ентомоз завдає значних економічних збитків вівчарству через втрату вовнової і м'ясної продуктивності тварин, а іноді може призводити до їх загибелі [11, 13].

Критерієм патогенної дії паразитів на організм тварини є не тільки втрата продуктивності та поява певних клінічних ознак хвороби, але й суттєві зміни в крові, яка живить уражені паразитами органи і тканини [1, 3, 14].

Тому вивчення змін в крові хворих овець дозволить правильно та своєчасно призначити ефективне лікування, спрямоване не тільки на знешкодження збудника інвазії, але й на відновлення гомеостазу організму тварин.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Згідно з літературними джерелами, мелофаги живляться кров'ю, тому їх паразитування призводить до змін у гематологічних показниках хворих овець. Так, більшість науковців вважають, що комахи своїм довгим хоботком легко і

швидко проколюють шкіру й заковтують кров. У результаті тривалого кровососання у овець розвивається анемія. Повзанням на тілі та уколами хоботка мелофаги подразнюють нервові закінчення шкіри, викликають свербіж і занепокоєння тварин. Вівці, розчісуючи шкіру, сприяють розвитку дерматиту. Забрудненість шкіряного покриву екскрементами кровососок, засохлими частинки крові, втрата значної частини руна (до 40 % і більше) – все це призводить до порушення тепло- та газообміну в шкірі, зниження захисних сил організму хворих тварин [2, 5, 7, 12].

Інші автори повідомляють, що паразити внаслідок життєдіяльності призводять до функціональних змін в організмі хазяїна, порушення обміну речовин і діяльності кровотворних органів. За інтенсивного ураження мелофагами у овець виникають запальні процеси в шкірі та підшкірній клітковині, розвивається схуднення внаслідок втрати крові й отруєння організму слиною паразитів і продуктами їх життєдіяльності [6, 10].

Згідно з дослідженнями Г. Гачевої (1972, 1974), в крові хворих на мелофагоз овець відбувалися значні зміни, які характеризувалися розвитком анемії зі зниженням вмісту гемоглобіну [3, 4].

Отже, вивченню питань патогенезу мелофагозу овець в Україні за останнє десятиріччя приділялося недостатньо уваги і тому потребує більш детального вивчення.

Мета, завдання та методика досліджень

Метою роботи було встановити вплив мелофаг на гематологічні показники хворих овець. У завдання досліджень входило: визначити морфологічні показники в крові овець за різної інтенсивності мелофагозної інвазії (низької та високої).

Дослідження проводилися протягом весняного (квітень-травень) періоду 2016 року в умовах ТОВ «Дружба» Диканського району Полтавської області, неблагополучного щодо мелофагозу овець. У досліді використовували овець романівської породи віком від одного до трьох років. З них були сформовані три групи тварин по 5 голів у кожній: одна контрольна (клінічно здорові вівці, які були вільні від мелофаг) і дві дослідні (спонтанно інвазовані збудником мелофагозу за різної інтенсивності інвазії: низької – $73,4 \pm 5,6$ екземплярів комах на тілі тварини і високої – $156,2 \pm 7,7$ екз.). Інвазованість овець збудником мелофагозу вивчали шляхом повного обстеження волосяного покриву тварин. Відловлювали комах за допомогою пальців і анатомічного пінцету. Для гематологічних досліджень у овець відбирали кров шляхом пункції яремної вени вранці перед годівлею.

Визначення гематологічних показників проводили за загальноприйнятими методами [8, 9]. Кількість еритроцитів і лейкоцитів підраховували на сітці Горяєва за допомогою клавішного лічильника для підрахунку формених

елементів крові; вміст гемоглобіну вимірювали гемоглобінціанідною методикою за І. П. Кондрахіним (1985); диференційний підрахунок лейкоцитів – мікроскопічним дослідженням мазків крові, які фарбували за Романовським-Гімзою.

Статистичну обробку результатів експериментальних досліджень проводили шляхом визначення середнього арифметичного (M), його похибки (m) та рівня вірогідності (p) з використанням таблиці t -критеріїв Стюдента.

Результати досліджень

За результатами проведених досліджень встановлено, що за низької інтенсивності мелофагозної інвазії в крові овець першої дослідної групи виявляли достовірне підвищення кількості лейкоцитів на 24,26 % ($13,6 \pm 1,1$ Г/л, $p < 0,05$ відносно контрольної групи – $10,3 \pm 0,6$ Г/л), яке відбувалося за рахунок збільшення кількості еозинофілів на 26,19 % ($8,4 \pm 0,4$ %, $p < 0,05$ відносно контролю – $6,2 \pm 0,8$ %) (табл.). Водночас у овець першої дослідної групи були відсутні видимі клінічні ознаки захворювання.

Таблиця. Гематологічні показники овець за мелофагозної інвазії ($n=5$, $M \pm m$)

Показники		Вівці, вільні від мелофаг (контроль)	Вівці, хворі на мелофагоз (II, екз.)	
			низька (73,4 $\pm$ 5,6)	висока (156,2 $\pm$ 7,7)
Еритроцити, Т/л		9,8 $\pm$ 0,5	8,2 $\pm$ 0,8	6,9 $\pm$ 0,8*
Лейкоцити, Г/л		10,3 $\pm$ 0,6	13,6 $\pm$ 1,1*	14,8 $\pm$ 1,0**
Гемоглобін, г/л		107,6 $\pm$ 3,1	99,8 $\pm$ 1,2	85,4 $\pm$ 3,5**
Лейкограма, %				
Базофіли, %		0,6 $\pm$ 0,2	0,8 $\pm$ 0,2	0,2 $\pm$ 0,2
Еозинофіли, %		6,2 $\pm$ 0,8	8,4 $\pm$ 0,4*	9,4 $\pm$ 0,2**
Нейтрофіли, %	Ю	0,8 $\pm$ 0,2	0,6 $\pm$ 0,2	0,4 $\pm$ 0,2
	П	4,6 $\pm$ 0,2	4,8 $\pm$ 0,5	3,4 $\pm$ 0,6
	С	38,4 $\pm$ 1,2	37,0 $\pm$ 1,0	35,8 $\pm$ 0,9
Лімфоцити, %		45,8 $\pm$ 0,6	44,4 $\pm$ 0,9	48,6 $\pm$ 0,8*
Моноцити, %		3,6 $\pm$ 0,8	4,0 $\pm$ 0,7	2,2 $\pm$ 0,2

Примітка: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$ – відносно показників контрольної групи овець.

За високої інтенсивності мелофагозної інвазії у овець другої дослідної групи виявляли специфічні клінічні ознаки, а саме: свербіж, занепокоєння, зниження апетиту, вогнищеве випадіння та забрудненість вовни, запальну гіперемію шкіри, помірну анемічність видимих слизових оболонок. В крові хворих овець відзначали зменшення кількості еритроцитів на 29,59 % ($6,9 \pm 0,8$ Т/л, $p < 0,05$ відносно контролю – $9,8 \pm 0,5$ Т/л) та вмісту гемоглобіну на 20,63 % ($85,4 \pm 3,5$ г/л, $p < 0,01$ відносно контролю – $107,6 \pm 3,1$ г/л), що вказує на розвиток анемії внаслідок живлення комах кров'ю тварин. Одночасно зростала кількість

лейкоцитів на 30,41 % ($14,8 \pm 1,0$ Г/л, $p < 0,01$), еозинофілів на 34,04 % ($9,4 \pm 0,2$ %, $p < 0,01$) та лімфоцитів на 5,76 % ($48,6 \pm 0,8$ %, $p < 0,05$ відносно контролю – $45,8 \pm 0,6$ %). Такі зміни свідчать про запальні та алергічні процеси, які виникають як наслідок проколювання мелофагами шкіри овець та отруєння слиною паразита і продуктами його життєдіяльності й характерні для хронічного процесу.

Висновки та перспективи подальших досліджень

1. Зміни гематологічних показників овець, інвазованих збудником мелофагозу, залежать від рівня інтенсивності інвазії, та навіть за відсутності видимих клінічних ознак захворювання свідчать про розвиток запальних та алергічних явищ.

2. За низької інтенсивності мелофагозної інвазії ($73,4 \pm 5,6$ екз.) зміни в крові у хворих овець характеризуються лейкоцитозом та еозинофілією ($p < 0,05$); за високої – розвитком анемії, лейкоцитозом, еозинофілією ($p < 0,01$) та лімфоцитозом ($p < 0,05$).

У подальшому планується вивчити біохімічні показники сироватки крові овець за низької та високої інтенсивності мелофагозної інвазії.

Література

1. Андреев К. П. Кровососки овец // Энтомология и дезинсекция / К. П. Андреев. – М., 1966. – С. 231–234.
2. Воробьев М. М. Мелофагоз овец / М. М. Воробьев, Н. А. Романюк, С. М. Попова // Ветеринария. – 1966. – № 2. – С. 56–57.
3. Гачева Г. Проучване патогената роля на *Melophagus ovinus* при овцете / Г. Гачева // Хематологични изследования ветеринарната, медицинската наука. – 1972. – № 4 (9). – С. 89–94.
4. Гачева Г. Сравнителни електрофоретични изследования на кръвни серуми от милета инвазирани с *Melophagus ovinus* / Г. Гачева, М. Каменска // Хематологични изследования ветеринарната, медицинската наука. – 1974. – Т. 2. – № 2. – С. 67–72.
5. Паразитология и инвазионные болезни сельскохозяйственных животных / Д. Н. Антипин, В. С. Ершов, Н. А. Золотарев, В. А. Салаяев – М. : Колос, 1964. – 596 с.
6. Курчатов В. И. Наружные паразиты сельскохозяйственных животных и меры борьбы с ними / В. И. Курчатов, Ф. А. Петунии. – Краснодар, 1956. – 112 с.
7. Курхули Н. Р. Патогенез мелофагоза овец и меры борьбы с ним в условиях Нечерноземной зоны РСФСР : дисс. ... канд. вет. наук : 03.00.19 «Паразитология» / Н. Р. Курхули. – М., 1984. – 132 с.
8. Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині : довідник / В. В. Влізло, Р. С. Федорук, І. Б. Ратич [та ін.] ; за ред. В. В. Влізла. – Львів : СПОЛОМ, 2012. – 764 с.

9. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики : справочник / И. П. Кондрахин, А. В. Архипов, В. И. Левченко [и др.] ; под ред. И. П. Кондрахина. – М. : Колос, 2004. – 520 с.

10. Палимпсестов М. А. Ликвидацией кожных болезней овец увеличили производство шерсти / М. А. Палимпсестов // Ветеринария. – 1955. – № 6. – С. 45.

11. Потемкин В. И. Энтомозы домашних животных и меры борьбы с ним : автореф. дисс. на соискание учен. степени доктора вет. наук : 03.00.19 «Паразитология» / В. И. Потемкин. – М., 1965. – 27 с.

12. Шкабров Н. К. Мелофагоз овец и борьба с ним / Н. К. Шкабров // Ветеринария. – 1966. – № 9. – С. 51–52.

13. Pathological findings of small ruminant skin Affected by ectoparasites / S. Asegedech, M. Bistrat, B. Kassa, T. Africa // Proceedings of Ethiopian Veterinary Association 13th Annual Conference. – Addis Ababa, 1999. – P. 123.

14. Baron R. W. Aspects of the humoral and cell- mediated immune responses of sheep to the ked, *Melophagus ovinus* (Diptera : Hippoboscidae) / R. W. Baron, W. A. Nelson // J. Med. Entomol. – 1985. – Vol. 22 (5). – P. 544–549.

УДК 631.35

Р. В. Ковальчук
аспірант*

Луцький національний технічний університет

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ДЕФОРМАЦІЇ ЗЛАМУ СТЕБЕЛ КОНОПЕЛЬ

В роботі викладено результати експериментальних досліджень деформації зламу для стебел конопель, за умови відбору проб в осінній період. Виявлено перелік зовнішніх і внутрішніх факторів впливу на протікання даного процесу. Визначено силу зламу стебел конопель у залежності від плеча прикладання сили, вологості та конусності стебел. Виконано статистичний аналіз отриманих дослідних даних. Наведено також результати досліджень з використанням методу математичного планування експерименту з застосуванням програмного продукту «MathCAD 15». Отримано рівняння регресії, яке розкриває закономірності впливу на величину кута відхилення від початкового положення стебла наступних параметрів: вологість стебла, конусність стебел, плече прикладання сили. За отриманим рівнянням регресії побудовано поверхні відгуку, аналіз яких дозволив встановити вагомі фактори впливу на величину кута відгину стебел.

Ключові слова: стебла, конопля, злам, вологість, конусність.

© Р. В. Ковальчук

* Науковий керівник: д. т. н., професор О.О. Налобіна

9. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики : справочник / И. П. Кондрахин, А. В. Архипов, В. И. Левченко [и др.] ; под ред. И. П. Кондрахина. – М. : Колос, 2004. – 520 с.

10. Палимпсестов М. А. Ликвидацией кожных болезней овец увеличили производство шерсти / М. А. Палимпсестов // Ветеринария. – 1955. – № 6. – С. 45.

11. Потемкин В. И. Энтомозы домашних животных и меры борьбы с ним : автореф. дисс. на соискание учен. степени доктора вет. наук : 03.00.19 «Паразитология» / В. И. Потемкин. – М., 1965. – 27 с.

12. Шкабров Н. К. Мелофагоз овец и борьба с ним / Н. К. Шкабров // Ветеринария. – 1966. – № 9. – С. 51–52.

13. Pathological findings of small ruminant skin Affected by ectoparasites / S. Asegedech, M. Bistrat, B. Kassa, T. Africa // Proceedings of Ethiopian Veterinary Association 13th Annual Conference. – Addis Ababa, 1999. – P. 123.

14. Baron R. W. Aspects of the humoral and cell- mediated immune responses of sheep to the ked, *Melophagus ovinus* (Diptera : Hippoboscidae) / R. W. Baron, W. A. Nelson // J. Med. Entomol. – 1985. – Vol. 22 (5). – P. 544–549.

УДК 631.35

Р. В. Ковальчук
аспірант*

Луцький національний технічний університет

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ДЕФОРМАЦІЇ ЗЛАМУ СТЕБЕЛ КОНОПЕЛЬ

В роботі викладено результати експериментальних досліджень деформації зламу для стебел конопель, за умови відбору проб в осінній період. Виявлено перелік зовнішніх і внутрішніх факторів впливу на протікання даного процесу. Визначено силу зламу стебел конопель у залежності від плеча прикладання сили, вологості та конусності стебел. Виконано статистичний аналіз отриманих дослідних даних. Наведено також результати досліджень з використанням методу математичного планування експерименту з застосуванням програмного продукту «MathCAD 15». Отримано рівняння регресії, яке розкриває закономірності впливу на величину кута відхилення від початкового положення стебла наступних параметрів: вологість стебла, конусність стебел, плече прикладання сили. За отриманим рівнянням регресії побудовано поверхні відгуку, аналіз яких дозволив встановити вагомі фактори впливу на величину кута відгину стебел.

Ключові слова: стебла, конопля, злам, вологість, конусність.

© Р. В. Ковальчук

* Науковий керівник: д. т. н., професор О.О. Налобіна

Постановка проблеми

Коноплярство є перспективною галуззю для України. Актуальним завданням є не лише розвиток насінництва, а й розширення сфери використання стебел коноплі. Вирішення даної проблеми потребує розробки українських механічних засобів для її збирання. Проектування машин для збирання коноплі потребує знань про фізико-механічні властивості даної культури, зокрема стеблової частини.

Дослідження фізичної суті зламу стебла мало досліджена, хоча створення нових технічних засобів або їх модернізація потребують глибокого вивчення властивостей рослинного матеріалу, з яким вони взаємодіють.

Тому було вирішено дослідити сили зламу стебел конопель в осінній період, що є необхідним для розробки нових технологій їхнього збирання та механічних засобів для їхнього здійснення. Стеблостій конопель у цей період відрізняється високою вологістю, що, істотним чином, впливає на величину потрібної сили зламу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Дослідженнями фізико-механічних властивостей стебел конопель займалися Є. Л. Пашин [4], Б. І. Москаленко, Р. Н. Гілязетдіновим [3], В.О. Гридякіна [1], П. В. Лук'яненко [2].

Зокрема Є. Л. Пашин і С. В. Жукова [4] досліджували вплив кількості листових слідів і їхнього розташування по довжині стебел на технологічну цінність волокна.

Б. І. Москаленко, Р. Н. Гілязетдінов [3] у ході експериментальних досліджень встановили, що відносна сила зламу зменшується у напрямку до верхівки стебла. Авторами також встановлено вплив вмісту та міцності лубу на показник стійкості стебел до зламу.

В. О. Гридякіна [1] дослідив конусність стебел конопель у період завершення сушки соломки і вилежки трести від їх технічної довжини і діаметрів.

У роботі [2] викладено результати досліджень зламу стебел конопель у польових умовах. Дослідження проводились автором у весняний період для стебел із вологістю 13,4–14,6%.

З аналізу чинних досліджень випливає, що не дослідженими є сили зламу стебел конопель в осінній період, що є необхідним для розробки нових технологій їхнього збирання та механічних засобів для їхнього здійснення. Стеблостій конопель у цей період відрізняється високою вологістю, що, істотним чином, впливає на величину потрібної сили зламу. З врахуванням цього сформуовано мету досліджень.

Мета, завдання та методика досліджень

Метою даної роботи є встановлення експериментальним шляхом силу зламу стебел конопель, за умови відбору проб в осінній період та впливу на даний параметр показників: відносної вологості, плеча прикладання сили, конусності стебла. За мету також поставлено отримати рівняння регресії, яке розкриває закономірності впливу на величину кута відхилення від початкового положення стебла наступних параметрів: вологість стебла, його конусність, плече прикладання сили. Об'єктом досліджень є стебла конопель. Використано методику експериментального дослідження величин, а також методику математичного планування експерименту з представленням результатів у вигляді поверхонь відгуку.

Результати дослідження

Дослідження проводились у лабораторних умовах. З метою проведення досліджень на полі відбиралися проби стебел коноплі, які підлягали дослідженню без просушування та мали показник відносної вологості, в середньому, 75 %. Додатково проводили досліди зі стеблам, попередньо висушеними до вологості 25 %.

Експериментальні дослідження проводили з використанням виготовленої лабораторної установки (рис.1), яка складається з затискного пристрою стебел 1, набору вантажів 2, транспортиру 4.

Стебло 2 (рис.1) фіксувалося в затискному пристрої 1, до стебла 2 підвішувався вантаж 3 і за допомогою транспортиру 4 визначалися кути відхилення стебла від початого положення.

Навантаження стебел проводили до того часу, поки не відбувався злам.

Перед затисканням стебел проводили замір діаметрів d_k – прикореневої частини та d_b – верхівкової частини; визначали показник відносної вологості та повну довжину стебла. За отриманими даними визначали показник конусності стебел:

$$K = \frac{d_k - d_b}{l_c}, \quad (1)$$

де l_c – довжина стебла, м.

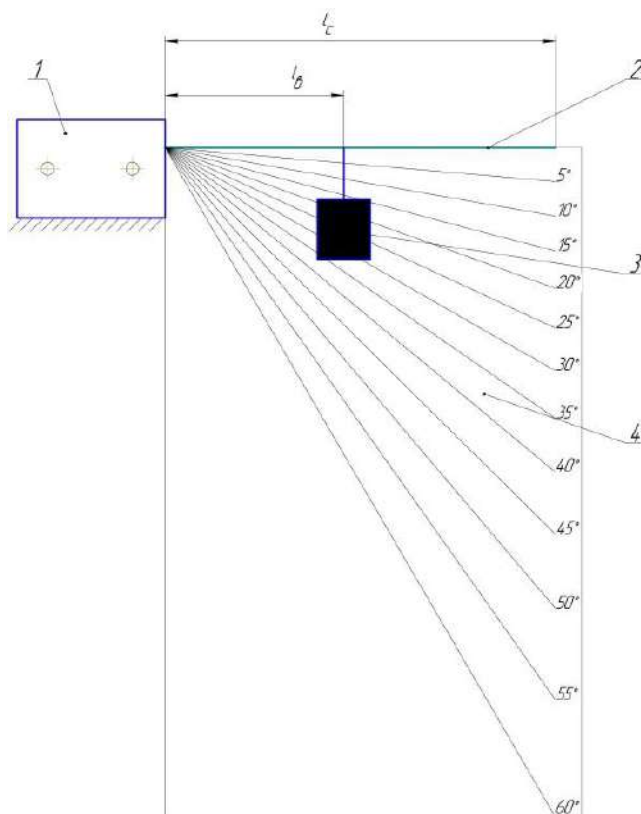


Рис. 1. Схема проведення досліджень:

1 – затискний пристрій; 2 – стебло; 3 – вантаж; 4 – транспорт

Виконано також дослідження з використанням методу математичного планування експерименту за методикою, викладеною в [5], із застосуванням програмного продукту «MathCAD 15».

Отримано рівняння регресії, яке розкриває закономірності впливу на величину кута відхилення від початкового положення стебла наступних параметрів: вологість стебла – W , конусність – K , плече прикладання сили – l :

$$Y(W, K, l) = 1,12W + 26739,93K + 1,19l - 476,19WK - 0,02Wl - 480,77Wkl + 8,61Wkl - 51,04. \quad (2)$$

За отриманим рівнянням регресії побудовано поверхні відгуку, наведені на рис. 2.

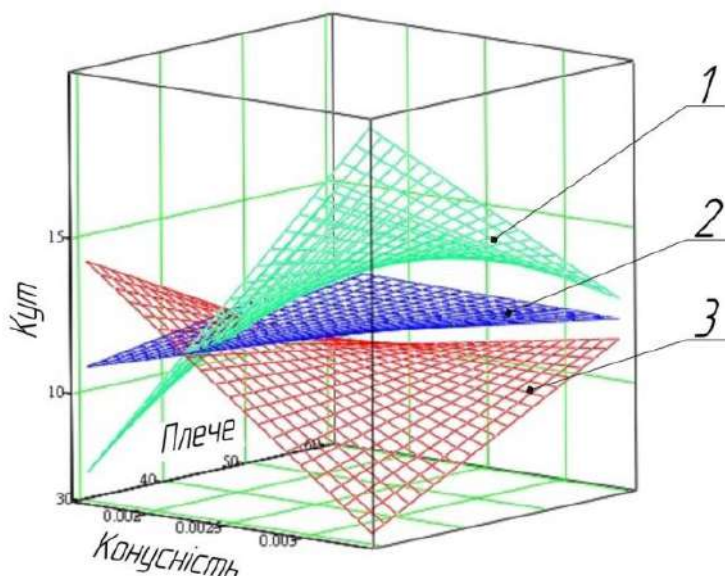


Рис. 2. Поверхні відгибу при вологості стебел:

1 – 75 %, 2 – 50 %, 3 – 25 %.

Як видно з наведеного рівняння регресії (2) та його графічного розв'язку на величину кута відгину найсуттєво впливає вологість стебел та показник конусності, який, у свою чергу, зростає зі збільшенням діаметра прикореневої частини.

Висновки та перспективи подальших досліджень

У ході виконаних експериментальних досліджень встановлено:

1) для зламу вологих стебел коноплі ($W=75\%$) з діаметром прикореневої частини 1,0–1,15 см в осінній період необхідно прикласти силу, в середньому 76,8 Н;

2) за умови, що при цих же діаметрах прикореневої частини, довжина стебла зменшується (що сприяє зростанню конусності) сила, потрібна для зламу зростає.

Отримані результати у подальшому будуть використані для проведення теоретичних досліджень, з метою обґрунтування основних параметрів робочих органів машини для збирання коноплі.

Література

1. Гридякін О. В. Дослідження фізико-механічних властивостей стебел конопель / О. В. Гридякін // Наук. вісн. НУБіП України. Сер. Техніка та енергетика АПК. – 2015. – № 215. – С. 82–87.
 2. Лук'яненко П. В. Дослідження кута зламування стебел при весняному збиранні трести конопель / П. В. Лук'яненко, О. П. Рябченко // Луб'яні та технічні культури. – 2015. – Вип. 4. – С. 119–122.
 3. Москаленко Б. І. Дослідження стійкості до зламу стебел конопель / Б. І. Москаленко, Р. Н. Гілязетдінов // Луб'яні та технічні культури. – 2011. – Вип. 1 (6). – С. 150–154.
 4. Пашин Е. Л. Определение взаимосвязи свойств конопли с особенностями строения ее стеблей / Е. Л. Пашин, С. В. Жукова // Технология текстильной промышленности. – 2012. – № 12 (338). – С. 31–34.
 5. Хайлис Г. А. Исследование сельскохозяйственной техники и обработка опытных данных / Г. А. Хайлис, М. М. Ковальов. – М. : Колос, 1994. – 169 с.
-

УДК 631.80.02:633.853:631.816(332.1)

А. М. Лихочвор
аспірант*

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

**ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РИЖІЮ ЯРОГО
ЗАЛЕЖНО ВІД НОРМ ДОБРІВ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ**

В умовах західного Лісостепу на темно-сірих ґрунтах вивчено вплив мінеральних добрив на врожайність рижію. Встановлено, що врожайність насіння рижію сорту Міраж під впливом мінеральних добрив підвищилася з 1,28 т/га на варіанті без добрив до 2,44 т/га на варіанті з внесенням $N_{120}P_{60}K_{120}$, тобто зросла на 1,16 т/га, або на 90,1 %.

Збільшення норми внесення мінеральних добрив призвело до зростання витрат з 7376 грн на контролі до 14312 грн на $N_{120}P_{60}K_{120}$. Незважаючи на значне зростання витрат, найвищий чистий прибуток (22288 грн з 1 га) одержано за внесення високої норми $-N_{120}P_{60}K_{120}$.

Ключові слова: рижій, норми добрив, урожайність, економічна ефективність.

Постановка проблеми

Рослинництво України на сучасному етапі є дуже вузькоспеціалізованим, домінують 5–6 основних культур, що належать до зернових та олійних. Значно зростають посівні площі сої. Викликають інтерес нішові культури.

© А. М. Лихочвор

*Науковий керівник – д. с.-г. н. Г. С. Коник

Література

1. Гридякін О. В. Дослідження фізико-механічних властивостей стебел конопель / О. В. Гридякін // Наук. вісн. НУБіП України. Сер. Техніка та енергетика АПК. – 2015. – № 215. – С. 82–87.
 2. Лук'яненко П. В. Дослідження кута зламування стебел при весняному збиранні трести конопель / П. В. Лук'яненко, О. П. Рябенко // Луб'яні та технічні культури. – 2015. – Вип. 4. – С. 119–122.
 3. Москаленко Б. І. Дослідження стійкості до зламу стебел конопель / Б. І. Москаленко, Р. Н. Гілязетдінов // Луб'яні та технічні культури. – 2011. – Вип. 1 (6). – С. 150–154.
 4. Пашин Е. Л. Определение взаимосвязи свойств конопли с особенностями строения ее стеблей / Е. Л. Пашин, С. В. Жукова // Технология текстильной промышленности. – 2012. – № 12 (338). – С. 31–34.
 5. Хайлис Г. А. Исследование сельскохозяйственной техники и обработка опытных данных / Г. А. Хайлис, М. М. Ковальов. – М. : Колос, 1994. – 169 с.
-

УДК 631.80.02:633.853:631.816(332.1)

А. М. Лихочвор
аспірант*

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

**ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РИЖІЮ ЯРОГО
ЗАЛЕЖНО ВІД НОРМ ДОБРІВ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ**

В умовах західного Лісостепу на темно-сірих ґрунтах вивчено вплив мінеральних добрив на врожайність рижію. Встановлено, що врожайність насіння рижію сорту Міраж під впливом мінеральних добрив підвищилася з 1,28 т/га на варіанті без добрив до 2,44 т/га на варіанті з внесенням $N_{120}P_{60}K_{120}$, тобто зросла на 1,16 т/га, або на 90,1 %.

Збільшення норми внесення мінеральних добрив призвело до зростання витрат з 7376 грн на контролі до 14312 грн на $N_{120}P_{60}K_{120}$. Незважаючи на значне зростання витрат, найвищий чистий прибуток (22288 грн з 1 га) одержано за внесення високої норми $-N_{120}P_{60}K_{120}$.

Ключові слова: рижій, норми добрив, урожайність, економічна ефективність.

Постановка проблеми

Рослинництво України на сучасному етапі є дуже вузькоспеціалізованим, домінують 5–6 основних культур, що належать до зернових та олійних. Значно зростають посівні площі сої. Викликають інтерес нішові культури.

© А. М. Лихочвор

*Науковий керівник – д. с.-г. н. Г. С. Коник

Однією з перспективних олійних культур Західного Лісостепу є рижій (*Camelina sativa*). Насіння рижію містить понад 40 % олії та 30 % сирого протеїну. Зацікавленість науковців і виробництва цією культурою можна пояснити невибагливістю до умов вирощування та високою якістю олії. Рижій відрізняється ранньостиглістю, стійкістю до ураження хворобами та шкідниками, майже не потребує використання пестицидів, не засмічує поля і є добрим попередником. Олія широко використовується в різних галузях, а завдяки унікальному співвідношенню жирних кислот має великі перспективи для харчової промисловості та застосування в медицині [1, 2].

Основною причиною низької врожайності рижію ярого є відсутність інтенсивних технологій вирощування таких, наприклад, як у ріпаку озимого.

У сучасних інтенсивних технологіях найбільший вплив на урожайність мають мінеральні добрива. Для підвищення врожайності рижію шляхом удосконалення технології вирощування, важливо встановити норми добрив, які будуть забезпечувати економічно обґрунтовані прирости урожайності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Рижій в Україні вирощують на незначних площах на Поліссі та в Північному Лісостепу, хоча є всі можливості розширити його посіви. У невеликих кількостях рижій вирощують у Швеції, Німеччині, Франції, Бельгії та Нідерландах [3, 4].

Система внесення добрив включає в себе такі складові: фосфорні та калійні добрива під зяблевий обробіток ґрунту, можливі варіанти внесення цих добрив під передпосівну культивуацію. Азотні добрива можна вносити навесні під передпосівну культивуацію та у підживлення після утворення рослинами рижію розетки [5].

Дослідники одержали суперечливі дані щодо впливу норм мінеральних добрив на приріст урожайності рижію. У дослідженнях С. В. Вахненка [6], в умовах південного Степу на чорноземному ґрунті, найвищу врожайність (15,3 ц/га) одержано за внесення $N_{30}P_{90}$. Ефективність мінеральних добрив була низькою, оскільки приріст урожайності на фоні $N_{30}P_{90}$, порівняно з контролем без добрив, становив лише 3,3 ц/га.

В умовах Прикарпаття на дернових опідзолених ґрунтах підвищення норми добрив до $N_{30+60}P_{45}K_{45}$ забезпечило врожайність 18,0 ц/га, що вище, порівняно з варіантом без добрив, на 7,8 ц/га [7].

Значно вищий рівень урожайності одержали Г. М. Господаренко і Р. М. Зануда [8] на дослідному полі Уманського ДАУ. Якщо на контролі без добрив урожайність становила 13,9 ц/га, то на варіанті з внесенням $N_{120}P_{90}K_{60}$ – 22,8 ц/га, що більше, порівняно з контролем, на 8,9 ц / га. Автори встановили, що перенесення частини норми азотних добрив у підживлення не має переваг перед передпосівним внесенням.

Мета, завдання та методика досліджень

Мета – дослідити вплив мінеральних добрив на урожайність насіння ріжюю ярого сорту Міраж і визначити економічну ефективність різних норм добрив. Схема досліду включала шість варіантів. Перший варіант – контроль без добрив. На другому ($N_{40}P_{20}K_{40}$) і третьому ($N_{60}P_{30}K_{60}$) варіантах досліджувалися норми, які, зазвичай, вносять при вирощуванні гірчиці. На четвертому ($N_{80}P_{40}K_{80}$) вивчалась норма, яка використовується у технологіях ярого ріпаку, а на п'ятому ($N_{100}P_{50}K_{100}$) і шостому ($N_{120}P_{60}K_{120}$) варіантах – у технологіях озимого ріпаку.

Дослідження проводили в зоні західного Лісостепу у господарстві "АгроЕкспресСервіс", Млинівського району Рівненської області. Ґрунт дослідної ділянки темно-сірий легкосуглинковий. Уміст гумусу в орному шарі становить 2,1 %, лужногідролізованого азоту за Корнфілдом – 101 мг/кг ґрунту (низький), рухомого фосфору – 243 мг/кг (високий) і обмінного калію (за Чириковим) – 130 мг/кг (високий). Реакція ґрунтового розчину (рН-6,0) близька до нейтральної.

Середньобагаторічна кількість опадів становила 645 мм, а середньобагаторічна температура – 7,1°C. У роки проведення досліджень погодні умови мало відрізнялися від середніх багаторічних даних як за температурою, так і за характером розподілу опадів впродовж року.

Дослід закладався методом систематизованого розміщення ділянок у триразовому повторенні. Загальна площа ділянки 60 м², облікова – 50 м². Технологія вирощування була типовою для даної ґрунтово-кліматичної зони. Попередник – озима пшениця. Після збирання попередника проводили дискування і оранку. Навесні передпосівний обробіток здійснювали за допомогою культивачі. Сіяли сівалкою СН-16. Строк сівби – 2 квітня. Спосіб сівби – рядковий. Глибина загортання насіння – 1,5 см. Норма висіву – 300 насінин /м², або 5,4 кг/га. Після сівби для покращення умов проростання насіння і забезпечення високої польової схожості було проведено коткування.

Фосфорні та калійні добрива вносили згідно зі схемою досліду у вигляді суперфосфату подвійного та калію хлористого під оранку, а азотні у вигляді аміачної селітри одноразово під передпосівну культивування (на фонах $N_{40}P_{20}K_{40}$ та $N_{60}P_{30}K_{60}$) і дворазово: під культивування (N_{40}) та в підживлення (N_{40}) після утворення рослинами ріжюю розетки ($N_{80}P_{40}K_{80}$). На варіантах $N_{100}P_{50}K_{100}$ та $N_{120}P_{60}K_{120}$ азот вносили тричі: під культивування (N_{40}), у фазі розетки (N_{40}) та бутонізації (N_{20} , N_{40}). Обмолот здійснювався подільночно комбайном Сампо 500.

Результати досліджень

Найвища врожайність ріпаку сорту Міраж у наших дослідженнях була сформована за максимальної норми ($N_{120}P_{60}K_{120}$) внесення мінеральних добрив – 2,44 т /га, що вище порівняно з варіантом без добрив на 1,16 т/га, або на 90,1 %

(табл. 1). На варіанті з внесенням $N_{100}P_{50}K_{100}$ урожайність становила 2,28 т/га, що більше порівняно з контролем на 1,00 т/га, або на 78,1 %. Найменша урожайність насіння ріжю сформувалася на варіанті без добрив – 1,28 т/га. Перше підвищення норми мінеральних добрив до $N_{40}P_{20}K_{40}$ забезпечило найвище зростання врожайності до попереднього варіанту – на 0,43 т/га, або на 33,6 %. Подальше підвищення норм добрив теж сприяло росту продуктивності посівів. Так, на фоні $N_{60}P_{30}K_{60}$ урожайність зросла до 1,95 т/га, на фоні $N_{80}P_{40}K_{80}$ – до 2,14 т/га.

Метеорологічні умови року теж впливали на рівень урожайності. У 2015 році урожайність була нижчою і коливалася в межах 1,20–2,28 т/га, а в середньому за рік 2015 р. становила 1,86 т/га. У другий рік досліджень урожайність по варіантах коливалася від 1,36 т/га до 2,60 т/га, а в середньому за 2016 р становила 2,07 т/га, що вище порівняно з 2015 роком на 0,21 т/га.

Таблиця 1. Урожайність насіння ріжю ярого залежно від норм добрив, т/га

Норма добрив	Урожайність, т/га			Приріст	
	2015 р.	2016 р.	середнє	т/га	%
Без добрив	1,20	1,36	1,28	-	-
$N_{40}P_{20}K_{40}$	1,65	1,77	1,71	0,43	33,6
$N_{60}P_{30}K_{60}$	1,82	2,08	1,95	0,67	52,3
$N_{80}P_{40}K_{80}$	2,05	2,23	2,14	0,86	67,2
$N_{100}P_{50}K_{100}$	2,17	2,39	2,28	1,00	78,1
$N_{120}P_{60}K_{120}$	2,28	2,60	2,44	1,16	90,1
Середнє за рік	1,86	2,07			
HP_{05} , т/га	0,12	0,14			

У структурі затрат на технологію вирощування найбільший відсоток займають мінеральні добрива та засоби захисту рослин. Тому важливо з'ясувати доцільність використання високих норм мінеральних добрив, визначити схеми мінерального живлення (НРК), які забезпечать найкращі показники економічної ефективності. Доцільність застосування того чи іншого елементу технології має оцінюватися не лише рівнем урожайності, але й забезпечувати його прибутковість.

Економічну ефективність встановлювали за такими показниками: вартість вирощеної на 1 га продукції в грн, витрати на 1 га, прибуток з 1га і рівень рентабельності.

Вартість продукції з 1га встановлюється із врахуванням ціни на ріжю ярий в 2016 році, яка становила в середньому 15000 грн. Схема розрахунку на контролі (без добрив) становила $1,28 \times 15000 = 19200$ грн. Найвища вартість продукції була на шостому варіанті ($N_{120}P_{60}K_{120}$) – 36600 грн (табл. 2).

Сума виробничих витрат змінювалася залежно від норми добрив. Ціни на добрива для розрахунку взяті станом на 1.01.16 р. Вони були наступні: аміачна селітра – 8100 грн; суперфосфат 7200 грн; хлористий калій – 9600 грн. Згідно із розрахунками вартість $N_{20}P_{10}K_{20}$ становить 1156 грн, а вартість $N_{40}P_{20}K_{40}$ – 2312 грн. Таким чином, виробничі витрати на вирощування ріжю ярого на площі 1га коливалися в межах 7376–14312 грн. Найменша сума витрат була на варіанті без внесення мінеральних добрив, а найбільша на шостому варіанті ($N_{120}P_{60}K_{120}$) – 14312 грн.

Незважаючи на значне зростання витрат на варіантах з використанням добрив, собівартість змінювалася мало і коливалася у межах 5561–5865 грн. Найбільшою собівартістю ріжю ярого була на фоні $N_{120}P_{60}K_{120}$ – 5865 грн.

Таблиця 2. Економічна ефективність вирощування ріжю ярого залежно від норм добрив

Культура	Урожайність т/га	Вартість продукції з 1 га, грн	Витрати на 1га, грн	Собівартість 1т, грн	Чистий прибуток з 1 га, грн	Рівень рентабельності, %
Без добрив	1,28	19200	7376	5762	11824	160
$N_{40}P_{20}K_{40}$	1,71	25650	9688	5665	15962	165
$N_{60}P_{30}K_{60}$	1,95	29250	10844	5561	18406	170
$N_{40+40}P_{40}K_{80}$	2,14	32100	12000	5607	20100	167
$N_{40+40+20}P_{50}K_{100}$	2,28	34200	13156	5770	21044	160
$N_{40+40+40}P_{60}K_{120}$	2,44	36600	14312	5865	22288	156

Найважливішим показником економічної ефективності є чистий прибуток з 1 га. Збільшення норми внесення добрив, а отже і суми витрат, повністю компенсувалося вартістю додаткового врожаю. Найменший чистий прибуток був на контролі – 11824 грн. За внесення $N_{40}P_{20}K_{40}$ прибуток зростає до 15962 грн, що на 4138 грн більше від контролю. На варіанті $N_{60}P_{30}K_{60}$ прибуток збільшується на 6582 грн, на четвертому – шостому варіантах він змінюється від 8276 – 10464 грн (табл. 2). За внесення $N_{120}P_{60}K_{120}$ чистий прибуток по відношенню до контролю збільшився майже в два рази (10464 грн), що підтверджує доцільність внесення високих норм добрив при вирощуванні ріжю.

Рівень рентабельності мало залежав від норми внесення мінеральних добрив і залишався високим на всіх варіантах – 156–170 %.

Висновки та перспективи подальших досліджень

В умовах західного Лісостепу на темно-сірих ґрунтах урожайність насіння ріжю під впливом мінеральних добрив підвищилася з 1,28 т/га на варіанті без добрив до 2,44 т/га на варіанті з внесенням $N_{120}P_{60}K_{120}$, тобто зросла на 1,16 т/га, або на 90,1 %.

Норму внесення мінеральних добрив при вирощування ріжю сорту Міраж доцільно підвищити до $N_{120}P_{60}K_{120}$, чистий прибуток при цьому зростає до 22288 грн з 1 га.

Перспективи подальших досліджень необхідно зосередити на оптимізації інших елементів інтенсивної технології вирощування ріжю.

Література

1. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур / В. В. Лихочвор, В. Ф. Петриченко, П. В. Івашук, О. В. Корнійчук. – 3-є вид., виправ., допов. – Львів : Українські технології, 2010. – 1088 с.
2. Лях В. О. Вміст та жирнокислотний склад олії ріжю ярого / В. О. Лях, І. Б. Комарова // Бюл. наук. бібліотеки Ін-ту сільського госп-ва степової зони НААНУ. – 2010. – № 38. – С. 137–142.
3. Ковалець О. В. Вплив мінеральних добрив та норми висіву на врожайність ріжю в умовах західного Лісостепу України / О. В. Ковалець // Вісн. Львів. нац. аграр. ун-ту. Агрономія. – 2012. – № 16. – С. 176–179.
4. Комарова І. Б. Мінливість біометричних показників ріжю ярого / І. Б. Комарова, В. О. Лях // Наук.-техн. бюл. Ін-ту олійних культур УААН. – 2009. – Вип. 14. – С. 120–129.
5. Лихочвор В. В. Мінеральні добрива та їх застосування / В. В. Лихочвор. – Львів : Українські технології, 2008. – 312 с.
6. Вахненко С. В. Ефективність застосування мінеральних добрив при вирощуванні ріжю ярого в умовах Степу України / С. В. Вахненко // Наук.-техн. бюл. Ін-ту олійних культур НААН. – 2014. – Вип. 21. – С. 80–83.
7. Григорів Я. Я. Вплив строків сівби та удобрення на врожайність ріжю ярого на дерново-підзолистих ґрунтах Передкарпаття / Я. Я. Григорів // Вісн. Прикарпатського нац. ун-ту ім. В. Стефаника. Сер. Біологія. – 2011. – Вип. XV. – С. 58–61.
8. Господаренко Г. М. Вплив норм і строків внесення мінеральних добрив на врожай і якість насіння ріжю ярого / Г. М. Господаренко, Р. М. Зануда // Зб. наук. пр. Уманського нац. ун-ту садівництва. Агрономія. – 2010. – Вип. 73, ч. 1. – С. 8–12.

УДК 636.084/085

О. П. Мельничук
аспірант*

Житомирський національний агроекологічний університет

**ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ОБМІННІ ПРОЦЕСИ В ОРГАНІЗМІ БУГАЙЦІВ
ЗА ЗГОДОВУВАННЯ РІЗНОЇ КІЛЬКОСТІ ТРИТИКАЛЕ**

Наведено результати досліджень з використання для відгодівлі молодняку великої рогатої худоби зерносумішей різного складу, вироблених у зоні Полісся України. Встановлено, що заміна в складі зерносуміші 20–40% (за масою) дерті пшениці на аналогічну кількість дерті тритикале при відгодівлі бугайців негативно позначається на їх продуктивних якостях (на 8,0–14,8%) і перетравності основних поживних речовин корму та збільшує витрати кормів на одиницю продукції (на 8,3–16,7%).

Використання в складі зерносумішей №2 і №3 для годівлі тварин різної кількості тритикале знизило перетравність основних поживних речовин корму: сухої речовини на 1,04–3,12%, протеїну – 1,06–3,31, жиру – 7,36–11,00, клітковини – 0,35–3,08 і БЕР – на 0,54–2,05% абсолютних. Відкладання нітрогену в тілі бичків дослідних груп було менше на 26,61–35,45 г, або на 29,9–39,8%, ніж в контрольних аналогів.

Ключові слова: годівля, тритикале, молодняк великої рогатої худоби, зерносуміш, раціон, продуктивність, перетравність.

Постановка проблеми

Велике значення в нормуванні годівлі тварин має підвищення поживності кормів і раціонів. У зв'язку з цим останнім часом набуває все більш актуального значення пошук нових зернофуражних культур, які забезпечують збільшення виробництва кормів при менших витратах енергоресурсів [6, 7].

У зоні Полісся України почали масово вирощувати зерно озимого та ярого тритикале, який поєднує позитивні ознаки обох культур. Дана культура, як і жито, менш вибаглива до ґрунтів, забезпечує достатньо високі врожаї на удобрених супісках (35–60 ц/га), добре поїдається тваринами, у тому числі птицею. Це зимостійка й посухостійка як продовольча, так і кормова культура. В складі дерті даної культури містяться вітаміни групи В та більша кількість перетравного протеїну в порівнянні з житом та пшеницею [1].

Тритикале відрізняється високим потенціалом урожайності, підвищеним вмістом білку і незамінних амінокислот, що визначає його біологічну та поживну цінність. Вміст білку в зерні тритикале на 1,0–1,5% більше ніж у пшениці та на 3–4% ніж у жита. Перетравність протеїну пшениці і тритикале практично однакова і складає 89,3 і 90,3% відповідно. Зерно тритикале не поступається зерну пшениці за вмістом макро- і мікроелементів [4, 5]. Окрім того, в зерні

© О. П. Мельничук

*Науковий керівник – д. с.-г. н. Савчук І. М.

тритикале міститься: лізину – до 4,0 г/кг (у житі до 2,6 г/кг), метіоніну + цистину – 5,0 г/кг (3,5 г/кг), триптофану – до 1,2 г/кг сухої речовини (у житі – до 0,6 г/кг). Ще одна особливість тритикале – відносно висока енергетична насиченість, за якою воно поступається лише кукурудзі. Отже, тритикале вдало поєднує в собі властивості зернових культур [1, 7].

Проте, наукові дослідження з використання зерна тритикале в складі зерноsumішей при виробництві яловичини в умовах Полісся України практично не проводилися.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

У багатьох державах світу інтенсивно удосконалюють технології використання зерна тритикале. У Польщі розроблена спеціальна технологія переробки зерна тритикале, яка дозволяє використовувати його до 80% в раціоні при відгодівлі свиней та бройлерів. У цілому в цій країні 63% валового збору зерна тритикале використовують у тваринництві, 22% – у хлібопекарському і кондитерському виробництвах. У Білорусії приблизно 50% зерна тритикале використовується у тваринництві, а інші 50% – у бродильному виробництві (пиво, спирт), [7].

Мета, завдання та методика досліджень

Експериментальне обґрунтування доцільності використання різної кількості тритикале в складі зерноsumішей для відгодівлі молодняку великої рогатої худоби в умовах Полісся України.

Експериментальні дослідження на бугайцях української чорно-рябої молочної породи проведено на фізіологічному дворі Інституту сільського господарства Полісся НААН в умовах прив'язного утримання тварин. Тривалість зрівняльного та дослідного періодів, відповідно, становила 21 та 153 доби.

Згідно зі схемою дослідів, відгодівельний молодняк І (контрольної) групи отримував господарський раціон, який складався із силосу кукурудзяного, сіна злакового, зерноsumіші №1 та солі кухонної. Тваринам ІІ та ІІІ (дослідних) груп, окрім кормів основного раціону, згодовували зерноsumіші, відповідно, № 2 і № 3.

У склад зерноsumішей для годівлі піддослідного молодняку великої рогатої худоби введені зернові концентрати власного виробництва, вирощені в ІІІ зоні радіоактивного забруднення внаслідок аварії на ЧАЕС (с. Грозине Коростенського району Житомирської області): пшениця, люпин, тритикале, овес (табл. 1).

Таблиця 1. Склад зерносумішей для годівлі піддослідних тварин, % за масою

Інгредієнти	Групи		
	I – контрольна (зерносуміш №1)	II – дослідна (зерносуміш №2)	III – дослідна (зерносуміш №3)
Пшениця	40	20	–
Тритикале	–	20	40
Люпин	35	35	35
Овес	25	25	25
Всього	100	100	100

Рациони піддослідного молодняку великої рогатої худоби коректувалися по мірі його росту і були розраховані на отримання 900–1000 г середньодобового приросту живої маси. Тип годівлі тварин – силосно-концентратний. У структурі кормових раціонів бугайців за поживністю концентровані корми становили 34,34–34,40%, грубі – 9,78–9,79 та соковиті корми – 55,82–55,87%.

З метою вивчення перетравності поживних речовин і балансу нітрогену під впливом досліджуваного фактора і з урахуванням специфіки досліду на фоні науково-господарського експерименту на відгодівельному молодняку великої рогатої худоби проводили фізіологічний (балансовий) дослід на 3-х тваринах з кожної групи згідно з існуючими методиками, рекомендованими О.І. Овсянніковим [3]. У період обмінних досліджень проводився індивідуальний облік спожитих кормів і виділених калу та сечі з відбором середніх проб для аналізу.

Результати досліджень

Основними показниками, які характеризують продуктивність та ріст тварин, є середньодобові прирости їх живої маси. Збільшення маси тіла за відомих умов може бути показником загального розвитку тварин, їх господарської та фізіологічної зрілості, рівня обмінних процесів, ефективності використання кормів.

Результати проведених досліджень показали, що за однакових умов годівлі та утримання молодняку, бугайці, залежно від складу зерносуміші в раціоні, мали різну живу масу та інтенсивність росту з закінчення експерименту (табл. 2).

Таблиця 2. Приріст живої маси бугайців на відгодівлі та витрати кормів на 1 кг приросту ($n=7$; $M \pm m$)

Показники	Групи		
	I – контрольна	II – дослідна	III – дослідна
1	2	3	4
Жива маса на період досліду, кг:			
- початок	262,0 $\pm$ 9,2	261,1 $\pm$ 9,3	259,8 $\pm$ 11,1
- закінчення	421,6 $\pm$ 13,2	408,0 $\pm$ 17,0	395,8 $\pm$ 15,4

Загальний приріст живої маси, кг	159,6±4,8	146,9±8,6	136,0±5,4
Середньодобовий приріст, г	1043±32	960±56	889±35*

Закінчення таблиці 2

1	2	3	4
+ або – до контролю: г	-	-83	-154
%	-	-8,0	-14,8
Витрати обмінної енергії на 1 кг приросту живої маси, МДж	87,2	94,4	101,5
+ або – до контролю: МДж	-	+7,2	+14,3
%	-	+8,3	+16,4

Так, тварини I (контрольної) групи за живою масою після закінчення досліджень переважали аналогів II (дослідної) групи на 13,6 кг, або на 3,3%, а III (дослідної) групи – на 25,8 кг, або на 6,5%. Їх середньодобові прирости живої маси також були більшими порівняно з бугайцями дослідних груп на 83–154 г, або на 8,6–17,3% за вірогідної різниці з III групою ($P>0,95$).

Підвищена інтенсивність росту відгодівельного поголів'я контрольної групи поєднувалася з кращою оплатою корму. Так, бугайці I групи порівняно з II та III групами менше витрачали кормів на 1 кг приросту живої маси: 87,2 МДж обмінної енергії проти 94,4–101,5 МДж, або на 7,2–14,3 МДж (8,3–16,4%) менше.

Виходячи з отриманих результатів досліджень, можна зробити висновок про те, що заміна в складі зерноsumіші 20–40% за масою дерті пшениці на 20–40% дерті тритикале при відгодівлі бугайців у поліській зоні України негативно позначається на їх продуктивних якостях та збільшує витрати кормів на одиницю продукції.

Енергетична поживність окремих кормів, і в цілому раціонів, знаходиться в тісній залежності від перетравності, а саме: чим вища перетравність, тим калорійніший корм. Перетравність поживних речовин, у свою чергу, залежить від багатьох факторів, серед яких, поряд з об'ємом раціону, підготовкою кормів та режимом згодовування їх тваринам протягом доби, важливу роль відіграють якість кормів і збалансованість раціону за деталізованими показниками живлення.

У балансовому досліді було вивчено перетравність поживних речовин в організмі при використанні в складі раціонів бугайців зерноsumішей з різною кількістю тритикале (табл. 3).

Таблиця 3. Перетравність поживних речовин кормів раціону в організмі бугайців, % (n=3; $M \pm m$)

Поживні речовини	Групи		
	I-контрольна	II-дослідна	III-дослідна
Суша речовина	69,9±0,39	68,9±2,46	66,8±1,30
Протеїн	72,6±0,72	71,5±2,90	69,3±0,80
Жир	68,1±4,15	60,8±5,19	57,1±6,20

Клітковина	66,8±0,47	66,5±2,20	63,7±1,52
БЕР	69,4±1,45	68,9±1,84	67,4±2,53

Наведені в таблиці 3 дані свідчать про те, що заміна в складі зерноsumіші частки дерті пшениці (20 та 40 % за масою) на аналогічну кількість дерті тритикале негативно вплинула на перетравність поживних речовин кормів раціону: сухої речовини на 1,0–3,1 %, протеїну – 1,1–3,3 %, жиру – 7,3–11,0%, клітковини – 0,3–3,1% та БЕР – на 0,5–2,0%.

Проведені дослідження показали, що баланс засвоєння нітрогену в бугайців усіх піддослідних груп був позитивним, але найкращим він виявився у молодняку I (контрольної) групи (табл. 4).

Таблиця 4. Середньодобовий баланс нітрогену в організмі піддослідних тварин, г/гол.

Показники	Групи		
	I-контрольна	II-дослідна	III-дослідна
Прийнято з кормами	210,7	208,1	204,2
Виділено з калом	56,5±8,80	55,2±7,10	58,6±1,48
% від прийнятого	26,81	26,53	28,70
Перетравлено	154,2	152,9	145,6
Виділено з сечею	65,2±0,93	90,4±5,48*	91,9±1,98**
% від прийнятого	30,94	43,44	45,00
Всього виділено	121,7±8,90	145,6±16,72	150,5±2,88
Відкладено у тілі	89,0±8,90	62,5±16,72	53,7±2,88
Засвоєно, %: від прийнятого	42,2±4,22	30,0±8,04	26,3±1,41
від перетравленого	57,7±5,77	40,9±10,94	36,9±1,98

З кормами раціонів в організм тварин піддослідних груп щодоби надходила майже однакова кількість нітрогену – 204,2–210,7 г. Тому і відсоток виділеного нітрогену з калом по піддослідних групах молодняку великої рогатої худоби на відгодівлі був майже однаковим (26,53–28,70 %) і лише на 1,89 % виявився більшим у бугайців III групи відносно контролю та на 2,17 % порівняно з II групою. Проте, спостерігається суттєва міжгрупова різниця по проценту виділеного нітрогену з сечею. Найменшим цей показник був у тварин контрольної групи: порівняно з бугайцями II (дослідної) групи менше на 12,50 % ($P > 0,95$) та на 14,06% відносно молодняку III (дослідної) групи, де ця різниця виявилася статистично вірогідною ($P > 0,99$).

Введення різної кількості тритикале в склад зерноsumіші знижувало засвоєння нітрогену у тварин дослідних груп порівняно з контролем (на 12,26 і 16,01 %). Відсоток засвоєння нітрогену від перетравленого також був вищим у бугайців контрольної групи: на 16,89 % відносно II групи та на 20,90% порівняно з III групою.

Таким чином, використання тритикале в складі зерноsumіші при відгодівлі бугайців негативно вплинуло на перетравність основних поживних речовин корму та баланс нітрогену, що зумовило нижчі показники їх продуктивності. Наші результати досліджень узгоджуються з даними А. П. Калашникова із співавторами [2], які пояснюють це властивостями тритикале, успадкованими від жита.

Висновки та перспективи подальших досліджень

Заміна в складі зерноsumіші 20–40% за масою дерті пшениці на 20–40% дерті тритикале при відгодівлі бугайців у поліській зоні України негативно позначається на їх продуктивних якостях (на 8,0–14,8 %) та збільшує витрати кормів на одиницю продукції (на 8,3–16,4 %).

Використання в складі зерноsumішей № 2 і № 3 для годівлі тварин дерті тритикале знижувало перетравність основних поживних речовин корму: сухої речовини на 1,0–3,1 %, протеїну – 1,1–3,3 %, жиру – 7,3–11,0 %, клітковини – 0,3–3,1 % та БЕР – на 0,5–2,0 %. Відкладення нітрогену в тілі бугайців дослідних груп було меншим на 26,5–35,3 г, або на 29,8–39,7 %, ніж їх у контрольних аналогів.

Так як наукові дослідження проводяться в III зоні радіоактивного забруднення внаслідок аварії на ЧАЕС, у перспективі планується визначити якість яловичини на предмет її екологічної безпечності (^{137}Cs , Pb, Cd, Cu, Zn) для споживання населенням, що проживає на даних територіях.

Література

1. Годівля сільськогосподарських тварин / І. І. Ібатуллін, Д. О. Мельничук, Г. О. Богданов [та ін.]. – Вінниця : Нова Книга, 2007. – 616 с.
2. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справ. пособие / А. П. Калашников, Н. І. Клейменов, В. В. Щеглов [и др.]. – М. : Агропромиздат, 1985. – 352 с.
3. Овсянников А. И. Основы опытного дела в животноводстве / А. И. Овсянников. – М. : Колос, 1976. – 304 с.
4. Практикум з годівлі сільськогосподарських тварин / І. І. Ібатуллін, Ю. О. Панасенко, В. К. Кононенко [та ін.]. – К., 2000. – 371 с.
5. Проваторов Г. В. Годівля сільськогосподарських тварин / Г. В. Проваторов, В. О. Проваторова. – Суми : Університетська книга, 2003. – 509 с.
6. Савченко Ю. І. Використання зернобобових на корм при виробництві молока і м'яса в зоні Полісся України : монографія / Ю. І. Савченко, І. М. Савчук, М. Г. Савченко ; за ред. Ю. І. Савченка, І. М. Савчука. – Житомир : Рута, 2014. – 206 с.
7. Теорія і практика нормованої годівлі великої рогатої худоби : монографія / за ред. В. М. Кандиби, І. І. Ібатулліна, В. І. Костенка. – Житомир : Рута, 2012. – 860 с.

УДК: 555.121:636.2

А. С. Романчук
аспірант*

Інститут сільського господарства Карпатського регіону

**СЕРЕДНЬОДОБОВЕ НАДХОДЖЕННЯ Й ВИДІЛЕННЯ
НЕЕСТЕРИФІКОВАНИХ ЖИРНИХ КИСЛОТ ТА ПРОДУКТИВНІ ОЗНАКИ
КОРІВ ЗА НАЯВНОСТІ В ЇХ РАЦІОНІ КАВОВОГО ШЛАМУ**

Досліджено обмінні процеси азотовмісних сполук у рідкому вмістимому рубця, молочну продуктивність і склад молока корів у літній період. Вищий рівень клітковини одержали за рахунок додавання до раціону корів кавового шламу. Коровам у складі комбікорму згодовували кавовий шлам у кількості 8 і 16 %. Встановлено, що середньодобово з кормами в організм корів, яким, разом з молодого злаково-бобовою травою та комбікормом, згодовували кавовий шлам, надходило на 4,2 і 11,2 % більше нейтральодетергентної та 4,5 і 12,2 % кислотодетергентної клітковини. Це призводить до зменшення концентрації азоту аміаку та амінного азоту в їх рідкому вмістимому рубця незалежно від часу по відношенню до початку годівлі. При цьому, кількість білкового азоту в рубцевій рідині дослідних корів збільшувалася на 10-й годині від початку годівлі, а загального – на 7–10-й. При цьому, у корів підвищуються середньодобові надой молока. Одночасно в молоці дослідних корів збільшується вміст білка, жиру та лактози.

Ключові слова: кавовий шлам, кислотодетергентна клітковина, мікробіальний білок, азотовмісні сполуки, аміний азот, білковий азот, загальний азот.

Постановка проблеми

Використання нетрадиційних кормів, зокрема відходів кавового виробництва, в годівлі жуйних тварин, насамперед корів, є актуальним [8]. Кавове виробництво має великі кількості таких відходів, як кавовий шлам. Останній, за вологості 12,5 %, містить у своєму складі 11,2–13,5 % сирого протеїну, біля 5,5 % сирого жиру та, в середньому, 39,7 % клітковини. При цьому, поживна цінність кавового шламу, в середньому, складає 0,38 кормових одиниць.

Разом з тим, ефективність використання протеїну, незамінних амінокислот і жирних кислот в організмі лактуючих корів під час випасання на пасовищі або за згодовування зеленої маси сіяних трав, значною мірою, залежить від вмісту в раціоні кислотодетергентної клітковини [1, 2]. Це зумовлено, насамперед, стабілізуючим впливом кислотодетергентної клітковини на ензимні процеси в рубці та концентрацію водневих іонів у його вмісті за високого рівня в раціоні тварин легкорозщеплюваних протеїну, цукру та крохмалю [3, 4].

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Дефіцит кислотодетергентної клітковини в раціоні корів під час випасання на культурних пасовищах або за згодовування їм зеленої маси сіяних трав призводить до зниження їх продуктивності внаслідок зменшення трансформації протеїну в мікробіальний білок [1]. Цим пояснюється підвищення ефективності використання протеїну великою рогатою худобою в разі додавання до зеленої маси пасовищних і сіяних трав грубих кормів (січки сіна або соломи), які характеризуються високим вмістом кислотодетергентної клітковини [5, 6]. Виходячи із наведеного вище, січку сіна або соломи в раціоні корів можна замінити відходами кавового виробництва, зокрема клітковиниомісним кавовим шламом [7]. Біохімічні механізми впливу наявного в раціоні у літній період кавового шламу на обмінні процеси в організмі та продуктивні ознаки корів є маловивченими.

Мета, завдання та методика досліджень

Мета роботи полягала в дослідженні середньодобового надходження й виділення неестерифікованих жирних кислот та молочної продуктивності й складу молока корів за наявності кавового шламу в раціоні у літній період.

Експериментальні дослідження провели у державному підприємстві дослідне господарство "Радехівське" Радехівського району Львівської області на повновікових коровах української чорно-рябої молочної породи. Було сформовано три групи корів третьої-четвертої лактації (по 4 тварини у кожній), аналогів за походженням, віком, живою масою, продуктивністю та місяцем лактації. Корів контрольної та I і II дослідних груп впродовж травня–липня (90 днів) утримували на пасовищі з молодого злаково-бобовою травою. Крім того, піддослідні корови отримували стандартний розсипний комбікорм марки КРС–60–1 (4,0 кг на голову та 100 г на кожен кілограм молока). Вищий рівень клітковини одержали за рахунок додавання до раціону корів кавового шламу. Причому, коровам I і II дослідних груп згодовували кавовий шлам у кількості відповідно 8 і 16 % від маси комбікорму. Кавовий шлам згодовували коровам у складі комбікорму.

Площу пасовища (розділеного на 10 ділянок) було засіяно однаковою травосумішкою (конюшина біла, райграс пасовищний, вівсяниця та тимофіївка лучна). На площу одноразово весною вносили азотно-фосфорно-калійне добриво у кількості $N_{60}P_{90}K_{90}$. У результаті, був сформований злаково-бобовий травостій. На кожній ділянці, у порядку черги, трава випасалася впродовж трьох днів. Після кожного випасання на ділянку вносилося азотне добриво у кількості N_{60} . Після внесення останнього очікувалося підростання трави (до фази виходу в трубку у злакових трав).

За період проведення дослідів контролювалася молочна продуктивність піддослідних корів і вміст в їх молоці білка, жиру та лактози. У кінці досліджень було проведено балансовий дослід (2 доби підготовчого періоду та 5 доби облікового). На час проведення балансового дослідів пасовищна трава згодовувалася коровам у скошеному вигляді. Під час проведення балансового дослідів для лабораторних досліджень були відібрані зразки кормів та калу. У відібраних зразках кормів визначався вміст нейтральнодетергентної й кислотнодетергентної клітковини та неестерифікованих жирних кислот, а в калових масах – неестерифікованих жирних кислот. Рівень нейтральнодетергентної та кислотнодетергентної форм клітковини в сухій речовині злаково-бобової пасовищної трави визначався за методикою, описаною В. В. Влізла та інших. (2012). Концентрацію неестерифікованих жирних кислот у кормах і калових масах визначали методом газорідинної хроматографії за Й. Ф. Рівісом із співр. (2010). Вміст білка, жиру та лактози у молоці корів визначали на "Екомілк".

Для досліджень метилових естерів жирних кислот використано газорідинний хроматографічний апарат "Chrom-5" (Laboratorní přístroje, Praha), який має нержавіючу сталеву колонку довжиною 3700 мм і внутрішнім діаметром 3 мм. Колонку заповнювали Chromaton-N-AW, зернінням 60–80 меш, силанізованим HMDS (гексаметилдисілізаном), покритим полідіетиленглікольадипінатом (нерухомою рідкою фазою) у кількості 10 %. Розхід газу-носія, хімічно чистого та осушеного азоту (рухома фаза) через колонку при вхідному тиску $1,5 \times 10^5$ Па становив близько 65 мл/хв. Горіння полум'я забезпечували воднем (25 мл/хв) і повітрям (380 мл/хв). Ізотермічний режим роботи набивної колонки з полярною рідкою фазою утримували на рівні 196°C , а випаровувача та детектора – 245°C . Детектор – полум'яно-іонізаційний [115]. Запис результатів аналізу – диференціальний. Ефективність колонки, визначена за Мак-Нейр і Бонеллі, для загальноприйнятого середнього піка на хроматограмі – метилового ефіру пальмітинової кислоти – становила 1945 ± 114 теоретичних тарілок. Ідентифікацію піків на хроматограмі проводили методом розрахунку "вуглецевих чисел" [134], а також використанням хімічно чистих, стандартних, гексанових розчинів метилових естерів жирних кислот.

Розрахунок вмісту окремих жирних кислот загальних ліпідів за результатами газохроматографічного аналізу проводили за формулою, яка включає в себе поправкові коефіцієнти для кожної досліджуваної жирної кислоти. Поправкові коефіцієнти знаходили як відношення площ піків (зокрема висоти піків) гептадеканової (внутрішній стандарт і внутрішня норма) і досліджуваної кислоти за концентрації 1:1 та ізотермічного режиму роботи газорідинного хроматографічного апарату.

Отриманий цифровий матеріал опрацьований методом варіаційної статистики з використанням критерію Стюдента. Розраховувалися середні

арифметичні величини (М) та похибки середніх арифметичних величин ($\pm m$). Зміни вважалися вірогідними за $P < 0,05$. Для розрахунків використана комп'ютерна програма Origin 6.0, Excel (Microsoft, USA).

Результати досліджень

Встановлено, що середньодобово з кормами в організм корів І дослідної групи, яким, поряд з молодю злаково-бобовою травою та комбікормом, згодовують кавовий шлам, порівняно з коровами контрольної групи, які отримують тільки молоду злаково-бобову траву та комбікорм, надходило відповідно на 4,2 і 11,2 % більше нейтральнодетергентної клітковини (табл. 1). За наведених вище умов в організм корів ІІ дослідної групи, порівняно з коровами контрольної групи, з кормами надходить відповідно на 4,5 і 12,2 % більше кислотдетергентної клітковини.

Таблиця 1. Надходження нейтральнодетергентної та кислотдетергентної клітковини з кормами в організм корів, кг/голову/добу

Форми клітковини	Групи тварин		
	контрольна (ОР)	І дослідна (ОР+ кавовий шлам у кількості 8 % від маси комбікорму)	ІІ дослідна (ОР+ кавовий шлам у кількості 16 % від маси комбікорму)
Нейтральнодетергентна клітковина	5,68 $\pm$ 0,165	5,92 $\pm$ 0,198	6,34 $\pm$ 0,207
Кислотдетергентна клітковина	3,36 $\pm$ 0,120	3,51 $\pm$ 0,140	4,10 $\pm$ 0,151

Примітка: у цій та наступних таблицях * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$; *** – $P < 0,001$ різниця статистично вірогідна порівняно з контрольною групою.

Встановлено також, що середньодобово з кормами в організм корів І і ІІ дослідних груп, які у складі раціону додатково споживали кавовий шлам у кількостях, відповідно, 8 і 16% від маси комбікорму, порівняно з коровами контрольної групи, які отримували раціон без добавок, також надходило дещо більше неестерифікованих жирних кислот (табл. 2).

Таблиця 2. Надходження неестерифікованих форм жирних кислот з кормами в організм корів, грам/голову/добу

Жирні кислоти та їх код	Групи тварин		
	контрольна (ОР)	I дослідна (ОР+кавовий шлам у кількості 8% від маси комбікорму)	II дослідна (ОР+кавовий шлам у кількості 16% від маси комбікорму)
Капринова, 10:0	0,01±0,003	0,02±0,003	0,02±0,003
Лауринова, 12:0	0,02±0,003	0,03±0,003	0,03±0,003
Міристинова, 14:0	0,68±0,015	0,72±0,021	0,75±0,023*
Пантадеканова, 15:0	0,33±0,011	0,35±0,012	0,37±0,012
Пальмітинова, 16:0	2,27±0,063	2,44±0,072	2,53±0,068*
Пальмітоолеїнова, 16:1	0,61±0,017	0,64±0,018	0,66±0,019
Стеаринова, 18:0	0,68±0,017	0,70±0,017	0,72±0,016
Олеїнова, 18:1	2,35±0,069	2,52±0,078	2,60±0,077
Лінолева, 18:2	5,68±0,154	5,99±0,162	6,24±0,188
Ліноленова, 18:3	9,11±0,237	9,55±0,198	9,76±0,199
Загальне надходження жирних кислот	21,74	22,96	23,68
у т. ч. насичені	3,99	4,26	4,42
мононенасичені	2,96	3,16	3,26
поліненасичені	14,79	15,54	16,00
n-3/n-6	1,60	1,59	1,56

З наведеної вище таблиці видно, що це викликано деяким зростанням надходження в їхній організм неестерифікованих насичених, мононенасичених і поліненасичених жирних кислот. Причому, деяке зростання надходження в їхній організм неестерифікованих насичених жирних кислот зумовлене жирними кислотами з парною (за згодовування кавового шлану в кількості відповідно 8 і 16% від маси комбікорму відповідно 3,91 і 4,05 проти 3,66 грам/голову/добу) та непарною (0,35 і 0,37 проти 0,33) кількістю вуглецевих атомів у ланцюгу, мононенасиченими жирними кислотами родин n-7 (0,64 і 0,66 проти 0,61) і n-9 (2,52 і 2,60 проти 2,35) та поліненасиченими жирними кислотами родин n-3 (9,55 і 9,76 проти 9,11) і n-6 (за згодовування кавового шлану в кількості 8 і 16% від маси комбікорму відповідно 5,99 і 6,24 проти 5,68 грам/голову/добу). При цьому,

у раціоні корів I і II дослідних груп співвідношення вмісту неестерифікованих поліненасичених жирних кислот родин n-3 до неестерифікованих поліненасичених жирних кислот родин n-6 було дещо меншим, ніж у корів контрольної групи.

Зростання надходження неестерифікованих жирних кислот в організм корів за додаткового згодовування їм кавового шламу, очевидно, зумовлено дещо більшим поїданням кормів.

Спожиті коровами з кормами жирні кислоти загальних ліпідів представлені, в основному, естерифікованими жирними кислотами (у складі фосфоліпідів, естерифікованого фітостеролу, моно-, ди- та триацилгліцеролів), які у травному каналі, перш ніж всмокталися у кров і лімфу, повинні розщепитися до неестерифікованих форм жирних кислот. Неестерифіковані форми жирних кислот, які надходять в організм тварин з кормом, після емульгування їх жовчаними кислотами готові до всмоктування у кров і лімфу.

Зафіксовано також, що середньодобово з каловими масами у корів I і II дослідних груп, які у складі раціону додатково споживали кавовий шлам у кількостях відповідно 8 і 16% від маси комбікорму, порівняно з коровами контрольної групи, які отримували раціон без добавок, також зменшувалося виділення найбільш метаболічно активних форм жирних кислот — неестерифікованих. (табл. 3). З наведеної вище таблиці видно, що це викликано зменшенням виділення з їхнього організму неестерифікованих насичених, моновенасичених і поліненасичених жирних кислот. Причому, зменшення виділення з їхнього організму неестерифікованих насичених жирних кислот зумовлене жирними кислотами з парною (за згодовування кавового шламу в кількості відповідно 8 і 16% від маси комбікорму відповідно 19911,5 і 19224,1 проти 21779,7 $\text{грам} \cdot 10^{-3}$ /голову/добу) та непарною (45,9 і 45,4 проти 50,6) кількістю вуглецевих атомів у ланцюгу, моновенасиченими жирними кислотами родин n-7 (78,6 і 77,7 проти 86,7) і n-9 (508,4 і 494,0 проти 571,4) та поліненасиченими жирними кислотами родин n-3 (245,0 і 240,7 проти 267,7) і n-6 (за згодовування кавового шламу в кількості 8 і 16% від маси комбікорму відповідно 452,2 і 437,9 проти 499,9 $\text{грам} \cdot 10^{-3}$ /голову/добу). При цьому, у калових масах корів I і II дослідних груп, порівняно з тваринами контрольної групи, не змінюється співвідношення вмісту неестерифікованих поліненасичених жирних кислот родин n-3 до неестерифікованих поліненасичених жирних кислот родин n-6.

Таблиця 3. Виділення неестерифікованих жирних кислот з каловими масами у корів, $\text{грам} \cdot 10^{-3}/\text{голову/добу}$ ($M \pm m$, $n=4$)

Жирні кислоти та їх код	Групи тварин		
	контрольна (ОР)	I дослідна (ОР+кавовий шлам у кількості 8% від маси комбікорму)	II дослідна (ОР+кавовий шлам у кількості 16% від маси комбікорму)
Капринова, 10:0	12,2 $\pm$ 0,44	10,4 $\pm$ 0,26*	10,0 $\pm$ 0,23**
Лауринова, 12:0	28,6 $\pm$ 0,73	25,1 $\pm$ 0,51**	24,3 $\pm$ 0,47**
Міристинова, 14:0	93,2 $\pm$ 1,52	91,2 $\pm$ 1,47	90,1 $\pm$ 1,45
Пантадеканова, 15:0	50,6 $\pm$ 1,25	45,9 $\pm$ 0,52*	45,4 $\pm$ 0,59**
Пальмітинова, 16:0	1919,3 $\pm$ 47,32	1786,7 $\pm$ 11,41*	1743,6 $\pm$ 13,00*
Пальмітоолеїнова, 16:1	86,7 $\pm$ 1,92	78,6 $\pm$ 0,74**	77,7 $\pm$ 0,79**
Стеаринова, 18:0	19710,1 $\pm$ 314,14	17984,1 $\pm$ 344,58*	17342,5 $\pm$ 262,43**
Олеїнова, 18:1	563,3 $\pm$ 14,41	501,3 $\pm$ 5,90**	487,2 $\pm$ 7,01**
Лінолева, 18:2	443,2 $\pm$ 10,27	403,2 $\pm$ 6,26*	390,5 $\pm$ 6,41**
Ліноленова, 18:3	200,0 $\pm$ 6,59	185,3 $\pm$ 0,92	182,7 $\pm$ 1,07*
Арахідова, 20:0	16,3 $\pm$ 0,51	14,0 $\pm$ 0,31**	13,6 $\pm$ 0,26**
Ейкозаснова, 20:1	8,1 $\pm$ 0,19	7,1 $\pm$ 0,15**	6,8 $\pm$ 0,14**
Ейкозациєнова, 20:2	8,4 $\pm$ 0,27	7,1 $\pm$ 0,19**	7,0 $\pm$ 0,27*
Ейкозатриєнова, 20:3	9,1 $\pm$ 0,29	7,9 $\pm$ 0,22*	7,5 $\pm$ 0,22**
Арахідонова, 20:4	15,6 $\pm$ 0,44	13,8 $\pm$ 0,15**	13,4 $\pm$ 0,17**
Ейкозапентаєнова, 20:5	18,4 $\pm$ 0,58	16,1 $\pm$ 0,29*	15,3 $\pm$ 0,29**
Докозациєнова, 22:2	11,1 $\pm$ 0,32	9,7 $\pm$ 0,19**	9,4 $\pm$ 0,22**
Докозатриєнова, 22:3	9,1 $\pm$ 0,29	7,7 $\pm$ 0,27*	7,6 $\pm$ 0,19**
Докозатетраєнова, 22:4	12,5 $\pm$ 0,53	10,5 $\pm$ 0,22*	10,1 $\pm$ 0,21**
Докозапентаєнова, 22:5	18,6 $\pm$ 0,60	16,5 $\pm$ 0,25*	16,1 $\pm$ 0,24**
Докозагексаєнова, 22:6	21,6 $\pm$ 0,47	19,4 $\pm$ 0,32**	19,0 $\pm$ 0,34**
Загальне виділення жирних кислот	23256,0	21241,6	20519,8
у т. ч. насичені	21830,3	19957,4	19269,5
мононенасичені	658,1	587,0	571,7
поліненасичені	767,6	697,2	678,6
n-3/n-6	0,54	0,54	0,55

Наведена вище різниця у середньодобовому виділенні неестерифікованих насичених, мононенасичених і поліненасичених жирних кислот з каловими масами у корів I та II дослідних груп, порівняно з коровами контрольної групи, видно, пов'язана з обмінними процесами цих кислот у травному каналі (синтезом, гідрогенізацією та всмоктуванням).

Згодовуваний кавовий шлам у кількості 16% від маси комбікорму проявляє найбільш виражений вплив на середньодобове виділення коровами з каловими масами неестерифікованих жирних кислот. Тим самим, видно, він впливає на продуктивні ознаки корів.

У результаті згодовування молоді трави, комбікорму та кавового шламу в корів I та II дослідної груп, порівняно з коровами контрольної групи, які отримують тільки молоді траву та комбікорм, вірогідно підвищуються середньодобові надії молока (табл. 4). Одночасно в молоці корів дослідних груп, порівняно з коровами контрольної групи, вірогідно збільшується вміст білка, жиру та лактози. Найбільш виражений вплив на рівень молочної продуктивності та вміст у молоці білка, жиру та лактози справляє додаткове згодовування коровам, поряд з молодію злаково-бобовою травою та комбікормом, кавового шламу в кількості 16 % від маси комбікорму.

Таблиця 4. Молочна продуктивність та склад молока піддослідних корів (M±m, n=4)

Досліджувані показники та одиниці виміру	Групи тварин		
	контрольна (OP)	I дослідна (OP+ кавовий шлам у кількості 8% від маси комбікорму)	II дослідна (OP+ кавовий шлам у кількості 16% від маси комбікорму)
Середньодобовий надій молока на 1 корову, кг	25,9±0,41	27,8±0,39*	28,2±0,41**
Вміст жиру в молоці, %	3,49±0,039	3,63±0,011*	3,66±0,012**
Вміст білка в молоці, %	3,21±0,031	3,33±0,018*	3,38±0,015*
Вміст лактози в молоці, %	4,55±0,058	4,77±0,030*	4,83±0,026**

Висновки та перспективи подальших досліджень

1. Середньодобово з кормами в організм корів, яким разом з молодію злаково-бобовою травою та комбікормом згодовують кавовий шлам у кількості 8 і 16 % від маси комбікорму, надходить на 4,2 і 11,2 та 4,5 і 12,2 % більше відповідно нейтральнодетергентної та кислотнодетергентної клітковини.

2. Згодовування коровам, разом з молодію злаково-бобовою травою та комбікормом, кавового шламу в кількості 8 і 16 % від маси комбікорму приводить до зменшення середньодобового виділення з каловими масами неестерифікованих жирних кислот.

3. Середньодобове виділення з каловими масами неестерифікованих жирних кислот у корів, яким, разом з молодого злаково-бобовою травою та комбікормом, згодовують кавовий шлам у кількості 8 і 16 % від маси комбікорму, спостерігається з боку насичених жирних кислот з парною й непарною кількістю вуглецевих атомів у ланцюгу, мононенасичених жирних кислот родин n-7 й n-9 та, особливо, поліненасичених жирних кислот родин n-3 і n-6.

4. У результаті згодовування молодого трави, комбікорму та кавового шламу в кількості 8 і 16 % від маси комбікорму в корів підвищуються середньодобові надой молока. Одночасно, в молоці згадуваних корів збільшується вміст білка, жиру та лактози.

5. Найбільш виражений вплив на обмінні процеси неестерифікованих жирних кислот у рубці, рівень молочної продуктивності та вміст у молоці білка, жиру та лактози справляє додаткове згодовування коровам, разом з молодого злаково-бобовою травою та комбікормом, кавового шламу в кількості 16 % від маси комбікорму.

У подальшому необхідно встановити вплив згодовуваного коровам у літній період кавового шламу на направленість бродильних процесів у рубці та вміст у ньому коротколанцюгових і довголанцюгових жирних кислот, які несуть відповідальність за синтез молочного білка, жиру та цукру.

Література

1. Stolyarchuk P. Z. Rational feeding of dairy cows in summer pasture-animal regime period / P. Z. Stolyarchuk, R. A. Petryshak, O. S. Naumyuk // Farmer. – 2000. – № 7/8. – P. 20–21.
2. Korinets Yu. Ya. Effect of reduction of easily digested protein in the diet of cows on digestion and absorption of nutrients feed / Yu. Ya. Korinets, V. A. Charkin, P. R. Khirivskyy // Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Biochemistry and Physiology of Animals. – 1997. – Vol. 19, № 1. – P. 78–81.
3. Vudmaska I. V. Comparative characteristics of the fatty acid composition of lipids of cows rumen contents incubated with starch or sugar / I. V. Vudmaska, O. V. Holubets // NTB of the Institute of Animal Biology and State Scientific Research Control Institute of Veterinary Medical Products and Fodder Additives. – 2007. – Vol. 8, № 1/2. – P. 24–26.
4. Combined rations of cows during the summer period / V. I. Hnoyevyy, O. K. Trishyn, I. V. Hnoyevyy, H. N. Popova // Feed and Fodder. – 2005. – № 55. – P. 152–160.
5. Chaplin R. Experiments in straw handling / R. Chaplin // J. Agric. Sci. – 2007. – Vol. 178. – P. 11–30.
6. Fondevila M. Influence of Fibrobacter succinogenes on the digestion of cellulose from forages / M. Fondevila, B. Dehority // J. Anim. Sci. – 2007. – Vol. 74 (3). – P. 678–684.

7. Ibatullin I. I. Feeding farm animals / I. I. Ibatullin, D. O. Melnychuk, H. O. Bohdanov. – Vinnitsa : New Book, 2007. – 616 p.

8. Feeding high-yielding cows / V. I. Hnoyevyy, V. O. Holovko, O. K. Trishyn, I. V. Hnoyevyy. – Kharkiv, 2009. – 367 p.

9. Уден П. К. Детектирование в количественной газовой хроматографии / П. К. Уден // Количественный анализ хроматографическими методами. – М. : Мир, 1990. – С. 84–128.

10. Ackman R. G. The gas chromatograph in practical analyses of common and uncommon fatty acids for the 21st century / R. G. Ackman // Analytica Chimica Acta. – 2002. – Vol. 465. – P. 175–192.

11. Рівіс Й. Ф. Газохроматографічне визначення рівня окремих летких жирних кислот в біологічному матеріалі / Й. Ф. Рівіс, І. В. Скорохід, Я. М. Процик // Наук.-техн. бюлл. ін-ту біології тварин. – 2004. – Вип. 5, № 3. – С. 61–65.

12. Рівіс Й. Ф. Азотовий обмін у рубці бугайців при згодовуванні різних форм клітковини корму / Й. Ф. Рівіс, А. В. Шелевач // Біологія тварин. – 2006. – Т. 8, № 1/2. – С. 191–195.

13. Рівіс Й. Ф. Кількісні хроматографічні методи визначення окремих ліпідів і жирних кислот у біологічному матеріалі / Й. Ф. Рівіс, Р. С. Федорук. – Львів : Сполом, 2010. – 109 с.

14. Рівіс Й. Ф. Кількісні хроматографічні методи визначення окремих ліпідів і жирних кислот у біологічному матеріалі : метод. посібник / Й. Ф. Рівіс, Федорук Р. С. – Львів : Сполом, 2010. – 109 с.

УДК 632.51:93

Ю. А. Цьова

Полтавська державна аграрна академія

ОЦІНКА ВПЛИВУ СПОСОБІВ МЕХАНІЧНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ЗА ПОКАЗНИКАМИ СТРУКТУРИ УРОЖАЙНОСТІ КУКУРУДЗИ

У роботі досліджено характер впливу способів механічного обробітку за показниками структури урожайності кукурудзи. Встановлено, що густина стояння кукурудзи наприкінці вегетації залежить від способу механічного обробітку ґрунту. Найменша густина стояння характерна для нульового обробітку, а найбільша – для мінімального обробітку. Між глибиною механічного обробітку та густиною стояння кукурудзи встановлений нелінійний зв'язок. Найбільша густина спостерігається при мінімальному обробітку ґрунту, а збільшення, або зменшення глибини обробітку, приводить до зменшення цього показника. Маса початків на одиницю поверхні ґрунту визначається способом обробітку ґрунту. Найбільша маса початків спостерігається при чизелюванні ґрунту на глибину 40 см. Найменший рівень цього показника встановлено для оранки на глибину 25–27 см. Нульовий та мінімальний обробітки

7. Ibatullin I. I. Feeding farm animals / I. I. Ibatullin, D. O. Melnychuk, H. O. Bohdanov. – Vinnitsa : New Book, 2007. – 616 p.
8. Feeding high-yielding cows / V. I. Hnoyevyy, V. O. Holovko, O. K. Trishyn, I. V. Hnoyevyy. – Kharkiv, 2009. – 367 p.
9. Уден П. К. Детектирование в количественной газовой хроматографии / П. К. Уден // Количественный анализ хроматографическими методами. – М. : Мир, 1990. – С. 84–128.
10. Ackman R. G. The gas chromatograph in practical analyses of common and uncommon fatty acids for the 21st century / R. G. Ackman // Analytica Chimica Acta. – 2002. – Vol. 465. – P. 175–192.
11. Рівіс Й. Ф. Газохроматографічне визначення рівня окремих летких жирних кислот в біологічному матеріалі / Й. Ф. Рівіс, І. В. Скорохід, Я. М. Процик // Наук.-техн. бюлл. ін-ту біології тварин. – 2004. – Вип. 5, № 3. – С. 61–65.
12. Рівіс Й. Ф. Азотовий обмін у рубці бугайців при згодовуванні різних форм клітковини корму / Й. Ф. Рівіс, А. В. Шелевач // Біологія тварин. – 2006. – Т. 8, № 1/2. – С. 191–195.
13. Рівіс Й. Ф. Кількісні хроматографічні методи визначення окремих ліпідів і жирних кислот у біологічному матеріалі / Й. Ф. Рівіс, Р. С. Федорук. – Львів : Сполом, 2010. – 109 с.
14. Рівіс Й. Ф. Кількісні хроматографічні методи визначення окремих ліпідів і жирних кислот у біологічному матеріалі : метод. посібник / Й. Ф. Рівіс, Федорук Р. С. – Львів : Сполом, 2010. – 109 с.

УДК 632.51:93

Ю. А. Цьова

Полтавська державна аграрна академія

ОЦІНКА ВПЛИВУ СПОСОБІВ МЕХАНІЧНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ЗА ПОКАЗНИКАМИ СТРУКТУРИ УРОЖАЙНОСТІ КУКУРУДЗИ

У роботі досліджено характер впливу способів механічного обробітку за показниками структури урожайності кукурудзи. Встановлено, що густина стояння кукурудзи наприкінці вегетації залежить від способу механічного обробітку ґрунту. Найменша густина стояння характерна для нульового обробітку, а найбільша – для мінімального обробітку. Між глибиною механічного обробітку та густиною стояння кукурудзи встановлений нелінійний зв'язок. Найбільша густина спостерігається при мінімальному обробітку ґрунту, а збільшення, або зменшення глибини обробітку, приводить до зменшення цього показника. Маса початків на одиницю поверхні ґрунту визначається способом обробітку ґрунту. Найбільша маса початків спостерігається при чизелюванні ґрунту на глибину 40 см. Найменший рівень цього показника встановлено для оранки на глибину 25–27 см. Нульовий та мінімальний обробітки

приводять до перехідних показників маси початків на одиницю площі. Мінливість густоти стояння, яка відбувається у процесі вегетації, суттєво не впливає на масу початків кукурудзи. Механізм впливу способів обробітку ґрунту на урожай відбувається через коригування маси початків на одиницю площі. Найбільшому врожаю кукурудзи сприяє чизельний обробіток ґрунту на глибину 40 см. Деяко менший врожай можна отримати при ґрунтозахисному обробітку або при нульовому обробітку. Найменший врожай кукурудзи можна отримати при оранці на глибину 25–27 см.

Ключові слова: механічний обробіток, кукурудза, структура урожайності, густина стояння, урожай.

Постановка проблеми

Агроекологія є складовою частиною екології, а сам термін агроекологія був одночасно запропонований німецьким зоологом Фрідериксом [11] і американським фізіологом рослин Хансоном [12] для позначення застосування екології як науки в сільському господарстві [10]. Сільськогосподарське виробництво перебуває в тісній залежності від природних умов і екологічної обстановки [2]. У свою чергу, аграрні комплекси впливають на стан навколишнього середовища, умови життя тварин, рослин, мікроорганізмів у їхньому безпосереднім оточенні, а також на значному видаленні підійти до розкриття складних взаємодій живих організмів, умов середовища та діяльності людини у функціонуванні агровиробництва [1, 5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Зміна системи обробітку ґрунту потребує зваженого обґрунтованого рішення, урахування строкатості ґрунтового покриву, багатогранності кліматичних умов, національних особливостей сільськогосподарського виробництва, сучасних технологій [5, 9] та повинна забезпечувати вирішення низки проблемних питань: продукційна проблема; фітоценотична проблема; екологічна проблема; соціальна проблема [3, 4]. У контексті проблеми ресурсозбереження вперше для Лівобережного Лісостепу України науково обґрунтовано доцільність застосування диференційованої системи обробітку ґрунту в сівозміні [7], до складу якої, залежно від структури посівних площ, рекомендовано впроваджувати періодичне застосування оранки на фоні переважного використання глибокого та середнього чизельного обробітку, а також мілкового та поверхневого обробітків дисковими і комбінованими знаряддями [8]. Але диференційована система обробітку ґрунту та система нульового обробітку потребують свого наукового висвітлення у агроекологічному контексті.

Тому дослідження агроекологічного значення способів механічного обробітку ґрунту як екологічного чинника у сукупності складних взаємодій агроекосистеми є актуальною науковою та практичною проблемою.

Мета, завдання та методика досліджень

Мета дослідження полягає у оцінці впливу способів механічного обробітку за показниками структури урожайності кукурудзи.

Полеві дослідження проводились у тривалому досліді, закладеному в 2010–2015 рр. у приватному сільськогосподарському підприємстві «Нива» Шишацького району, Полтавської області. Лабораторно-аналітичні дослідження виконані на базі Полтавського центру «Облдержродючість», с. Степне. Дослідження проводились у ланці сівозміни: кукурудза на зерно – ячмінь ярий – горох. Дослід включає наступні варіанти технологій (їх елементи): 1. Традиційна, яка базується на різноглибинній оранці на 27–30 см; 2. Глибокий обробіток без перевертання скиби чизельними глибокорозпушувачами на 40 см; 3. Грунтозахисна з мінімальним обробітком на глибину 4–5 см; 4. Технологія прямого висіву без обробітку ґрунту (нульовий обробіток або No-till).

Гібрид кукурудзи Піонер ПР38Р92 (Pioneer PR38R92) – середньостиглий простий гібрид з високим потенціалом врожайності. Сума ефективних температур до цвітіння складає $6200\text{ }^{\circ}\text{C}$, до досягнення зерном чорної точки $12100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Має високі рослини, міцний початок з середнім прикріпленням до стебла. Перевагами цього гібриду є сталий рівень врожайності за вирощування у різних ґрунтово-кліматичних зонах. Зерно швидко віддає вологу під час досягання. Гібрид стійкий до вилягання. Відрізняється від інших гібридів високою посухостійкістю. Має високий поріг толерантності до пильної головні і південного гельмінтоспоріозу, фузаріозу початків. Зерно має високий вміст білку та крохмалю. Час цвітіння волоті – середнє. Головна вісь волоті вище верхньої бічної гілки, утворює відносно неї середній кут. Початок довгий, слабokonічної форми, ніжка довга, стрижень має колір. Зерно зубоподібної форми, верхня частина – жовта. Середня врожайність 66,7 ц/га, що вище стандарту більше ніж на 4 ц/га. Рекомендована норма посіву – 75–80 тис. насінин на гектар. Гібрид Піонер ПР38Р92 добре реагує на високий агрофон.

Результати досліджень

Параметри структури урожайності кукурудзи наведено у таблиці 1.

Аналіз даних, наведених у таблиці, свідчить про те, що густина стояння цієї культури наприкінці вегетації варіювала у межах 75,60–79,60 тис. шт./га. Кількість початків варіювала у межах 7,56–7,96 шт./м². Маса початків становила 1165,60–1276,00 г/м², а маса 10 початків – 1624,00–1814,00 г. Маса зерна у 10 початках знаходилася на рівні 1376,00–1508,00 г, а вихід зерна – 83,08–84,78 %. Була одержана урожайність 9,88–10,61 т/га з вологістю зерна 20,70–21,64 %.

Таблиця 1. Структура урожайності кукурудзи

Спосіб основного обробітку	Оранка, 25–27 см	Чизелювання, 40 см	Ґрунто- захисна, мілка, 4–6 см	No- till
Густота стояння наприкінці вегетації, тис.шт/га	79,20	77,60	79,60	75,60
Кількість початків на 1 м ² , шт	7,92	7,76	7,96	7,56
Маса початків з 1 м ² , г	1165,6 0	1276,00	1230,40	1189, 20
Маса 10 початків, г	1624,0 0	1814,00	1720,20	1698, 00
Маса зерна з 10 початків, г	1376,0 0	1508,00	1428,00	1412, 00
Вихід зерна, %	84,78	83,15	83,08	83,10
Маса 1000 зерен, г	294,60	309,30	296,78	283,1 4
Вологість, %	20,70	21,64	21,10	20,98
Урожайність, т/га	9,88	10,61	10,22	9,88

Густота стояння кукурудзи визначається при сівбі і є важливим чинником, який визначає стан рослин у посіві та у кінцевому результаті – врожай. Густота стояння кукурудзи наприкінці вегетації залежить від способу механічного обробітку ґрунту ($R^2 = 0,48$; $F = 4,87$; $p = 0,01$). Найменша густота стояння встановлена для нульового обробітку, а найбільша – для мінімального обробітку. Між глибиною механічного обробітку та густотою стояння кукурудзи існує нелінійний зв'язок. Найбільша густота спостерігається при мінімальному обробітку ґрунту, а збільшення, або зменшення глибини обробітку приводить до зменшення цього показника.

Густота стояння кукурудзи визначає кількість початків кукурудзи на одиницю площі (табл. 2). Між цими показниками існує сильний позитивний кореляційний зв'язок ($r = 0,84$, $p = 0,00$). На кількість початків на одиницю площі поверхні впливає також спосіб механічного обробітку ґрунту. Найбільша кількість початків на одиницю площі характерна для нульового обробітку. Цей показник для інших способів обробітку майже не відрізняється.

Маса початків на одиницю поверхні ґрунту визначається способом обробітку ґрунту. Найбільша маса початків спостерігається при чизелюванні ґрунту на глибину 40 см. Найменший рівень цього показника встановлено для оранки на глибину 25–27 см. Нульовий та мінімальний обробітки приводять до перехідних показників маси початків на одиницю площі. Слід відзначити, що маса початків кукурудзи на одиницю площі не демонструє статистично вірогідної кореляції ні з

густотою стояння, ні з кількістю початків на одиницю площі. За літературними даними, маса рослин у міру збільшення густоти посіву закономірно зменшується [3]. Таким чином, мінливість густоти стояння, яка відбувається у процесі вегетації, не впливає суттєво на масу початків кукурудзи.

Таблиця 2. Оцінка впливу способу механічного обробітку на кількість початків кукурудзи на одиницю площі та на масу початків (загальна лінійна модель)

Показник	SS	Ступені свободи	MS	F-відношення	p-рівень
Кількість початків на 1 м ² , шт ($R^2 = 0,82$)					
Константа	0,10	1	0,10	3,35	0,09
Густота стояння	1,53	1	1,53	51,39	0,00
Спосіб обробітку	0,28	3	0,09	3,19	0,05
Помилка	0,45	15	0,03	–	–
Маса початків на 1 м ² ($R^2 = 0,71$)					
Константа	32052,87	1	32052,87	6,26	0,03
Густота стояння	15828,72	1	15828,72	3,09	0,31
Кількість початків	39838,81	1	39838,81	7,78	0,22
Спосіб обробітку	162660,96	3	54220,32	10,59	0,00
Помилка	71668,68	14	5119,19	–	–

Умовні позначки: SS – сума квадратів; MS – середня сума квадратів.

Маса початків у перерахунку на 10 штук залежить від кількості початків на одиницю площі та від способу обробітку ґрунту (табл. 3). Слід відзначити, що попарне порівняння кількості початків на одиницю площі та їх маси не дає статистично вірогідної кореляції ($r = -0,22$, $p = 0,35$). Але у рамках обраної моделі регресійний коефіцієнт впливу кількості на масу є вірогідним ($p = 0,04$). Таким чином, урахування характеру впливу способу механічного обробітку дозволяє встановити характер залежності маси 10 початків від їх кількості на одиницю площі. Механізмом цього зв'язку є конкуренція між особинами кукурудзи, внаслідок якої за збільшенням саме кількості початків, а не густоти стояння, зменшується їх відносна вага.

Маса 10 початків найбільша при чизелюванні на глибину 40 см та при ґрунтозахисному обробітку, а найменша – при оранці на глибину 25–27 см.

Маса початків та маса зерна в них сильно між собою корелюють ($r = 0,84$, $p = 0,00$), що пояснює подібність поведінки цих показників. Слід відзначити, що специфічною особливістю маси зерна з 10 початків є те, що на цей показник

здійснює статистично вірогідний вплив густота стояння кукурудзи. Також для цього показника більш чітким є максимум при чизелюванні.

Трохи менша маса зерна у 10 початках встановлена за умов ґрунтозахисного обробітку ґрунту. Цей показник зменшується при нульовому обробітку та набуває найменших значень при оранці 25–27 см. Загалом, між глибиною механічного обробітку ґрунту та масою зерна в 10 початках існує сильний статистично вірогідний позитивний зв'язок ($r = 0,48$, $p = 0,03$).

Таблиця 3. Оцінка впливу способу механічного обробітку на масу початків кукурудзи та масу зерна в них (загальна лінійна модель)

Показник	SS	Ступені волі	MS	F-відношення	p-рівень
Маса 10 початків, г ($R^2 = 0,82$)					
Константа	47862,9	1	47862,9	2,06	0,17
Густота стояння	44478,7	1	44478,7	1,91	0,19
Кількість початків	119523,7	1	119523,7	5,14	0,04
Спосіб обробітку	236481,2	3	78827,1	3,39	0,05
Помилка	325509,1	14	23250,7	–	–
Маса зерна з 10 початків, г ($R^2 = 0,78$)					
Константа	13775,2	1	13775,2	2,23	0,16
Густота стояння	32764,8	1	32764,8	5,30	0,04
Кількість початків	60094,8	1	60094,8	9,72	0,01
Спосіб обробітку	132517,9	3	44172,6	7,15	0,00
Помилка	86545,4	14	6181,8	–	–

Умовні позначки: SS – сума квадратів; MS – середня сума квадратів.

Одержані результати свідчать про те, що на вихід зерна найбільш впливовим серед розглянутих факторів є спосіб механічного обробітку ґрунту (табл. 4, рис. 1). Найбільший цей показник для оранки на глибину 25–27 см. Відмінності між іншими способами механічного обробітку за цим показником не суттєві.

Таблиця 4. Оцінка впливу способу механічного обробітку на вихід зерна (%) та масу 1000 зерен (загальна лінійна модель)

Показник	SS	Ступені свободи	MS	F-відношення	p-рівень
Вихід зерна, % ($R^2 = 0,76$)					
Константа	36,28	1	36,28	59,94	0,00
Густота стояння	0,21	1	0,21	0,34	0,57
Кількість початків	0,15	1	0,15	0,25	0,63
Маса початків з 1 м ² , г	0,01	1	0,01	0,02	0,89
Маса 10 початків, г	0,23	1	0,23	0,38	0,55
Маса зерна з 10 початків, г	0,01	1	0,01	0,01	0,93
Спосіб обробітку	6,65	3	2,22	3,66	0,05
Помилка	6,66	11	0,61	–	–
Маса 1000 зерен, г ($R^2 = 0,76$)					
Константа	275,42	1	275,42	1,36	0,27
Густота стояння	589,78	1	589,78	2,90	0,12
Кількість початків	514,59	1	514,59	2,53	0,14
Маса початків з 1 м ² , г	46,59	1	46,59	0,23	0,64
Маса 10 початків, г	181,55	1	181,55	0,89	0,36
Маса зерна з 10 початків, г	974,52	1	974,52	4,80	0,05
Спосіб обробітку	613,20	3	204,40	1,01	0,43
Помилка	2234,02	11	203,09	–	–

Умовні позначки: SS – сума квадратів; MS – середня сума квадратів.

Маса 1000 зерен у нашому експерименті характеризується взаємним зв'язком з масою зерен у перерахунку на початок ($r = 0,73$, $p = 0,00$).

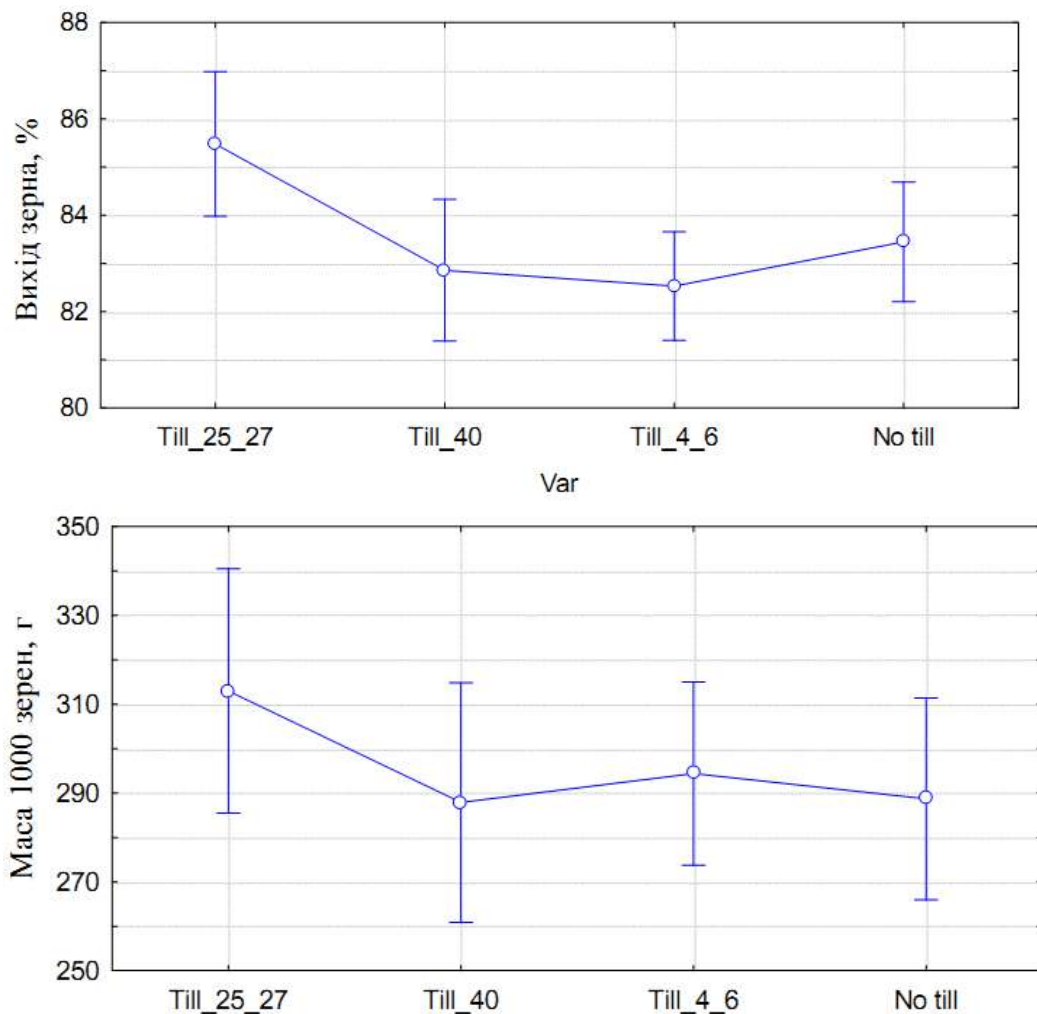


Рис. 1. Залежність виходу зерна та маси 1000 зерен від способів механічного обробітку (GLM-підхід)

Умовні позначки: Till_25_27 – оранка на глибину 25–27 см; Till_40 – чизелювання на глибину 40 см; Till_4_6 – ґрунтозахисна мілка оранка на 4–6 см; No till – нульовий обробіток.

Таким чином, маса 1000 зерен є досить консервативним показником та, за умов варіювання експериментальних чинників, не може бути визначена компонента, яка залежала би від способу механічного обробітку ґрунту чи інших

агроекологічних показників посівів кукурудзи. Кореляцію з таким показником, як маса зерна у 10 початках ми розглядаємо як формальний артефакт. Але, тим не менш, цей зв'язок дозволяє встановити ланцюжок впливу інших агроекологічних показників, враховуючи їх вплив саме на масу зерна в 10 початках.

Вологість зерна – важливий технологічний показник. Його значення у рамках нашого експериментального плану залежить від таких показників, як вихід зерна та маса 1000 зерен. Між виходом зерна та його вологістю встановлений від'ємний кореляційний зв'язок ($r = -0,51$, $p = 0,02$). Між вологістю та вагою 1000 зерен зв'язок позитивний ($r = 0,64$, $p = 0,00$).

Якщо для описання варіювання урожайності застосувати всі досліджені ознаки – спосіб обробітку та агроекологічні показники стану посівів кукурудзи, то ми зможемо пояснити 92 % варіабельності врожаю (табл. 5). Але слід відзначити, що пояснювальна здатність такої моделі буде незначною, так як серед статистично вірогідних предикторів вона має лише масу початків на квадратний метр.

Якщо модель дещо спростити до наступних застосованих предикторів: спосіб обробітку, кількість початків та густота стояння, то доля поясненої дисперсії знизиться до 76 %, але серед статистично вірогідних предикторів опиниться спосіб обробітку ґрунту. Властивості розглянутих моделей дозволяють висунути гіпотезу про те, що механізм впливу способів обробітку ґрунту на урожай відбувається через коригування маси початків на одиницю площі. Залучення останнього показника знімає статистично вірогідний вплив категоріального предиктору «спосіб обробітку ґрунту».

Таблиця 5. Оцінка впливу способу механічного обробітку на вологість зерна (%) та урожайність (загальна лінійна модель)

Показник	SS	Ступені свободи	MS	F-відношення	p-рівень
1	2	3	4	5	6
Вологість, % ($R^2 = 0,82$)					
Константа	3,62	1	3,62	11,65	0,01
Густота стояння	0,00	1	0,00	0,01	0,91
Кількість початків	0,02	1	0,02	0,06	0,82
Маса початків з 1 м ² , г	0,52	1	0,52	1,66	0,23
Маса 10 початків, г	0,00	1	0,00	0,00	0,98
Маса зерна з 10 початків, г	0,22	1	0,22	0,70	0,43
Вихід зерна, %	1,66	1	1,66	5,34	0,05
Маса 1000 зерен, г	1,67	1	1,67	5,36	0,05
Спосіб обробітку	1,54	3	0,51	1,65	0,25
Помилка	2,80	9	0,31		
Урожайність, т/га ($R^2 = 0,92$)					
Константа	0,18	1	0,18	2,44	0,15
Густота стояння	0,02	1	0,02	0,28	0,61

Закінчення таблиці 5

1	2	3	4	5	6
Кількість початків	0,00	1	0,00	0,00	0,97
Маса початків з 1 м ² , г	0,49	1	0,49	6,69	0,03
Маса 10 початків, г	0,01	1	0,01	0,11	0,75
Маса зерна з 10 початків, г	0,07	1	0,07	1,01	0,34
Вихід зерна, %	0,22	1	0,22	3,07	0,11
Маса 1000 зерен, г	0,02	1	0,02	0,31	0,59
Спосіб обробітку	0,21	3	0,07	0,95	0,46
Помилка	0,65	9	0,07	–	–
Урожайність, т/га ($R^2 = 0,76$)					
Константа	0,75	1	0,75	5,26	0,04
Густота стояння	0,04	1	0,04	0,30	0,59
Кількість початків	0,02	1	0,02	0,15	0,70
Спосіб обробітку	5,85	3	1,95	13,68	0,00
Помилка	2,00	14	0,14	–	–

Умовні позначки: SS – сума квадратів; MS – середня сума квадратів.

Таким чином, найбільшому врожаю сприяє чизельний обробіток ґрунту на глибину 40 см (рис. 2).

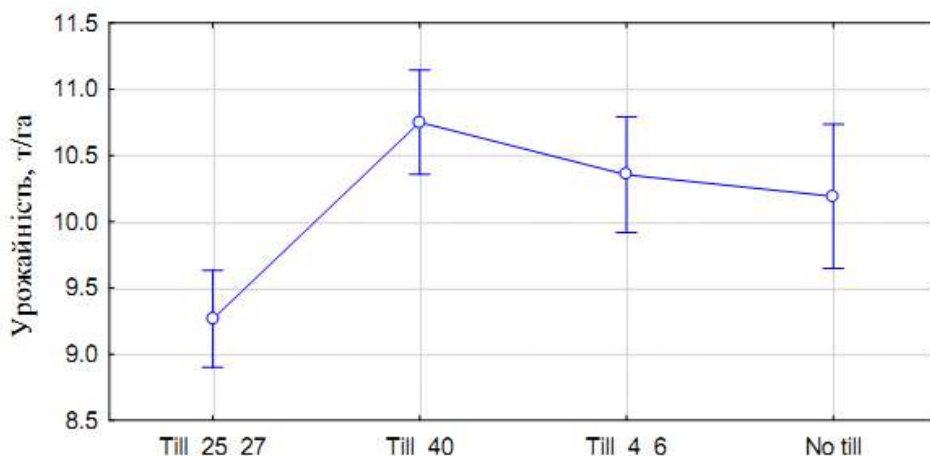


Рис. 2. Залежність урожайності кукурудзи від способів механічного обробітку (GLM-підхід)

Умовні позначки: Till_25_27 – оранка на глибину 25–27 см; Till_40 – чизелювання на глибину 40 см; Till_4_6 – ґрунтозахисна мілка оранка на 4–6 см; No till – нульовий обробіток.

Дещо менший врожай можна отримати при ґрунтозахисному обробітку або при нульовому обробітку. Найменший врожай кукурудзи можна отримати при оранці на глибину 25–27 см. Слід відзначити, що різниця врожаю між чизельним обробітком та ґрунтозахисним статистично не вірогідна ($t = 1,38$, $p = 0,21$). Але

вже порівняння чизелювання та нульового обробітку дає статистично вірогідні відмінності ($t = 3,91$, $p = 0,01$). Таким чином, чизелювання та ґрунтозахисний обробітки дають майже подібні результати щодо врожайності кукурудзи.

Висновки і перспективи подальших досліджень

1. Густота стояння кукурудзи наприкінці вегетації залежить від способу механічного обробітку ґрунту. Найменша густота стояння встановлена для нульового обробітку, а найбільша – для мінімального обробітку. Між глибиною механічного обробітку та густотою стояння кукурудзи встановлений нелінійний зв'язок. Найбільша густота спостерігається при мінімальному обробітку ґрунту, а збільшення або зменшення глибини обробітку призводить до зменшення цього показника.

2. Маса початків на одиницю поверхні ґрунту визначається способом обробітку ґрунту. Найбільша маса початків спостерігається при чизелюванні ґрунту на глибину 40 см. Найменший рівень цього показника встановлено для оранки на глибину 25–27 см. Нульовий та мінімальний обробітки приводять до перехідних показників маси початків на одиницю площі. Мінливість густоти стояння, яка відбувається у процесі вегетації, не впливає суттєво на масу початків кукурудзи.

3. Механізм впливу способів обробітку ґрунту на урожай відбувається через коригування маси початків на одиницю площі. Найбільшому врожаю кукурудзи сприяє чизельний обробіток ґрунту на глибину 40 см. Дещо менший врожай можна отримати при ґрунтозахисному обробітку або при нульовому обробітку. Найменший врожай кукурудзи можна отримати при оранці на глибину 25–27 см.

Перспективи подальших досліджень слід зосередити на дослідженні кореляційних зв'язків між показниками урожайності кукурудзи із застосуванням методів багатовимірної статистики

Література

1. Пространственная агроэкология и рекультивация земель : монография / А. А. Демидов, А. С. Кобец, Ю. И. Грицан, А. В. Жуков. – Днепропетровск : Свидлер А. Л., 2013. – 560 с. DOI: 10.13140/RG.2.1.5175.5040
2. Просторова агроекологія як основа прогнозу чисельності шкідників : навч. посібник / О. Ю. Диченко, П. В. Писаренко, О. М. Кунах, О. В. Жуков. – Дніпропетровськ : ДНУ, 2015. – 139 с. DOI: 10.13140/RG.2.1.1014.4485
3. Дробітько А. В. Структура рослин та урожайність кукурудзи залежно від способу сівби і густоти рослин / А. В. Дробітько, Н. В. Нікончук // Наук. пр. Чорноморського держ. ун-ту ім. П. Могили комплексу "Києво-Могилянська академія". Сер. Екологія. – 2011. – Вип. 138, т. 150. – С. 15–17.
4. Екологія техноземів : монографія / О. В. Жуков, Г. О. Задорожна, К. П. Маслікова [та ін.]. – Дніпро : Журфонд, 2017. – 442 с.

-
5. Агроекологічні перспективи розвитку природного агровиробництва / А. С. Кобець, М. М. Харитонов, Ю. І. Грицан, О. В. Жуков // Вісн. Дніпропетровського держ. аграр.-екон. ун-ту. – 2015. – № 4 (38). – С. 6–10.
 6. Масюк Н. Т. Введение в сельскохозяйственную экологию : учеб. пособие / Н. Т. Масюк. – Днепропетровск : Днепропетровский с.-х. ин-т, 1989. – 192 с.
 7. Шевченко М. В. Системи обробітку ґрунту / М. В. Шевченко // Землеробство. – 2008. – Вип. 80. – С. 33–39.
 8. Шевченко М. В. Наукові основи систем обробітку ґрунту в польових сівозмінах лівобережного лісостепу України : дис. ... д-ра с.-г. наук / М. В. Шевченко. – Дніпропетровськ, 2015. – 539 с.
 9. Цьова Ю. А. Дискримінантний аналіз агроекологічного впливу способів механічного обробітку ґрунту / Ю. А. Цьова // Вісн. Полтавської держ. аграр. акад. – 2016. – № 3. – С. 94–100.
 10. Dalgaard T. Agroecology, scaling and interdisciplinarity / T. Dalgaard, N. J. Hutchings, J. R. Porter // Agriculture Ecosystems and Environment. – 2003. – Vol. 100. – P. 39–51.
 11. Friederichs K. Die Grundfragen und Gesetzmässigkeiten der land- und forstwirtschaftlichen Zoologie, insbesondere der Entomologie / K. Friederichs. – Berlin : Parey, 1930. – Bd. 1. – 417 s. ; Bd. 2. – 463 s.
-

АНОТАЦІЇ

І. В. Вагнер, В. И. Черная

СОДЕРЖАНИЕ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ БОРА В ТЕХНОГЕННО-НАРУШЕННЫХ ПОЧВАХ НИКОПОЛЬСКОГО МАРГАНЦЕВОРУДНОГО БАСЕЙНА

Выяснены особенности распределения концентраций подвижного бора в пространстве и в слоях педозема (Насыпной слой чернозема южного на лессовидных суглинках) и дерново-литогенный почв на серо-зеленых, красно-бурых глинах и лессовидных суглинках Никопольского марганцеворудного бассейна. Предоставлена общая оценка состояния техноземов по содержанию подвижного бора. Построены математические модели распространения бора в пространстве и дендрограммы для оценки его однородности в слоях 0–10...90–100 см каждого вида почв. Установлено, что профили исследуемых почв неоднородные. Они имеют очень высокое содержание бора, концентрация которого в эталонных образцах превышает в 2–3 раза и в дальнейшем может привести к борному засолению. Установлено, что важную роль в миграции бора играет илистая фракция и глинистый состав почв.

Ключевые слова: микроэлементы, подвижные соединения бора, плодородие, рекультивация, техноземы.

I. Wagner, V. Chorna

CONTENT OF ACTIVE BORON FORMS IN TECHNOGENIC SOILS OF NIKOPOL MANGANESE ORE BASIN

The features of active boron concentrations distribution in space and on pedozem layers (filling layer of black Southern soil on loess-like loam) and sod-lithogenic soils on gray-green, red-brown clay and loess-like loam of Nikopol manganese ore basin. We provided general assessment of the technogenic soils state regarding to active boron content. We made the mathematical models of boron distribution in space and the dendrograms to evaluate its homogeneity in the layers of 0-10 ... 90-100 cm of each soils type. In addition, we found that the studied soil profiles are heterogeneous. Technogenic soils have a high concentration of boron which is 2.3 times exceeds its content in the reference samples. In the future, it can lead to boric salinity. We found that silt and clay fraction of the soil play an important role in the boron migration.

Key words: minor nutrients, free boron compounds, heart, remediation, tehnogenic soil.

Л. Д. Романчук, Л. Б. Борисюк

ДИНАМИКА АГРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕКУЛЬТИВИРОВАННЫХ ПОЧВ В АГРОЦЕНОЗАХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ВЕРБЫ

Приведены исследования влияния выращивания растений энергетической вербы на размерность агрохимических показателей рекультивированной почвы после извлечения ильменитовых руд. Установлены определенные закономерности в динамике показателей суммы обменных оснований, pH и гидролитической кислотности почвы, содержания подвижных форм макроэлементов (P_2O_5 , K_2O , Nk) в зависимости от биологических особенностей культивируемых видов и изучаемых приемов агротехники. Оценка динамики агрохимических показателей приведена в сравнение с показателями дерново-подзолистой почвы перелог и показателями, обозначенными в ГОСТ.

Ключевые слова: агроценоз, верба энергетическая, рекультивированная почва, агрохимические показатели, сумма обменных оснований, гидролитическая кислотность, контроль, компост, мульча, дерново-подзолистая почва.

L. Romanchuk, L. Borysiuk

DYNAMICS OF AGROCHEMICAL INDICATORS OF RECULTIVATED SOILS IN AGROCENOUSES OF ENERGY VERB

Research is given on the effect of cultivation of energy willow plants on the dimension of agrochemical indicators of recultivated soil after extraction of ilmenite ores. Certain regularities in the dynamics of the indices of the sum of the exchange bases, the pH and hydrolytic acidity of the soil, the content of mobile forms of macroelements (P_2O_5 , K_2O , Nk) are determined depending on the biological characteristics of cultivated species and the methods of farming techniques being studied. An assessment of the dynamics of agrochemical indicators is compared with the indicators of sod-podzolic soil and the parameters indicated in GOST.

Key words: agrocenosis, energy willow, recultivated soil, agrochemical indicators, the sum of exchange bases, hydrolytic acidity, control, compost, mulch, sod-podzolic soil.

С. И. Веремеенко, В. А. Стриха, А. Н. Озерчук

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЗОВАНИЯ ТОРФА ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ

Экологическое состояние почв сельскохозяйственного фонда Украины ухудшается в результате резкого падения объемов внесения органических и минеральных удобрений. Насыщенность органическими удобрениями по Украине

снизилась с 8,6 т/га до 0,6 т/га, нормы внесения минеральных удобрений стали ниже в 5–7 раз. За последние четверть века наблюдается падение содержания гумуса, запасов питательных элементов, увеличение площадей кислых почв. Особенно остро стоит вопрос дефицита органических удобрений для компенсации потерь гумуса. В связи со снижением поголовья животных, отсутствием ферм, во многих хозяйствах предлагается использовать в качестве источника органического углерода органические остатки, но это не решает проблему потерь гумуса. Значительным резервом для получения органических удобрений в Украине есть торф. Анализ показывает, что страна имеет большие ресурсы торфа, которые по своему составу пригодны для использования в сельском хозяйстве для производства компостов, покровных субстратов и т. п. В современных рыночных отношениях торф выгодно использовать в качестве местных органических удобрений для улучшения экологического состояния и восстановления плодородия почв.

Ключевые слова: экологическое состояние почв, ресурсы торфа, торфяное месторождение, дегумификация, почвосмеси, торфокомпосты.

S. Veremeienko, V. Stricha, A. Ozerchuk

PROSPECTS FOR THE PEAT USAGE FOR THE REPRODUCTION OF THE SOILS FERTILITY

Ecological condition of soil in the agricultural fund of Ukraine is deteriorating as a result of a sharp decline in volumes of organic and mineral fertilizers. Saturation of organic fertilizers in Ukraine has decreased from 8,6 to 0,6 tones on hectare, standards of mineral fertilizers has fallen by 5-7 times.

Over the past quarter of the century a decrease of humus content, nutrient reserves, increasing areas of acid soils is being observed. Particularly urgent is the issue of the shortening of organic fertilizers to compensate for the loss of humus. Due to the decline in livestock numbers, lack of animal farms in many farming areas it is proposed to use a plant remains as a source of organic carbon, but it will not solve the problem of the humus's loss. A major resource for organic fertilizers in Ukraine is a peat.

The analysis shows that the country has great resources of peat, which in its composition are suitable for their use in agriculture to produce compost, as bedding for cattle etc. In today's market conditions, peat is economically feasible to use as a local organic fertilizer to improve ecological condition and reproduction of soil fertility.

Key words: ecological condition of soils, the resources of peat, the peat basin, reduction of humus, peat mixture, peat compost.

О. Б. Заблоцкая, Н. М. Опанащук

СРАВНЕНИЕ ДЕЙСТВИЯ ВЫСОКИХ КОНЦЕНТРАЦИЙ НЕКОТОРЫХ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА ПШЕНИЦУ ОЗИМУЮ В УСЛОВИЯХ ВОДНОЙ КУЛЬТУРЫ

Исследовано фитотоксичное действие ионов Cu^{2+} , Zn^{2+} и Ni^{2+} в пределах молярных концентраций (C_m) $0,5\text{--}100 \cdot 10^{-3}$ моль/м³ на проростки пшеницы озимой в условиях водной культуры. Выявлено, что зародышевые корешки проростков проявляют избирательную стойкость к действию исследуемых ионов тяжелых металлов – постепенно уменьшают прирост и прекращают свой рост при действии ионов Cu^{2+} с C_m на уровне $15 \cdot 10^{-3}$ моль/м³, Ni^{2+} с $C_m - 25 \cdot 10^{-3}$ моль/м³, Zn^{2+} с C_m – выше $90 \cdot 10^{-3}$ моль/м³. Установлено, что прирост зародышевых побегов постепенно уменьшается при действии ионов Ni^{2+} и Zn^{2+} в пределах исследуемых C_m , и полностью прекращается при C_m Cu^{2+} на уровне $15 \cdot 10^{-3}$ моль/м³. Рассчитаны средние корневые и побеговые индексы, на основании чего выведен возрастающий ряд фитотоксичности исследуемых ионов для пшеницы озимой: Zn^{2+} ($K_{i \text{ серед.}} = 0,0866$; $\Pi_i = 0,6382$) < Cu^{2+} ($K_{i \text{ серед.}} = 0,0171$; $\Pi_i = 0,1832$) < Ni^{2+} ($K_{i \text{ серед.}} = 0,0099$; $\Pi_i = 0,1703$). Обосновано, что молярные концентрации ионов Cu^{2+} , Zn^{2+} и Ni^{2+} в пределах $0,5\text{--}100 \cdot 10^{-3}$ моль/м³ не являются летальными для пшеницы озимой.

Ключевые слова: фитотоксичность, тяжелые металлы, пшеница озимая, молярная концентрация, водная культура, корневые и побеговые индексы.

O. Zablotska, N. Opanaschuk

THE COMPARISON OF THE INFLUENCE THAT HIGH CONCENTRATION OF HEAVY METALS HAVE ON WINTER WHEAT IN THE CONDITIONS OF SOLUTION CULTURE

The phytotoxic action of Cu^{2+} , Zn^{2+} and Ni^{2+} ions on winter wheat sprouts has been researched in the conditions of solution culture. It was found out that sprouts' germinal rootlets show selective resistance towards the action of the above mentioned heavy metals ions – they gradually reduce increase and stop their growth while influenced by Cu^{2+} with C_m at the level of $15 \cdot 10^{-3}$ mol per m³, Ni^{2+} with $C_m - 25 \cdot 10^{-3}$ mol per m³, Zn^{2+} with C_m – more than $90 \cdot 10^{-3}$ mol per m³. It was studied out that the increase of germinal sprigs gradually decreases while influenced by Ni^{2+} and Zn^{2+} ions in the frameworks of C_m , and completely stops when C_m Cu^{2+} are at the level of $15 \cdot 10^{-3}$ mol per m³. Average rootlet and sprig indices have been calculated on which basis the increase of phytotoxicity of studied winter wheat ions was found out: Zn^{2+} ($K_{i \text{ average.}} = 0,0866$; $\Pi_i = 0,6382$) < Cu^{2+} ($K_{i \text{ average.}} = 0,0171$; $\Pi_i = 0,1832$) < Ni^{2+} ($K_{i \text{ average.}} = 0,0099$; $\Pi_i = 0,1703$). It was substantiated that molar concentrations of Cu^{2+} , Zn^{2+} and

Ni^{2+} ions in the frameworks of $0,5\text{--}100 \cdot 10^{-3}$ mol per m^3 are not lethal for winter wheat.

Key words: phytotoxicity, heavy metals, winter wheat, molar concentration, solution culture, rootlet and sprig indices.

Р. А. Валерко, Л. А. Герасимчук

ОЦЕНКА УРОВНЯ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ ЖИТОМИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Проведена оценка уровня техногенной нагрузки Житомирской области по районам. Для исследования техногенной нагрузки были использованы такие показатели: площадь административно-территориальной единицы, количество населения, выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух и количество экологически опасных объектов. Установлено, что критический уровень техногенной нагрузки характерен для города Житомира. К значительному уровню относятся г. Бердичев, а также Андрушевский, Барановский, Бердичевский, Брусиловский, Хорошевский, Житомирский, Коростишевский, Любарский, Новоград-Волынский, Попельнянский, Радомышльский, Романовский, Ружинский, Черняховский, Чудновский районы. Незначительный уровень нагрузки характерен для города Малина и для Народицкого и Олевского районов.

Ключевые слова: экологическая безопасность, экологически опасные объекты, коэффициент техногенной нагрузки, суммарный показатель уровня техногенной нагрузки, АТЕ Житомирской области.

R. Valerko, L. Gerasimchuk

THE EVALUATION OF THE LEVEL OF TECHNOLOGICAL LOAD IN ZHYTOMYR REGION

The paper estimates the level of technological load in Zhytomyr region by its districts. In the investigation the authors used such parameters as the area of an administrative territorial unit, the number of its inhabitants, polluted emissions and the number of ecologically dangerous objects. It has been found that the critical level of technological load is inherent to the city of Zhytomyr. The city of Berdychiv as well as Andrushivka, Baranivka, Berdychiv, Brusyliv, Khoroshiv, Zhytomyr, Korostyshiv, Lyubar, Novograd-Volynskiy, Popilnya, Radomyshl, Romaniv, Ruzhyn, Tchernyakhiv and Chudniv Districts belong to the substantial load level. The minor level is characteristic of the city of Malyn as well as Narodychi and Olevsk Districts.

Key words: ecological safety, ecologically dangerous objects, level of technological load, coefficient of technogenic load, administrative territorial unit of Zhytomyr region.

В. В. Гамаюнова, И. М. Гаро

**УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО СЕМЯН РАПСА ОЗИМОГО
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ, СРОКА И СПОСОБА СЕВА
В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ**

Приведены результаты исследований, проведенных в 2012–2015 гг. на черноземе обыкновенном в условиях Лесостепи Украины. Изучали влияние основной обработки почвы, способа и срока сева рапса озимого на его семенную продуктивность. Установлено, что наиболее эффективно посев проводить в I декаде сентября с шириной междурядий 15 см, при этом урожайность семян существенно возрастает. Факторы обработки почвы – вспашка на 25–27 см или дискование на 12–14 см на уровень урожайности влияют значительно слабее. Преимущество имеет вспашка, однако в благоприятном по увлажнению году разницы в уровнях урожая по обоим исследуемым способам обработки почвы не установили. Исследуемые факторы сказываются на основных показателях качества семян – содержании жира и протеина и их условном сборе с гектара.

Наибольшее количество жира в семенах рапса озимого накапливается по фону вспашки. На содержание протеина исследуемые факторы существенно не влияли. Максимально условный выход жира (1,97 т/га) и протеина (1,05 т/га) определены при севе в I декаду сентября обычным рядковым способом по вспашке.

Ключевые слова: рапс озимый, урожайность семян, обработка почвы, срок и способ посева, качество семян, условия вегетационного периода.

V. Gamayunova, I. Garo

**YIELD AND QUALITY OF WINTER RAPESEED SEEDS, DEPENDING
ON THE PROCESSING OF SOILS, THE TIME AND METHOD OF SOWING
IN THE FOREST-STEPPE OF UKRAINE**

The results of research conducted in 2012–2015 are presented. On ordinary black soil in the forest-steppe of Ukraine. The influence of the main soil treatment, the method and the time of winter rapeseed sowing on its seed productivity was studied. It was found that the most effective sowing is to be carried out in the first decade of September with a row spacing of 15 cm, while the yield of seeds is substantially increased. Factors of soil cultivation – plowing at 25–27 cm or disking at 12–14 cm at the level of yields are significantly weaker. Advantage is plowing, however, in a favorable year for moistening, the difference in yield levels for both soil treatment methods studied has not been established. The investigated factors affect the main indicators of seed quality – the content of fat and protein and their conditional collection per hectare.

The greatest amount of fat in the rapeseed seeds of winter crops accumulates along the background of plowing. The studied factors did not significantly influence the protein content. The maximum conditional yield of fat (1,97 t/ha) and protein (1,05 t/ha) was determined at sowing in the 1st of September in the usual rowing method for plowing.

Key words: winter rapeseed, seed yield, soil cultivation, term and method of sowing, quality of seeds, conditions of vegetation period.

В. Г. Дідора, И. Ю. Деревон, Л. Д. Саврасих

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА СОИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИНОКУЛЯЦИИ И УДОБРЕНИЯ В УСЛОВИЯХ УКРАИНСКОГО ПОЛЕСЬЯ

Приведены результаты многолетних исследований по технологии переработки, определено содержание и сбор белка и жира, установлена урожайность сои в зависимости от инокуляции семян, минеральных удобрений и внекорневой подкормки комплексными удобрениями на хелатной основе в условиях Украинского Полесья.

На светло-серых, среднеобеспеченных, слабокислых почвах скороспелые сорта сои с длиной вегетационного периода 85–95 дней обеспечивают получение урожайности зерна – 3,14 т/га, сбор белка – 1100 кг и жира – около 600 кг, на фоне внесения минеральных удобрений $N_{60}P_{60}K_{60}$, с посевом инокулированных семян и проведения внекорневой подкормки комплексными удобрениями на хелатной основе.

Ключевые слова: соя, переработка, белок, жир, урожайность, инокуляция, подкормки.

V. Didora, I. Derebon, L. Savrasyh

TECHNOLOGICAL QUALITY OF THE SOYBEAN DEPENDING ON INOCULATION AND FERTILIZATION IN THE UKRAINIAN POLISSYA

The results of many years of research on processing technology, determined the content and collection of protein and fat, established the yield of soybean, depending on the inoculation of seeds, mineral fertilizers and foliar top dressing with complex fertilizers on chelate basis in the conditions of Ukrainian Polissya.

On light gray, medium-secured, sloughly sour soils, early ripening soybean varieties with a vegetation period of 85 to 95 days ensuring yield of grain – 3,14 t/ha.

The collection of protein is 1100 kg and fat is about 600 kg. On the background of the introduction of mineral fertilizers $N_{60} P_{60} K_{60}$, with inoculated seed sowing and foliar top dressing with complex fertilizers on a chelate basis.

Key words: soybean processing, protein, fat yield, inoculation, feeding.

В. П. Кирилюк

УРОЖАЙНОСТЬ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ ЗАВИСИМО ОТ СИСТЕМ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И УДОБРЕНИЯ

Представлено результаты исследований влияния систем основной обработки почвы и удобрения на урожайность и качественные показатели зерна пшеницы озимой.

Отмечено, что на фоне нового удобрения (с оставлением в поле соломы предшественника и добавлением $N_{30}P_{30}K_{30}$) наивысшую урожайность пшеницы 5,56 т/га обеспечила отвальная система основной обработки почвы. На фоне традиционного (минерального) удобрения в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ наивысшую урожайность пшеницы 5,56 т/га получили при плоскорезной системе основной обработки почвы.

Установлено, что применение традиционного удобрения нитроаммофоской в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ под пшеницу озимую по сравнению с новым, где на фоне оставления соломы предшественника применяли минеральное в дозе $N_{30}P_{30}K_{30}$, экономически невыгодным.

Самые высокие показатели качества зерна пшеницы озимой получены на фоне минерального удобрения, на обоих фонах при отвальной вспашке, и в целом при системах с наивысшей урожайностью.

Ключевые слова: пшеница озимая, урожайность, обработка, почва.

V. Kyrylyuk

WINTER WHEAT YIELDS DEPENDING ON THE SYSTEM OF MAIN SOIL CULTIVATION AND FERTILIZING

The research results as to the influence of continuous application of the systems of main soil cultivation, mineral and manure-mineral fertilization on yielding and quality indices of winter wheat seeds have been presented.

It has been stated, that the highest winter wheat yielding (5,56 t/h) was provided due to the manure-mineral fertilization (abandoning the previous culture straw and adding mineral fertilizers at the rate of $N_{30}P_{30}K_{30}$) and plough-board system of main soil cultivation. Alongside with mineral fertilization at the rate of $N_{60}P_{60}K_{60}$ the highest wheat yielding (5,56 t/h) was received under the application of flat-cutting system of main cultivation.

It has been determined, that application of mineral fertilization by nitro-ammonia-phosphorus at the rate of $N_{60}P_{60}K_{60}$ to winter wheat in comparison with manure mineral fertilization abandoning previous culture straw and applying mineral fertilizers at the rate of $N_{30}P_{30}K_{30}$ turned to be economically inefficient.

Higher qualitative indices of winter wheat seeds have been received applying mineral fertilization. Under the application of both types of fertilization, the qualitative indices dominated under plough-board cultivation and under the systems of higher yielding the seeds quality has improved.

Key words: winter wheat, yielding, cultivation, soil.

В. П. Ткачук, В. В. Сторожук, Т. Н. Тимошук

ЗАСОРЕННОСТЬ И ПРОДУКТИВНОСТЬ АГРОФИТОЦЕНОЗА ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКОВ ПОСЕВА И НОРМ ВЫСЕВА

Приведены особенности развития пшеницы озимой в осенний период в зависимости от сроков посева и норм высева в условиях Полесья. Установлено, что растения более поздних сроков (10 октября) от первого срока посева (10 сентября) ежедневно получали на 11,7 °С меньше тепла. Исследовано, что масса надземной и подземной части 100 растений пшеницы озимой после прекращения осенней вегетации при оптимальных сроках посева (10 и 20 сентября) в 3,7–14,2 и 1,4–6,2 раза соответственно больше в сравнении с растениями позднего срока посева (10 октября).

Посев пшеницы озимой позже оптимальных сроков (10 октября) приводит к повышению уровня засоренности посевов в конце вегетации в 1,4–2,2 раза, а увеличение нормы высева на 0,5–1,0 млн всхожих семян на один гектар обеспечивает уменьшение на 3–24 % количества сорняков. Наивысшую урожайность зерна (3,68–3,72 т/га) пшеницы озимой получено при посеве 10 сентября и нормы высева 5,0 млн всхожих семян на один гектар, что на 37 % больше в сравнении с посевом 10 октября.

Ключові слова: пшеница озима, сорняки, конкурентная способность, сроки посева, нормы высева, урожайность.

V. Tkachuk, V. Storozhuk, T. Tymoshchuk

WEEDING AND WINTER WHEAT AGROPHYTOCENOSIS PRODUCTIVITY DEPENDING ON SOWING TIME AND SEEDING RATE

The article presents the autumn season growth characteristics of winter wheat under Polissya conditions depending on sowing time and seeding rate. It was determined that the crops planted on the later date (October 10) from the first sowing (September 10) received at 11,7°C less heat per day. It was investigated that after stopping the autumn growing season the mass of aboveground and underground parts of 100 winter wheat plants sown in optimal time (September 10 and September 20) was 3,7–14,2 and 1,4–6,2 times higher in comparison with the plants of later date sowing (October 10) respectively.

The winter wheat sowing on later than optimal date (October 10) leads to an increase in the weed-infested crops at the end of growing season in 1,4–2,2 times. The increase of seeding rate by 0,5–1,0 million of germinable seeds per hectare ensures the decrease of weeds by 3–24 %. The winter wheat showed the highest grain yield (3,68–3,72 t/ha) when sown on September 10 at seeding rate of 5,0 million germinable seeds per hectare, which was 37 % higher than in winter wheat sown on October 10.

Key words: winter wheat, weeds, competitive ability, sowing time, seeding rate, yield.

А. В. Бакалова, И. В. Иващенко

ЭНТОМОФАГИ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ВРЕДНОСНОСТЬЮ ФИТОФАГОВ НА ПОЛЫНИ ЭСТРАГОНОВОЙ

*Среди фитофагов на полыни эстрагоновой наиболее распространенной и вредоносной является доминирующая группа тли, численность которой систематически превышает ЭПВ в 1,5–2 раза, что существенно влияет на производительность растений. Впервые разработаны логистические и математические модели эффективности деятельности энтомофагов на полыни эстрагоновой, привязанная к доминирующим видам тли, на основании которой построена модель, что дает возможность провести системный анализ биоценотической связи фитофаг – энтомофаг – растение. Проведена динамика сезонной заселенности *Coccinella septempunctata* L. растений полыни эстрагоновой в период кульминационной численности тли. Такой биологический материал даст возможность разработать нормативно-правовую информацию при составе оценки систем управления вредоносностью фитофагов и ее экологической безопасности.*

Ключевые слова: *полынь эстрагоновая, тля, вредоносность, энтомофаги, интродукция, природные регуляторы, математическая модель.*

A. Bakalova, I. Ivashchenco

ENTOMOPHAGE IN A PROSPECTIVE OF DAMAGE CONTROL OF TERRAGON SAGEBRUSH

*Among all the phytophagous that consumes terragon sagebrush the most dangerous and wide spread is a group of aphids, whose quantity is 1,5-2 time higher than density of other pests, that in result makes bad influence on productivity of others plants. It the first time when mathematic and logistic models were developed that describe the behavior of entomophages in a prospective of dominant aphids. Based on this research it was possible to make a biocentric analysis of a chain phytophagous-entomophages-plants. The scientists prepared special test plants for tests with high density of aphids (*Coccinella septempunctata*), in a time when the quantity of aphids is the higher during a year. Such a biological material will give an ability to scientists to develop regulatory basis for rating damage control systems and its ecology safety.*

Key words: *terragon sagebrush, aphids, harmful, entomophages, introduction, natural regulators, mathematical models.*

С. Н. Вьюнцов

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ СТИМУЛЯТОРА РОСТА «АЛЬБИТ»

На основе проведенных полевых исследований установлено, что стимуляторы роста влияют на фотосинтетическую активность ассимиляционного аппарата растений, его размеры, накопления надземной массы и содержание в них сухих веществ.

Нами изучено влияние стимулятора роста биологического происхождения Альбит на рост и развитие растений льна-долгунца. Сочетание предпосевной обработки семян (60 мл/т), внекорневой подкормки в дозе 40 мл/га и внесения пестицидов обеспечивает продуктивность фотосинтеза на уровне 8,1 г/м² в сутки.

В посевах без применения стимулятора роста формирования листовой поверхности и производительности фотосинтеза уменьшалось на 0,5–0,6 г/м² в сутки.

Вариант опыта фон + обработка семян 70 мл/т + внекорневая подкормка 40 мл/га стимулятором роста Альбит позволяет получить 4,92 т/га соломы и 0,54 т/га семян. При этом прирост к контролю составлял 0,21 т/га, что составляет 63,6%.

Ключевые слова: лен-долгунец, предпосевная обработка семян, стимулятор роста, внекорневые подкормки, фотосинтез, урожайность.

S. Vyuntsov

AGROECOLOGICAL GROUNDS FOR FIBER-FLAX PRODUCTIVITY DEPENDING UPON THE USE OF ALBIT GROWTH STIMULATOR

Na basis of field studies found that growth stimulants affect the photosynthetic activity of plants assimilation system, its size, weight and aboveground storage content of dry matter.

We studied the effect of the growth stimulator biological «Albit» for plant growth and development of flax. The combination of pre-treatment of seeds (60 ml/t), foliar feeding at a dose of 40 ml/ha of pesticide provides the performance of photosynthesis at 8.1 g / m ~ per day.

In crops without the use of growth stimulants formation of the leaf surface and productivity of photosynthesis decreased to 0.5–0.6 g/m per day.

Option + von experiment the cultivation of seeds 70 ml/m + foliar feeding 40 ml / ha «Albit» growth stimulator helps you get 4.92 t/ha of straw and 0.54 t/ha seed. This boost to the control was 0.21 t/ha, which is 63.6%.

Key words: flax, preplant treatment of seeds, growth promoter, foliar feeding, photosynthesis, yield.

Л. М. Кононенко

ПРОДУКТИВНОСТЬ ПОСЕВОВ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО ПРИ РАЗНЫХ НОРМАХ ВЫСЕВА СЕМЯН В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ПРАВОБЕРЕЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ

В статье показано, как разные нормы высева влияют на формирование густоты посевов, урожайность льна масличного, структуру и качество его урожая, а также на показатели экономической эффективности возделывания культуры.

В результате проведённых исследований установлено, что существенной разницы по количеству растений на единице площади от сходов до сбора урожая по вариантах с разными нормами высева не выявлено. Разница между крайними вариантами по количеству погибших растений на протяжении вегетационного периода была в среднем за два года всего лишь 2,3%.

Уменьшение нормы высева с 7,0 до 5,0 млн семян на гектар как в 2015 г, так и в 2016 г. привело к существенному недобору урожая.

Наилучшую продуктивность посевов льна масличного обеспечивает высев 6,0 млн/га семян, при которой можно получить 1,61 т/га семян, 0,63 т/га масла наименьшей себестоимости и рентабельность на уровне 72,9%.

Ключевые слова: лён масличный, нормы высева, урожайность, масло, экономическая эффективность.

L. Kononenko

PRODUCTIVITY OF OIL FLAX CROPS IN DIFFERENT SEEDING RATES UNDER CONDITIONS OF THE SOUTHERN PART OF THE RIGHT-BANK FOREST-STEPPE

As a result of the conducted studies, it was found that there was no significant difference in the number of plants from the beginning of full germination to harvesting in variants with different seeding rates.

The analysis on the preservation of oil flax plants showed that there is no significant difference between number of plants per unit area from the beginning of full germination to harvesting in variants with different seeding rates. Difference between the variants in the number of plants that were lost during the growing season was on average only 2,3% for two years.

Reducing the seeding rate from 7,0 to 5,0 million seeds per hectare in 2015 and in 2016 led to a significant shortage of yield

The best productivity of oil flax is provided by sowing 6,0 million seeds/ ha, at which you can obtain 1,61 t/ ha of seeds, 0,63 t/ ha of oil at the lowest cost price and profitability of 72,9%.

Key words: common flax, seeding rates, crop capacity, oil, economic efficiency.

В. И. Троценко, В. А. Ильченко

КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОВСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

В статье установлена высокая эффективность совместного применения бактериальных препаратов и внесение минеральных удобрений в сортовых технологиях выращивания овса. Определено, что предпосевная обработка семян композицией препаратов диазофит и микрогумин в варианте с использованием минеральных удобрений по схеме $N_{60}P_{60}K_{60} + 2 \times N_{14}НПз$ в фазе кущения и выбрасывание метелки обеспечивает увеличение показателей натуры зерна в среднем на 5,0 % в пленчатых и 6,3 % в голозерных сортах. Использование приведенной технологической схемы выращивания овса позволяет увеличить содержание белка в среднем на 11,0 % в пленчатых и на 10,5 % в голозерных сортах.

Ключевые слова: овес, сорт, содержание белка, натура зерна, способы удобрения, бактериальные препараты.

V. Trotsenko, V. Ilchenko

OAT GRAIN QUALITY DEPENDING ON GROWTH TECHNOLOGY ELEMENTS IN THE NORTH-EASTERN FOREST-STEPPE OF UKRAINE

The high efficiency of combined use of bacterial preparations and mineral fertilizers in oats growing technology has been set in the article. It is determined that preplant seed treatment with composition of diazofit and mikrohummin in the variant of using fertilizers by scheme $N_{60}P_{60}K_{60} + 2 \times N_{14}НПз$ in the phase of tillering and panicle ejection provides increasing of grain-unit on average by 5,0 % in hulled and 6,3 % naked cultivars. Usage of this oats cultivation can increase the protein content an average by 11,0 % in hulled and 10,5 % in naked cultivars.

Key words: oats, cultivar, protein content, grain-unit, fertilization application, bacterial agents.

А. Н. Гнатюк, Э. М. Кавун

ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ОМЕЛЫ БЕЛОЙ (VISCUM ALBUM L.) В ПРИДОРОЖНЫХ ЛЕСОПОЛОСАХ ЛЕСОСТЕПИ И ПОЛЕСЬЯ УКРАИНЫ

В статье приведены результаты исследований особенностей распространения омелы белой (Viscum album L.) в придорожных лесополосах Лесостепи и Полесья Украины в пределах Винницкой, Житомирской и Черкасской областей. Определена степень ее негативного воздействия на

видовой состав в пределах лесополос. Установлен видовой состав деревьев и кустов, которые поражаются омелой, выявлены также характерные особенности инвазионных процессов на разных территориях. Определены наиболее уязвимые к омеле виды, а также те виды, которые не были поражены полупаразитом. Проведённый анализ 1699 деревьев и кустов показал, что 30% из них пораженные омелой белой. Было исследовано 34 видов деревьев и кустарников на предмет их инвазии омелой. Среди них 15 видов были инвазированы. Это составляет 44% от их общего количества. Некоторые виды достигли катастрофического поражения омелой, что ведет к их усыханию. Среди них некоторые виды тополей, рябина обыкновенная, липа сердцелистная. Предложены пути снижения влияния омелы белой на придорожные лесополосы.

Ключевые слова: омела белая, *Viscum album* L., распространение омелы, Лесостепь, Полесье, видовая инвазия, территориальная инвазия, полупаразит.

О. Hnatiuk, Е. Kavun

DISTRIBUTION CHARACTERISTICS OF MISTLETOE (*VISCUM ALBUM* L.) IN ROADSIDE FOREST BELTS FOREST-STEPPE AND POLESIE OF UKRAINE

The results of research of Mistletoe distribution in Ukraine Polissya and Lisostep withing Vynnytska, Zhytomyrska and Cherkaska region were done. Degree of negative influences withing tree belts along roads was fulfilled. It was also determined trees and bushes species which was under Mistletoe invasion and species which was free from Mistletoe. Specific invasion withing species from different territories were investigate. The most sensitive for Mistletoespecies and also species which was not licking were determined also. The analysis of 1699 trees and bushes showed that 30% of them are affected by mistletoe whites. 34 species of trees and bushes were investigated for their invasion by mistletoe. Among them, 15 species were affected. It was 44% of their total number. Some species have reached a catastrophic infection by mistletoe, which leads to their drying out. Among them are some species of poplars, sorb, linden. The kind of the way of Mistletoe spreading, minimization withing tree belts along roads were purposed.

Key words: mistletoe, *Viscum album* L., spreading of mistletoe, forest-steppe, polesie, species invasion, territorial invasion.

И. С. Нейко, З. М. Юрків

ХАРАКТЕРИСТИКА РЕПРОДУКТИВНОЙ СПОСОБНОСТИ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*PINUS SILVESTRIS* L.) ФИНСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ НА КЛОНОВОЙ ПЛАНТАЦИИ В УСЛОВИЯХ ВИННИЧЧИНЫ

Проанализирована адаптивная способность клонов сосны обыкновенной финского происхождения и выявлені наиболее устойчивые клоны, которые

отличаются высокой репродуктивной способностью. Приведены результаты интенсивности образования микро- и макростробилов, а также семенной продуктивности сосны обыкновенной финского происхождения на клоновой плантации в условиях Винницкой области. Исследована интенсивность образования репродуктивных органов в разрезе клонов. Проведено сравнение интенсивности репродуктивных процессов у клонов финского происхождения и местной популяции. Выявлено клоны, которые отмечались наиболее интенсивной семенной производительностью в 2016 году в условиях Винницкой области. Отражены перспективы дальнейших исследований относительно оценки адаптивной способности гибридных потомств, полученных в результате контролируемого опыления пыльцой местного и финского происхождения.

Ключевые слова: клоновая плантация, сосна обыкновенная, макростробилы, микро- и макростробилов, семенная продуктивность.

I. Neyko, Z. Yurkiv

REPRODUCTIVE CHARACTERISTICS OF PINE (PINUS SYLVESTRIS L.) OF FINNISH ORIGIN ON THE SEED ORCHARD IN CONDITION OF VINNITSA REGION

The adaptive ability of Finnish pine clones is analyzed and the most stable clones are identified which have a high re-productive capacity. The results of formation of macrostrobilus, microstrobilus and seed productivity of Finnish origin Scots pine on seed orchard in Vinnytsia region are presented. Intensity formation of reproductive organs in clones was investigated. The comparison of reproductive process in clones of Finnish origin and local population was made. We discovered clones of height seed productivity in 2016 in condition of Vinnytsia region. Displaying prospects for future investigation to assess adaptive capacity sibs offspring obtained from controlled pollination by pollen local and Finnish origins.

Key words: seed orchard, pine, microstrobilus, macrostrobilus, seed productivity

В. А. Евстафьева, И. В. Натягла

ИЗУЧЕНИЕ ДЕЗИНВАЗИОННЫХ СВОЙСТВ СРЕДСТВ ДЕЗИНФЕКЦИИ ОТНОСИТЕЛЬНО ЯИЦ ГЕЛЬМИНТОВ КУР РОДА CAPILLARIA

Представлены результаты экспериментальных исследований по определению дезинвазионной эффективности (ДЭ) дезинфицирующих средств «Бровадез-плюс» (НПФ «Бровафарма», Украина), «Виросан» (ООО «БиоТестЛаб», Украина) и «Экоцид С» («КРКА», Словения) при различных экспозициях в лабораторных условиях. Исследования проводились на базе лаборатории кафедры паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы Полтавской государственной аграрной академии. Для опыта использовали яйца

гельминтов рода *Capillaria*, выделенные из помета кур. Установлен высокий уровень дезинвазионной эффективности на неинвазионные яйца капиллярий кур при использовании «Бровадеза-плюс» в концентрации 1,5 % (ДЭ – 95,60 %) и «Экоцида С» (ДЭ – 89,74 %) в концентрации 1,0 % при экспозиции 60 минут. Средства «Виросан» (при экспозиции 10, 30, 60 мин), «Бровадез-плюс» и «Экоцид С» (при экспозиции 10, 30 мин.) имели удовлетворительный уровень дезинвазионной эффективности (68,49–83,15%)

Ключевые слова: дезинфицирующие средства, дезинвазионная эффективность, яйца, капилляриоз кур.

V. Yevstafieva, I. Natiahla

STUDY OF DISINVASIVE PROPERTIES OF DISINFECTANTS TO HELMINTH EGGS OF CHICKENS GENUS *CAPILLARIA*

The results of experimental studies to determine of disinvasive effectiveness (DE) of disinfectants «Brovadez-plus» (RPF «Brovapharma», Ukraine), «Virosan» (LTD «BioTestLab», Ukraine) and «Ecocide C» («KRKA», Slovenia) for various exposures in the laboratory are presented. The study was conducted at the Research Laboratory of Parasitology and Veterinary-Sanitary Examination of Poltava State Agrarian Academy. For the experiment used the eggs of helminths genus *Capillaria*, isolated from chicken dung. The high level of disinvasive efficiency on noninvasive eggs of capillaries chickens for «Brovadez-plus» at a concentration 1.5 % (DE – 95.60 %) and «Ecocide C» (DE – 89.74 %) at a concentration 1.0 % by exposure 60 minutes. Means «Virosan» (by exposure 10, 30, 60 min), «Brovadez-plus» and «Ecocide C» (by exposure 10, 30 min) have satisfactory disinvasive effectiveness 68,49 – 83,15 %)

Key words: disinfectants , disinvasive effectiveness, eggs, capillariasis of chickens.

Н. Г. Грушанская, В. М. Костенко, М. Н. Обруч, Н. И. Цвилюховский

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В КРОВИ КОРОВ СЕВЕРО- ВОСТОЧНОЙ БИОГЕОХИМИЧЕСКОЙ ЗОНЫ ПРИ РАЗНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ СОДЕРЖАНИЯ

В статье приведены результаты определения концентрации Cd, Pb, Al, As в крови коров хозяйств Черниговской области (северо-восточная биогеохимическая зона) при разных технологиях содержания. Концентрацию тяжелых металлов исследовали методом атомно-эмиссионной спектрометрии на приборе Optima 210 DV.

В крови коров северо-восточной зоны при стойлово-пастбищной системе их содержания концентрация кадмия – $0,03 \pm 0,03$ мг/л, свинца – $0,08 \pm 0,05$ мг/л, алюминия – $2,02 \pm 1,39$ мг/л. Содержание мышьяка составляет $0,47 \pm 0,43$ мг/л, что превышает ПДК – в 9,4 раза.

В крови коров северо-восточной зоны при беспривязном содержании концентрация составляет: Алюминия $0,47 \pm 0,17$ мг/л; Кадмия $0,005 \pm 0,002$ мг/л, что ниже ПДК в 10 раз; Свинца $0,05 \pm 0,02$ мг/л, что ниже ПДК в 2 раза; Мышьяка – $0,16 \pm 0,22$ мг / л, что превышает ПДК – в 3,2 раза.

В крови коров северо-восточной зоны при стойловой системе содержания концентрация составляет: Алюминия $0,63 \pm 0,37$ мг/л; Кадмия $0,001 \pm 0,001$ мг/л, что ниже ПДК в 10 раз; Мышьяка $0,48 \pm 0,14$ мг / л, что превышает ПДК в 9,6 раза, Свинца $1,76 \pm 1,81$ мг / л, что превышает ПДК в 17 раз.

Ключевые слова: коровы, северо-восточная биогеохимическая зона Украины, кровь, Кадмий, свинец, Алюминий, Арсен.

N. Grushanska, V. Kostenko, M. Obruch, M. Tsviliovsky

THE CONTENT OF HEAVY METALS IN THE COW BLOOD OF THE NORTHERN- EASTERN BIOGEOCHEMICAL ZONE AT DIFFERENT TECHNOLOGIES OF KEEPING

In the article the results of research of Cd, Pb, Al, As content in the blood of cow from the farms of Chernihiv region (northern-eastern biogeochemical zone) at different technologies of keeping are presented. The content of heavy metals was investigated by atomic emission spectrometry using Optima 210 DV.

In the blood of cows of the northern-eastern biogeochemical zone at stable pasture system of keeping was observed that the Cadmium content is $0,03 \pm 0,03$ mg/l, the content of Plumbum is $0,08 \pm 0,05$ mg/l, the content of Aluminium is $2,02 \pm 1,39$ mg/l. The content of Arsene is $0,47 \pm 0,43$ mg/l that exceeds MPC in 9,4 times.

In the blood of cows of the northern-eastern biogeochemical zone at loose keeping system was observed that the concentration of Aluminum is $0,47 \pm 0,17$ mg/l; of Cadmium is $0,005 \pm 0,002$ mg/l that is lower in 10 times at the MPC; the content of Plumbum is $0,05 \pm 0,02$ mg/l in twice lower at the MPC; the content of Arsene is $0,16 \pm 0,22$ mg/l that exceeds it in 3,2 times.

In the blood of cows of the northern-eastern biogeochemical zone at stable system of keeping the Aluminum content is $0,63 \pm 0,37$ mg/l; the Cadmium content is $0,001 \pm 0,001$ mg/l that is lower at the MPC in 10 times; the content of Arsene is $0,48 \pm 0,14$ mg/l that exceeds in 9,6 times at the MPC; and the content of Plumbum is $1,76 \pm 1,81$ mg/l that exceeds in 17 times at the MPC.

Key words: cows, northern-eastern biogeochemical zone of Ukraine, blood, Cadmium, Plumbum, Aluminium, Arsene

Ю. Ю. Довгий, Д. В. Фещенко, М. Ю. Довгий, В. Ю. Иванов, О. В. Боднарчук, О. В. Коваленко

ВЛИЯНИЕ КОРМОВОГО КОНЦЕНТРАТА «ЖИВИНА» НА МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ И ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КОРОВ

Использование кормовых добавок в рационах домашних животных позволяет получить дополнительную качественную продукцию при сокращении денежных затрат на дорогостоящие концентраты. Добавление кормового концентрата «Живина» в состав рациона дойных коров в течение 30-и суток приводит к увеличению среднесуточного надоя (на 5,3 % или 1,2 кг). Также отмечено улучшение качества молока – увеличилось содержание жира (на 0,28 %) и белка (на 0,5 %). При этом гематологические показатели (содержание гемоглобина, общего белка, глюкозы, мочевины, креатинина и каротина) у дойных коров вышли на уровень физиологических значений.

Ключевые слова: кормовой концентрат, Живина, дойные коровы, молоко.

Yu. Dovgy, D. Feshenko, M. Dovgy, V. Ivanov, O. Bodnarchuk, O. Kovalenko

EFFECT OF FEED CONCENTRATE "ZHIVINA" ON THE MILK PRODUCTION OF COWS AND HAEMATOLOGICAL INDICES.

Using feed additives in animal feeds allows you to receive additional quality products, while reducing the amount of money spent on the purchase of expensive concentrates. Adding a feed concentrate "Zhivina" in the diet of dairy cows within 30 days leads to an increase in the average daily milk yield (5.3% or 1.2 kg). It is also noted improvement in the quality of milk - increased fat content (0.28%) and protein (0.5%). Thus hematology (hemoglobin, total protein, glucose, urea, creatinine, and carotene) in dairy cows have reached the level of physiological values.

Key words: feed concentrate, Zhivina, dairy cows, milk.

В. Н. Плыс

ПАТОГИСТОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИ ПАСТЕРЕЛЛЕЗНО-АСКАРИДИОЗНОМ ЗАБОЛЕВАНИИ ПТИЦЫ В ПЕРИОД ОСТРОГО И ХРОНИЧЕСКОГО ТЕЧЕНИЯ

В статье изложены результаты гистологических исследований желез внутренней секреции и паренхиматозных органов павшей птицы при пастереллезно-аскаридиозном микст-заболевании в период острого и хронического течения.

Установлено, что зарегистрированные патогистологические изменения при пастереллезно-аскаридиозном микст заболевании играют важную роль в постановке заключительного диагноза и дифференциальной диагностике.

Существенные патоморфологические изменения во внутренних органах птицы при пастереллезно-аскаридиозном микст-заболевании наблюдали в сердце (очаговый некроз миокарда, зернистую и жировую дистрофию мышечных волокон, потерю их исчерченности и фрагментацию); печени (гепатоциты находились в состоянии зернистой дистрофии, кровеносные сосуды кровенаполнены); двенадцатиперстной кишке (катарально-геморрагическое воспаление).

Выяснили, что наиболее выражены патогистологические изменения были у курей при остром течении микст-заболевания и характеризовались очаговым некрозом миокарда, зернистой дистрофией печени, катарально-геморрагическим энтеритом, катарально-геморрагическим дуоденитом и отложением амилоида в капиллярных петлях клубочка и под базальной мембраной канальцев почки.

Ключевые слова: патогистологические изменения, птица, гистологические срезы, пастереллезно-аскаридиозное микст-заболевание, гематоксилин-эозин.

V. Plys

HISTOPATHOLOGICAL CHANGES AT OF THE MIXED PASTEURELLOSIS AND ASCARIDOSIS DISEASE OF POULTRY DURING THE ACUTE AND CHRONIC COURSE

The article presents the results of histological studies of the endocrine glands and parenchymal organs of dead poultry at of the mixed pasteurellosis and ascaridosis disease during the period of acute and chronic course.

It was found that the histopathological changes registered with the mixed pasteurellosis and ascaridosis disease play an important role in setting the final diagnosis and differential diagnosis.

Substantial pathological changes in internal organs of poultry at of the mixed pasteurellosis and ascaridosis disease was observed in the heart (focal myocardial necrosis, the grainy and fatty degeneration of the muscle fibers, loss of striation and the fragmentation); of the liver (hepatocytes were in a state granular dystrophy, the blood vessels filled with blood); the duodenum (a catarrhal-hemorrhagic inflammation).

Found that the most pronounced histopathological changes were among chickens with acute course the mixed of disease and were characterized by focal myocardial necrosis, granular dystrophy of the liver, catarrhal-hemorrhagic enteritis, catarrhal-hemorrhagic duodenitis and amyloid deposition in the glomerular capillary loops and beneath the basement membrane of kidney tubules.

Key words: histopathological changes, poultry, histological sections, of the mixed pasteurellosis and ascaridosis disease, hematoxylin-eosin.

А. Ю. Шинкарук, М. Д. Кухтин

ВЛИЯНИЕ МОЮЩЕГО СРЕДСТВА «ЕНЗИМИЙ» НА МИКРОБНЫЕ БИОПЛЕНКИ ENTEROCOCCUS FAECALIS И ESCHERICHIA COLI

*После неудовлетворительной санитарной обработки технологического оборудования молокоперерабатывающих предприятий на его поверхностях остаются молочные остатки, которые являются хорошей питательной средой для развития микроорганизмов. Для борьбы с бактериями *Enterococcus faecalis* и *Eschezichia coli*, которые сформированы в биопленки, нами разработано жидкое энзимное моющее средство «Ензимий», которое способно разрушать экзополисахаридной матрикс. Результаты предыдущих исследований показали, что оптимальная протеолитическая активность средства проявляется при температуре рабочего раствора 60 °С, pH 8,35 ед. и жесткости воды 0,357–0,714 мг-экв/л.*

*Установлено, что оптическая плотность микробных биопленок *Enterococcus faecalis* и *Eschezichia coli* уменьшается при увеличении температуры энзимного средства и его продолжительности действия, что приводит к разрушению биопленок.*

Наиболее активной к микроорганизмам в биопленках была концентрация энзимного средства 0,01 % при температуре 60 °С и продолжительности действия средства 60 мин., при этом оптическая плотность биопленок считается низкой.

Ключевые слова: микробные биопленки, матрикс, внеклеточные полимерные вещества, энзимы, деградация, *Enterococcus faecalis*, *Eschezichia coli*.

О. Shynkaruk, M. Kukhtyn

THE EFFECT OF «ENZYMNYI» DETERGENT ONTO MICROBIAL BIOFILMS ENTEROCOCCUS FAECALIS AND ESCHERICHIA COLI

*Poor sanitation of dairy processing equipment results in milk residue on the surface that becomes a perfect nutrient medium for microbial development. To fight *Enterococcus faecalis* and *Escherishia coli* formed in biofilm, we developed a liquid enzyme detergent «ENZYMNYI» capable of destroying extracellular polysaccharide matrix. Previous research showed that the most optimal proteolytic activity manifested at the temperature of working solution of 60°C, pH 8.35 and water hardness 0,35—0,714 mEq/l.*

*Optical density of microbial biofilms of *Enterococcus faecalis* and *Escherishia coli* decreases with increasing temperature of an enzyme product and continuity of its effect leading to destruction of biofilms.*

The enzyme product concentration of 0,01% at the temperature 60°C and duration of 60 min. was the most active to biofilm microorganisms, optical density of biofilms being considered low.

Key words: microbial biofilms, matrix, extracellular polymeric substances, enzymes, degradation, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*.

А. І. Бойко, В. М. Савченко, В. В. Крот

ВИЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІЇ ГОТОВНОСТІ ФОРСУНКИ ДО ЕКСПЛУАТАЦІЇ

В статті, на основі раніше побудованих графів станів та математичного моделювання переходів форсунок автоматизованої системи контролю вологісними та температурним параметрами повітря в зоні культивуції рослин у різні можливі стани, визначено функцію готовності форсунки до експлуатації. Ймовірність безвідмовної роботи для форсунки представляється коефіцієнтом її готовності, який у динаміці змін від наробітку представляється функцією готовності даної технічної системи до експлуатації. Для уточнення форми сумарної трійної експоненти і графічного представлення результату розроблена блок-схема послідовності виконання розрахунків, які встановлюють величини, що, в результаті, дають значення функції готовності. Функція готовності має спадаючий експоненціальний характер від повної готовності системи на початку роботи до асимптотичного свого значення, яке відображує стаціонарний коефіцієнт готовності.

Ключові слова: форсунка, працездатний стан, ймовірність безвідмовної роботи, інтенсивність відмов, відмова.

А. И. Бойко, В. Н. Савченко, В. В. Крот

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФУНКЦИИ ГОТОВНОСТИ ФОРСУНКИ К ЭКСПЛУАТАЦИИ

В статье, на основе ранее построенных графиков состояний и математического моделирования переходов форсунок автоматизированной системы контроля влажностными и температурным параметрам воздуха в зоне культивации растений в различные возможные состояния, определена функция готовности форсунки к эксплуатации. Вероятность безотказной работы для форсунки представляется коэффициентом ее готовности, который в динамике изменений от наработки, представляется функцией технической готовности данной системы к эксплуатации. Для уточнения формы суммарной тройной экспоненты и графического представления результата разработана блок-схема последовательности выполнения расчетов, которые устанавливают величины, что, в конечном результате, дают значение функции готовности. Функция готовности имеет спадающий экспоненциальный характер от полной

готовности системы в начале работы до своего асимптотического значения, которое отражает стационарный коэффициент готовности.

Ключевые слова: форсунка, работоспособное состояние, вероятность безотказной работы, интенсивность отказов, отказ.

Э. Б. Алиев

РЕЗУЛЬТАТЫ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ МЕХАНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ СЕМЕННОГО МАТЕРИАЛА МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР ПОД ДЕЙСТВИЕМ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА

Система дифференциальных уравнений процесса перемещения семян в воздушном потоке в общем виде не решается аналитическими методами. Предложено решение подобных систем методом конечных элементов, которые реализованы при моделировании в программном пакете STAR-CCM+. При моделировании процесса методом конечных элементов задаются исходные положения, скорости семян и воздушного потока. Затем, исходя из этих исходных данных заданных физических законов контактного взаимодействия, вычисляются силы, действующие на каждое семя в каждой интервал времени. Для каждого семени исчисляется результирующая сила и также решается задача Коши на выбранном отрезке времени, результатом которой являются исходные данные для следующего шага. В качестве физических моделей для численного моделирования были выбраны следующие: k - ϵ модель турбулентности разделенного течения, поле силы тяжести, модель реального газа Ван-дер-Ваальса, модель дискретных элементов, модель многофазного взаимодействия. Метод дискретных элементов базируется на законах сохранения импульса и момента импульса для лагранжевых моделей многофазной среды. В результате численного моделирования механико-технологического процесса перемещения семенного материала масличных культур под действием воздушного потока определены рациональные режимные параметры при условии максимума коэффициента заполнения θ : эффективный диаметр семян $D_p = 3$ мм, подача семян $Q = 0,03$ кг/с и скоростью воздуха $V = 15$ м/с.

Ключевые слова: семена, аэродинамика, моделирование, поток, воздух, параметры.

E. Aliev

RESULTS OF NUMERICAL MODELING OF THE MECHANICAL AND TECHNOLOGICAL PROCESS OF MOVING THE SEED MATERIAL OF OIL CROPS UNDER THE INFLUENCE OF AIR FLOW

The system of differential equations of the process of moving seeds in the air stream is not generally solved by analytical methods. A solution of such systems is proposed by the finite element method, which is implemented in modeling in the software package STAR-CCM+. When modeling the process by the finite element method, the initial positions, the velocity of the seeds and the air flow are specified. Then, starting from these initial data of given physical laws of contact interaction, the forces acting on each seed in each time interval are calculated. For each seed, the resultant force is computed and the Cauchy problem is also solved on the selected time interval, the result of which is the initial data for the next step. As physical models for numerical modeling, the following were chosen: k - ε split-flow turbulence model, gravity field, Van der Waals real gas model, discrete elements model, multiphase interaction model. The method of discrete elements is based on the laws of conservation of momentum and angular momentum for Lagrangian models of a multiphase medium. As a result of the numerical simulation of the mechanical and technological process of moving the seed material of oilseeds under the influence of the air flow, rational regime parameters are determined under the condition of a maximum filling factor θ : effective seed diameter $D_p = 3$ mm, seed supply $Q = 0.03$ kg/s and air speed $V = 15$ m/s.

Key words: seeds, aerodynamics, modeling, flow, air, parameters.

А. И. Бойко

НЕКОТОРЫЕ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ТЕХНИКИ

В условиях рыночной экономики одним из существенных факторов, влияющих на надежность техники, является экономический. Более надежные машины, как правило, являются и более дорогостоящие при изготовлении. В них могут использоваться современные материалы, технологии изготовления и упрочнения. В данном случае дополнительные экономические затраты оправданы повышением общего ресурса машин. Однако в последнее время отдельными фирмами целенаправленно практикуется закладка в конструкции машин таких значений наработки на отказ, которые ненамного превышают гарантийный срок их эксплуатации. Тем самым создаются ситуации, приводящие к необходимости проведения дополнительных работ по техническому обслуживанию или ремонту техники. Необходимость в запасных частях приводит к существенным экономическим потерям в эксплуатации. Не

редко, когда ремонтные работы и затраты на замену деталей ставят целесообразным приобретения новой техники взамен той, что вышла из строя. Как ремонтные работы, так и приобретение новых машин дают дополнительную прибыль для фирм-производителей. Снижение уровня надежности, безусловно, подрывает авторитет фирм, но приносит им временную дополнительную экономическую выгоду за счет сервисного обслуживания, а также создания необходимости в принудительном приобретении новых машин.

Ключевые слова: надежность, сервис, прибыль, гарантийный срок эксплуатации.

A. Boiyko

SOME ECONOMIC ASPECTS OF RELIABILITY SUPPORT EQUIPMENT

In a market economy, one of the major factors that affect the reliability of the technique is economic. More reliable machines are usually more expensive in the manufacture. They can use modern materials, manufacturing technology and strengthening. In this case, additional economic costs justified by the increase of the total resource. However, in recent private firms deliberately practiced laying in the design of the machines the following operating time to refusal, not much exaggerating a guaranteed term of their operation. This creates a situation in need of treatment to works on the maintenance or repair of the equipment. The need for spare parts leads to more substantial losses in the operation. Not rarely, when repairs and expenses on the replacement parts put appropriate purchasing new equipment to replace the one that came with the system. As the renovation work and the purchase of new machines allow additional profit for manufacturers. Reducing the level of reliability, certainly undermines the credibility of the firms, but brings them a temporary additional economic benefits at the expense of maintenance as well as required the forced acquisition of new machines.

Key words: reliability, service, warranty period of lifetime warranty.

Ю. Б. Бродский, А. В. Маевский, С. М. Васько

АНАЛИЗ ФАЗОВЫХ ТРАЕКТОРИЙ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ДИНАМИКИ РАЗВИТИЯ ЭКОСИСТЕМЫ «ХИЩНИК – ЖЕРТВА»

В статье проведен анализ фазовых траекторий экологической системы типа «хищник – жертва» при применении математических моделей динамики взаимодействия популяций с рабочими параметрами, полученными на основе реальных данных для северного региона Житомирской области. Оценена устойчивость экологической системы и сделан вывод о возможности нарушения равновесия и перехода к хаотическому состоянию. В зависимости от

характера собственных чисел Якобиана, сделаны выводы относительно типа рассчитанных точек равновесия. Обоснована необходимость управления хаотичной динамикой с целью предупреждения кризисных явлений и возникновения экологической катастрофы. В результате исследований показано адекватное воспроизведение процесса взаимодействия «хищник–жертва» описанного с помощью математических моделей, построенных на основе обобщенной модели эволюции систем в отличие от моделей, построенных на базе функции Ферхюльста.

Ключевые слова: математическая модель, фазовые траектории, система «хищник – жертва», динамика экосистемы, вычислительный эксперимент.

Yu. Brodsky, A. Mayewsky, S. Vasko

ANALYZING THE PHASE PATHS WHILE MODELING THE “PREDATOR-PREY” SYSTEM DYNAMICS

The contribution paper analyses the phase paths in an ecological “predator-prey” system while modeling the dynamics of interactions between populations with the real parameters for Zhytomyr region. When evaluated at the steady state the ecological system showed probable disturbances of equilibrium with eventual transition to the chaotic state. The conclusions are made about equilibrium points, which are determined by the Jacobian eigenvalues. The chaotic dynamics feasibly requires control to avoid the ecosystem downturns and the possible damage. The research showed an adequate reproduction of the “predator-prey” process. It is described by mathematical models on the basis of a generalized model of system evolution, in contrast to models based on the Verhulst function.

Key words: mathematical model, phase paths, “predator-prey” system, dynamic of ecosystem, simulation experiment.

Г. А. Голуб, О. Н. Ачкевич

ОПТИМИЗАЦИЯ ВЕЛИЧИНЫ УГЛОВОЙ СКОРОСТИ СМЕСИТЕЛЕЙ БАРАБАННОГО ТИПА

Обоснованно условие повышения равномерности смешивания барабанными смесителями путем равномерного распределения материала по поверхности завала смеси, ниспадающим с перемешивающих лопаток потоком. Установлено, что для полного рассредоточения компонентов смеси ниспадающим потоком, необходимо чтобы материал, который падает с лопатки в последнюю очередь, достигал точки сопряжения свободной поверхности материала и обечайки барабана. Разработана математическая модель для определения величины угловой скорости барабанного смесителя, при которой имеет место полное рассредоточение материала по свободной поверхности сегмента смеси ниспадающим потоком материала с лопатки. Использовано решение

дифференциального уравнения для определения радиальной скорости движения частицы по лопатке барабана и проведено компьютерное моделирование для получения графического решения системы уравнений.

Ключевые слова: барабанный смеситель, ширина лопатки, угловая скорость, радиальная скорость, коэффициент заполнения.

G. Golub, O. Achkevych

OPTIMIZATION VALUE OF ANGULAR SPEED OF DRUM'S MIXTURES

The condition for increasing the uniformity of mixing by drum's mixers is justified by uniformly distributing the material over the surface of the slurry of the mixture flowing down from the mixing blades. It is established that to completely disperse the components of the mixture with a descending stream, it is necessary that the material that falls from the blade lastly reaches the point of conjugation of the free surface of the material and drum's shell. Developed the mathematical model for determining the angular speed of a drum mixer, in which the material completely dispersed along the free surface of the mixture segment by a flow of material from the blade. The solutions of the differential equation was used to determine the radial velocity of the particle along drum's blade and computer simulation was performed to obtain a graphic solution of the system of equations.

Key words: drum's mixer, blade width, angular speed, radial speed, occupancy index.

М. Я. Довжик, Б. Я. Татьянченко, А. А. Соларев, Ю. В. Сиренко

УНИВЕРСАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ ТРАЕКТОРИИ КРИВОЛИНЕЙНОГО ДВИЖЕНИЯ ЧЕТЫРЕХКОЛЕСНОЙ МАШИНЫ

Полная автоматизация управления работой машин и машинно-тракторных агрегатов без участия водителя требует обеспечения точной информации о положении агрегата относительно заданной траектории на протяжении всего времени работы. В статье приведены результаты использования универсального уравнения в параметрической форме для построения траектории движения четырёхколёсной машины с передними управляемыми колёсами для участков входа в поворот и выхода из поворота в функции угла поворота остова машины с учётом интенсивности поворота передних колёс или руля. Они позволяют построить траектории также с учётом явления увода как задних, так и передних колёс, вызванного действием боковых сил. Эти уравнения можно использовать и для планирования разворотов агрегата во время обработки поля или для автоматического управления агрегатами и машинами.

Ключевые слова: четырехколесная машина, вход в левый (правый) поворот, выход с левого (правого) поворота, левый (правый) поворот, универсальные уравнения траекторий.

M. Dovzhik, B. Tatyanchenko, O. Solarov, Yu. Sirenko

THE UNIVERSAL EQUATIONS OF PATH OF THE CURVILINEAR MOTION FOURWHEELED MACHINE

Full automation control of the operation of MTU without the driver requires the provision of accurate information about the position of the unit relative to a predetermined path throughout the entire operating time. There are results of the use of the universal equation for the construction of the path of movement of the machine with the front four-wheel steering for entrance areas in turn and exit the rotation in the parametric form of a function of the angle of rotation of the core of the machine, taking into account the intensity (speed) of rotation of the front wheels or the steering wheel in the article. It allows you to build a path and taking into account the effects of withdrawal as the rear and front wheels, caused by the action of lateral forces. These equations can be used to plan the MTU turns during field processing or for automatic control units and machines.

Key words: fourwhelled machine, entry to the left (right) turn, outing from the left (right) turn, left (right) turn, universal trajectory equations

Я. В. Евчук

ПРИМЕНЕНИЕ НЕТРАДИЦИОННОГО СЫРЬЯ В ТЕХНОЛОГИИ ХЛЕБА

Предложены эффективные технологические режимы сушки плодов боярышника с использованием конвективного способа обезвоживания, что обеспечивает максимальное сохранение питательных нутриентов в плодах. В результате проведенных исследований установлено, что наивысшей влажностью отличился хлеб с добавлением 12 % порошка из плодов боярышника, тогда как у вариантах с добавлением порошка в количестве 3, 6, и 9 % влажность была почти одинаковой и составляла 43,5–43,8 %. Наивысшая кислотность хлеба (2,9–3,0 град) была отмечена в вариантах с добавлением 9 и 12 % порошка, а наименьшая (2,8 град) в вариантах 3 и 6 %. Наивысшей пористостью отличился хлеб с добавлением порошка в количестве 3% – 65,8%, что на 6,8 % выше контроля. Удельный выход хлеба колебался в пределах 387–345 см³ / 100 г в зависимости от количества внесенной добавки. Выход хлеба во всех вариантах опытных образцов почти не изменился. Наибольшим (128,0 %) он был в варианте хлеба с добавлением порошка в количестве 3 %, а наименьшим – у варианте с 12 % порошка – 127,1 %.

Ключевые слова: использование нетрадиционного лекарственного сырья, плоды боярышника сорта Шамиль, усовершенствование технологии, органолептические и физико-химические показатели качества хлеба.

Ya. Yevchuk

APPLICATION OF RAW MATERIALS IN THE TECHNOLOGY OF BREAD

The efficient technological modes of hawthorn fruit drying using a convective dehydration method that ensures maximum preservation of nutrients in fruits were offered. As a result of conducted studies it was found that bread with the addition of 12 % of hawthorn berries powder had the highest humidity (44 %) while that with the addition of a powder in an amount of 3; 6; and 9 %, had almost the same humidity at about 43,5-43,8 %. Bread with the addition of 9 and 12 % of powder had the highest bread acidity (2,9-3,0 degrees) and bread with the addition of 3 and 6 % had the lowest one (2,8 degrees). The highest porosity of bread was observed by the addition of 3% - 65.8% of powder, which is on 6,8% higher than the control. Specific yield of bread ranged from 345-387 cm³/100 g depending on the quantity of additive. The actual yield of bread in all the control samples was almost the same. The highest actual yield (128,0 %) was in the samples of bread with the addition of 3 % of powder, and the lowest one - in the samples with the addition of 12 % of powder – 127,1 %.

Key words: alternative use of medicinal raw materials, hawthorn berries of Shamil variety, technology improvement, organoleptic, physical and chemical qualities of bread.

Б. В. Емец

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАКСИМАЛЬНОЙ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА ГЕНЕРАТОРНОМ ГАЗЕ

Максимальную скорость движения автомобилей сельскохозяйственного назначения на генераторном газе можно определить путем решения уравнения мощностного баланса автомобиля. Погрешность в определении этого показателя тягово-скоростных свойств автомобиля не превышает 8%. Уменьшить эту погрешность возможно за счет более точного определения коэффициентов обтекаемости и сопротивления качению колес автомобиля при расчетных исследованиях.

Использование газотурбинного наддува для подачи газозоудушной смеси в цилиндры двигателей газогенераторных автомобилей повышает их максимальную скорость до уровня бензиновых автомобилей. Но усложнение конструкции и работы газогенераторной установки с газотурбинным наддувом приводит к снижению надежности и ресурса работы двигателей таких автомобилей.

Ключевые слова: автомобиль, сельскохозяйственное назначение, максимальная скорость движения, газ генераторный.

B. Yemets

DEFINING MAXIMUM SPEED OF AGRICULTURAL MACHINERY USING THE GENERATOR GAS

Maximum speed of agricultural machinery using the generator gas can be defined by solving the equation of automobile's power balance. The error in determining the index of traction and speed characteristics does not exceed 8 %. Reducing of this error can be made by defining the coefficient of streamlining and wheels rolling resistance more precisely in calculations.

The usage of gas-turbine supercharger for supplying the air-gas mixture to the engine cylinders of gas-generating automobiles increases their maximum speed to the level of petrol ones. But the complication of construction and work of gas-generating rig with gas-turbine supercharger leads to the decrease of reliability and engine running of such automobiles.

Key words: automobile, agricultural machinery, maximum speed, generator gas.

С. Н. Кухарець, Я. Д. Ярош, С. В. Ярош

ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА СЫРЬЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ДЛЯ ТЕПЛОВЫХ НУЖД В ЖИТОМИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Перед предприятиями и жилищно-коммунальным хозяйством стоит объективная необходимость внедрения инновационных энергосберегающих технологий ориентированных на производство биологических видов топлива, которые получают в результате переработки биологического сырья.

Одним из источников энергетических ресурсов может стать аграрное производство.

Однако для эффективного использования растительной биомассы в качестве энергоресурса в Житомирской области необходимо сначала выполнить анализ имеющегося ресурсного потенциала в производстве биомассы и установить коэффициент ее использования на тепловые и энергетические потребности.

Как источник биомассы была принята побочная продукция (солома) выращивания таких культур: пшеница озимая, рожь озимая, ячмень озимый, пшеница яровая, ячмень яровой, овес, кукуруза на зерно, подсолнечник, рапс, соя.

Согласно проведенной оценке за последние пять лет потенциал побочной продукции растениеводства для получения тепловой энергии был в пределах от 113,9 тыс. т. усл. т. до 302,6 тыс. т. усл. т.

Средний показатель побочного сырья растениеводства для получения тепловой энергии составляет 135,0 тыс. тонн условного топлива в год. Прогнозируемый показатель побочного сырья растениеводства доступен для получения тепловой энергии на 2016 год составит 138,5 тыс. тонн условного топлива.

Ключевые слова: биомасса, солома, тепловая энергия, растениеводство, потенциал, оценка.

S. Kuharets, Y. Jarosh, S. Jarosh

THE ASSESSMENT OF POTENTIAL VEGETABLE RAW MATERIALS FOR THERMAL NEEDS ZHYTOMYR REGION

The enterprise and residential services there is an objective need for the introduction of innovation technologies aimed at the production of biofuels, which are obtained by processing of biological materials.

One of the sources of energy can be agrarian production.

However, effective use of biomass as an energy source in the Zhytomyr region must first perform an analysis of the existing resource potential in the production of biomass and its coefficient set is available for use and thermal energy needs.

As a source of biomass was adopted by-products (straw) growing such crops, winter wheat, winter rye, winter barley, spring wheat, barley, oats, maize, sunflower, canola, soybeans

According to the evaluation of the past five years the potential adverse crop production available for thermal energy was in the range of 113.9 ths. tons of equivalent fuel. to 302.6 ths. tons of equivalent fuel.

The average rate of adverse crop material available for heat is 135.0 ths. tons of equivalent fuel per year. The projected rate of adverse crop material available for heat energy for 2016 will amount to 138.5 ths. tons of equivalent fuel.

Key words: biomass, straw, thermal energy plant, capacity assessment

С. Н. Кухарец, П. Н. Забродский

НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЯ ПОЧВЫ И ПРОЦЕССЫ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ ДИСКОВЫМИ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ

Сохранение плодородия почвы является одной из основных задач сельскохозяйственного производства. Важным фактором плодородия почвы является ее оптимальная структура. В условиях интенсификации сельскохозяйственного производства под действием почвообрабатывающих орудий и ходовых частей мобильной техники происходит разрушение структуры почвы, уменьшение количества агрономически ценных водопрочных агрегатов, распыление почвы. Рассмотрен процесс структурообразования, факторы, которые на него влияют и проанализированы энергетические критерии образования водопрочной структуры. Изучены особенности, которые возникают при механической обработке почвы, влияние обработки на ее структуру и особенности напряженно-деформированного состояния почвы. Разработана математическая модель, которая позволяет рассчитать напряженное состояние почвы и проектировать наиболее рациональную форму дисковых рабочих органов.

Ключевые слова: структура, агрегат, обработка, напряжения, параметры.

S. Kukharets, P. Zabrodsky

STRESSED STATE OF SOIL AND THE PROCESSES OF STRUCTURE FORMATION DURING PROCESSING BY DISK WORKING ORGANS

Preservation of soil fertility is one of the main tasks of agricultural production. An important factor of soil fertility is its optimal structure. Under the conditions of intensification of agricultural production, the soil structure, the quantity of agronomically valuable waterproof aggregates, and the spraying of soil are destroyed under the influence of soil-cultivating tools and running gear of mobile machinery. The process of structure formation, the factors influencing it and analyzing the energy criteria for the formation of the waterproof structure are considered. The features that arise during the mechanical treatment of the soil, the effect of processing on its structure and the features of the stress-strain state of the soil are studied. A mathematical model has been developed that makes it possible to calculate the stressed state of the soil and design the most rational form of disk working bodies.

Key words: Structure, aggregate, processing, stresses, parameters.

Л. В. Лось, Н. М. Цивенкова, А. А. Голубенко, М. Б. Терещук

ЭТНОДИЗАЙН ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ, КОТОРЫЕ РАБОТАЮТ НА БИОТОПЛИВЕ

В статье представлены исследования этнопсихологии украинских пользователей энергетического оборудования с выделением основных черт, присущих национальному характеру, которые влияют на взаимодействие с техносредой, в частности, с энергетическим оборудованием. Проведенные исследования показали, что учет основных особенностей пользователей на этапе проектирования оборудования повышает его конкурентоспособность за счет большей привлекательности для потребителей. Установлена связь между отдельными чертами и группами черт национального характера и дополнительными требованиями к техническому дизайну изделия. Предложен ряд направлений, концепций и критериев этнически ориентированного дизайна энергетических комплексов для практической реализации технологий устойчивой энергетики в Украине, инициирование и стремительного гармоничного социального развития общества посредством всестороннего использования местных возобновляемых энергоресурсов в сельском, лесном и жилищно-коммунальном хозяйствах.

Ключевые слова: этнодизайн, газогенератор, энергетический комплекс, топливная биомасса, этнопсихология.

L. Los, N. Tsyvenkova, A. Golubenko, M. Tereshchuk

ETHNIC DESIGN OF ENERGY COMPLEX WORKING ON BIOFUEL

The article shows investigations of ethnic psychology of Ukrainian energy equipment users, with emphasis on main national traits, which influences the interaction with technique environment, particularly energy equipment. The investigation indicates that taking main user's traits into account, when designing equipment, increases its competitiveness because of grater attractiveness for consumer. There is a connection between separate national traits and groups of national traits and some extra requirements to product's design. A number of directions, conceptions and criteria of an ethnically oriented design of energy equipment, is proposed for practical realization of stable energetic technologies in Ukraine, initializing and rapid harmonious social progress of society with help of versatile usage of renewable energy sources in agriculture, forestry and residential services.

Key words: ethnic design, gas producer, energy complex, combustible biomass, ethnic psychology.

А. Л. Мельник, Я. Д. Ярош, В. В. Серов, В. В. Отаманский

ВЛИЯНИЕ ВЫСОКОДИСПЕРСНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ СИСТЕМ «КЕРАМИКА-УГЛЕРОД»

Представлены результаты экспериментального исследования зависимости основных теплофизических свойств электропроводящих композиционных материалов (ЭКМ) от содержания наноразмерных углеродных наполнителей и технологических режимов формирования. Определены рациональные составы и технологические параметры изготовления пресс-композигов перколяционной системы «керамика-углерод», которые обеспечивают повышение электро- и теплопроводности. При этом, концентрация электропроводящей фазы сохраняется несколько выше критической концентрации перколяционной системы. Последнее позволяет сохранить высокую чувствительность сопротивления ЭКМ к внешним факторам воздействия (давления, температуры и др.), что позволяет использовать разработанные материалы в качестве нагревательных элементов с эффектами самостабилизации, терморезисторов и тому подобное.

Ключевые слова: композитные материалы, нанопластинки графита, поверхностно-активные вещества, теплопроводность, температуропроводность.

O. Melnyk, Y. Yarosh, V. Syerov, V. Otamanskyi

INFLUENCE OF HIGHLY-DISPERSED CARBON FILLERS ON THERMOPHYSICAL PROPERTIES OF COMPOSITE SYSTEMS "CERAMIC-CARBON"

The results of experimental studies depending the basic thermal conductive properties of electro conductivity composite materials (ECM) system "ceramic-carbon" on content of nano-sized carbon fillers and technological modes of formation has been presented. Rational composition and manufacturing process parameters of press-composites percolation system "ceramic-carbon" which enables increased electrical and thermal conductivity has been determined. While the concentration of conductive phase is kept slightly above the critical concentration percolation system. The latter can store highly sensitive electrical resistance ECM to external influences (pressure, temperature, etc.), allowing used of these materials as heating elements with effects self-stabilization, thermistors, and etc.

Key words: composite materials, graphite nanoplate, surfactants, thermal conductivity, temperature conductivity.

А. А. Налобина, Н. В. Васильчук

КОМБИНАТОРНО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ЖАТКИ ДЛЯ УБОРКИ ПОДСОЛНЕЧНИКА

Рассмотрены особенности процесса проектирования машин и механизмов, в том числе сельскохозяйственного назначения. Проанализированы известные подходы к поиску новых технических решений и проведения синтеза машин и механизмов. Установлено, что для поиска новых технических решений многие исследователи предлагают метод морфологического анализа и синтеза. Это объясняется тем, что, используя данный метод, относительно легко можно получить значительное количество новых вариантов решения путем построения морфологических таблиц. Метод также характеризуется направленностью поиска новых решений, надежностью творческого процесса, что объясняется системностью подходов к синтезу новых объектов. Выполнен комбинаторно-морфологический анализ известной конструкции жатки, для уборки подсолнечника и синтез новой конструкции жатки которая обеспечивает минимизацию потери семян подсолнечника и забивания рабочих органов жатки растительной массой.

Ключевые слова: проектирование, морфологический анализ, морфологический синтез, варианты, жатка, техническое решение.

O. Nalobina, N. Vasylchuk

COMBINATORIAL SYNTHESIS AND MORPHOLOGICAL SUNFLOWER HARVESTING EQUIPMENT

The features of the design process of machines and tools, including for agricultural purposes. The known approaches to finding technical solutions and novih of machines and mechanisms of synthesis. It was found that the search for new technical solutions, many researchers suggest morphological method of analysis, and synthesis. This is due to the fact that using this method is relatively easy to obtain significant amounts of novih possible solutions by constructing morphological tables. The method is also characterized by the direction of the search novih decisions, reliability of the creative process, which is explained by a systematic approach to the synthesis of novih objects. Made combinatorial morphological analysis of known design Sunflower harvesting and synthesis of new design header that zabespechivaet minimize losses of sunflower seeds and avoiding robochem organic reaper plant mass.

Key words: design, morphological analysis, morphological synthesis options header, technical solution.

Е. А. Налобина, А. В. Шимко

ИССЛЕДОВАНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВАЛИКА МОДЕРНИЗИРОВАННОГО ПОДКАПЫВАЮЩЕГО РАБОЧЕГО ОРГАНА КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНОЙ МАШИНЫ С КЛУБНЯМИ

С учетом того, что эффективность уборки таких культур, как картофель и топинамбур, в основном, оценивается уменьшением потерь в ходе проведения уборочных работ, что обеспечивается минимизацией травмирования клубней, авторами статьи предложена модернизированная конструкция подкапывающего рабочего органа. Предложенная конструкция характеризуется наявностью закрепленного во вогнутых боковинах рабочего органа валика с ворсом, который обеспечивает первичную сепарацию клубней. Разработка конструкции требовала проведения ряда экспериментальных исследований. В данной статье изложены методики проведения исследований, приведены фотографии использованного лабораторного оборудования и его описание. Изложены результаты экспериментальных исследований. Экспериментальные исследования направлены на определение силы давления клубненой массы на валик с ворсом. Учитывая то, что ворс не должен сильно сминаться, что приведет к травмированию шкурки клубней, авторами также определены предельные значения силы давления валика на клубни. Анализ данных исследований позволил обосновать рациональную массу валика, которая обеспечит свободное прохождение клубней под ним при условии их нетравмирования.

Ключевые слова: клубень, сила давления, экспериментальные исследования, величина, вид повреждения клубней.

O. Nalobina, A. Shymko

STUDIES OF THE INTERACTION OF THE CUSHION OF MODERNIZED UNDERMINING WORKING BODY OF POTATO HARVESTER WITH TUBERS

Given the fact that the efficiency of harvesting such crops as potatoes and jerusalem artichokes, in general, is evaluated by reducing losses during harvesting, which is achieved by minimizing injuring of the tubers, the authors propose an upgraded design of undermining working body. The proposed design is characterized by the presence in ugot sides of the undermining working body rollers with a nap that provides primary separation of the tubers. The design required a series of pilot studies. This article describes the methodology of research, given the pictures used laboratory equipment and its description. Presented the results of experimental studies. Experimental studies aimed at determining the pressure force tuber weight on the roller with a nap. Considering that the nap should not be trampled on, which will lead to the injury of the skins of tubers, the authors also determined the maximum value of the pressure cushion for the tubers. Analysis of these studies has allowed to substantiate the rational weight of rollers, which will permit the free passage of tubers under them without injuring of tubers.

Key words: tuber, the pressure, experimental research, quantity, type of damage of tubers.

Л. Савченко, С. Кухарец, В. Савченко

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ В АПК УКРАИНЫ

В статье проанализирована существующая система гражданской защиты, а также рассмотрены причины возникновения чрезвычайных ситуаций в АПК Украины. Ситуация с нарастанием тенденций снижения устойчивости функционирования агропромышленного комплекса в условиях экологической и климатической ситуации постоянно усложняется. Так, в 2015 году в Украине зарегистрировано 148 чрезвычайных ситуаций, что на 3,5% больше, чем в 2014 году, 42,57% из которых составляют техногенные ситуации, 52,03% стихийные бедствия и 5,4% социальные ситуации. Снижение качества получаемой сельскохозяйственной продукции и рост опасности возникновения чрезвычайных ситуаций выдвигает проблему повышения устойчивости сельского хозяйства к этим явлениям, что, в свою очередь, будет непосредственно влиять на состояние производственной безопасности страны. В связи с тем, что продовольственная безопасность и средства к существованию большинства сообществ зависят от сельского хозяйства, а также смежных с ним отраслей, действующая система гражданской защиты в области сельского хозяйства, животноводства, рыболовства и лесного хозяйства является крайне важной в

деятельности по восстановлению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций и требует дальнейших исследований.

Ключевые слова: система гражданской защиты, чрезвычайные ситуации, стихийные бедствия, экологический характер, техногенный характер.

L. Savchenko, S.Kukharets, V. Savchenko

ANALYSIS OF SYSTEMS OF CIVIL PROTECTION IN AGRARIAN-INDUSTRIAL COMPLEX OF UKRAINE

The purpose of the article is to analyze the current system of civil protection in agrarian and industrial complex of Ukraine. In terms of current growing number of natural and man-made disasters, the increasing trend of decline of sustainability of agrarian and industrial complex in terms of ecological and climatic situation increasingly complex. Thus, in 2015, Ukraine registered 148 emergencies, which is 3.5% more than in 2014, of which 42.57% are man-made situations, natural disasters 52.03% and 5.4% of situations of social character. Reducing the quality of received agricultural production and increase the risk of emergencies highlights the problem of increasing sustainability of agriculture, which in turn, will directly affect the production security. Residents of the country who are living and working in rural areas are the most vulnerable. Due to the fact that food security and livelihoods of most communities depend on agriculture and adjacent areas that the current system of civil protection in agrarian and industrial complex, livestock, fisheries and forestry is crucial in the work of restoration and emergencies and requires further research.

Key words: system of civil defense, emergencies, natural disasters, environmental, manmade.

О. Ф. Соколовский, Л. М. Соколовская

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЕ УПРАВЛЕНИЕ ОСВЕТИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКОЙ

Проанализированы современные технологии в области систем освещения офисных зданий. Предложена система управления освещением офиса с применением микропроцессорного устройства. Идея заключается в создании условий, побуждающих работников офиса к эффективному использованию естественного освещения. В случае недостаточного уровня освещения через затемнение окон система не позволяет включить достаточное количество светильников, заставляя сотрудников открыть жалюзи. При использовании суточного лимита электроэнергии система переходит в экономный режим функционирования. Суточный лимит определяется продолжительностью темного времени суток на интервале рабочего дня и облачностью в соответствии с прогнозом погоды. Периодическое выключение освещения в

нерабочее время осуществляется с учетом приоритетности помещений. Для повышения энергоэффективности электрической сети предлагается установка солнечных панелей, которые будут частично покрывать спрос на электрическую энергию.

Ключевые слова: энергосберегающее управление, фотоэлектрическая система, FBD-диаграмма, астрономический календарь, прогноз погоды.

O. Sokolovskyi, L. Sokolovska

ENERGY SAVING LIGHTING CONTROL

In the article it is investigated up-to-date systems which are used for office lighting. The microprocessor system of lighting control is offered. The system motivates office workers to use outdoor lighting effectively. It doesn't allow to switch on sufficient number of lighting appliances and makes the workers open jalousie. After finishing daily limit the regime of economy begins. Daily limit is determined by the length of the night time and cloudness. Periodical switching off the light at non-working time is realized with taking into account the priority of rooms. It is offered to install solar panels for increasing effectiveness of electrical system. They will partly satisfy electricity demand.

Key words: energy saving lighting control, solar power system, FBD-diagram, astronomical calendar, weather forecast.

В. А. Турченко, Н. А. Фроленкова, А. Н. Рокочинский

СИСТЕМНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМНЫХ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ РИСОВЫХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ НА ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРИНЦИПАХ

В работе обоснована необходимость проведения системной оптимизации режимных, технологических и конструктивных параметров водорегулирования при функционировании рисовых оросительных систем, изложены методические подходы и результаты, сформулированы подходы к выбору проектных критериев и условий экономической и экологической оптимизации при построении комплексных оптимизационных моделей в проектах их реконструкции и эксплуатации с учетом климатологической стратегии управления такими объектами. Предложенный комплекс мер, как результат системной оптимизации, ориентирован на улучшение природно-мелиоративного состояния рисовых оросительных систем, повышение их технологического и технического совершенства, внедрение водо- и ресурсосберегающих режимов орошения риса и сопутствующих культур рисового севооборота.

Ключевые слова: системная оптимизация, природно-мелиоративный режим, рисовая оросительная система, эколого-экономические принципы.

V. Turchenyuk, N. Frolenkova, A. Rokochynskyy

SYSTEM OPTIMIZATION REGIME, TECHNOLOGICAL AND STRUCTURAL PARAMETERS RICE IRRIGATION SYSTEMS ON ECOLOGICAL AND ECONOMIC PRINCIPLES

The paper substantiates the needs of system optimization for regime, technological and structural parameters of water regulation during the functioning of rice irrigation systems, set methodological approaches and results, formulated approaches to selection of project criteria and conditions of economic and environmental optimization, the creation of complex optimization models in projects of reconstruction and exploitation taking into account climatological based management strategies for the same objects. Have been proposed complex of measures as a result of system optimization, that focused on improving of natural state reclamation for rice irrigation systems, increasing their technological and technical excellence, and introducing water-and energy- saving of irrigation regime for rice and rice related crop rotation.

Key words: system optimization, natural meliorative regime, rice irrigation system, ecological and economic principles

Р. С. Грудовой

ОБОСНОВАНИЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВИНТОВОГО КОНВЕЙЕРА С ВРАЩАЮЩИМСЯ КОЖУХОМ

Научная работа посвящена разработке и обоснованию конструкции установки для исследования винтовых конвейеров с вращающимся кожухом и с шнеком с постепенно возрастающим шагом витков в направлении движения груза на основе анализа и систематизации теоретических основ и методов определения конструкционных, кинематических, динамических, эксплуатационных параметров и характеристик винтовых рабочих органов, изложенных в литературных источниках и на основе проведенных собственных теоретических и экспериментальных исследований. Описан порядок проведения исследований величины крутящего момента, энергозатрат при пуске загруженного винтового конвейера со шнеком с постепенно возрастающим шагом витков в направлении движения груза и оценку травмирования зерна семенного материала.

Ключевые слова: винтовой конвейер, зерновой материал, установка, расчет, транспортировка, смешивания, энергоемкость, энергозатраты.

R. Grudovyj

OBJECTIVATION OF ADJUSTMENT FOR EXPLORATION OF SPIRAL CONVEYERS WITH ROTATION COVER

Scientific research is concerned with development and objectivation of the adjustment construction for exploration of spiral conveyors with rotation cover and screw with reaching winding pitch in direction of the cargo moving on the basis of analysis and systematization of theoretical foundations and methods of determination of constructive, kinematical, dynamical, exploitative standards and characteristics of the screw working attachment mentioned in source of literatures and on the basis of provided own theoretical and experimental researches. Experiment procedures of the size of rotation moment, energy requirement during start-up of conveyer and the screw with incremental winding pitch in direction of load moving and grain injury evaluation of the seed grain - are described.

Key words: spiral conveyor, grain material, adjustment, calculation, transportation, mixing, energy intensity, energy consumption.

С. С. Карабынеш, З. А. Федченко

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТИ И СТРУКТУРЫ ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ МЕТАЛЛА ИЗНОШЕННЫХ СЕПАРИРУЮЩИХ РЕШЕТ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

На сегодня основным оборудованием для измельчения зернового материала являются молотковые дробилки ударного действия. Главными сепарирующими элементами в этих машинах, отвечающих за качество исходного материала, как правило, являются решета. Именно с помощью решет регулируется крупность помола, а значит и качество продуктов помола при выполнении операции просеивания. В процессе эксплуатации сепарирующие рабочие органы интенсивно изнашиваются и довольно быстро теряют работоспособность, что делает их недостаточно эффективными в использовании. Поэтому изучается характер износа поверхности сепарирующих решет под действием потока зернового материала, а также проведения структурных исследований в поверхностном слое решет.

Ключевые слова: решето, износ, поверхность, топография, металлография, эксплуатация.

S. Karabynosh, Z. Fedchenko

RESEARCH OF SURFACE AND STRUCTURE OF SURFACE LAYERS OF METAL OF SEPARATING SIEVES WORN IN THE PROCESS OF OPERATION

The main equipment for crushing of the grain material are hammer impact crushers. The main separating elements in these machines that are responsible for the quality of the source material, as a rule, are the sieves. With the help of sieves the size of grinding, and therefore the quality of the products of grinding during the operation of sifting is regulated. In the exploitation process, separating working bodies wear out rapidly and quickly lose their working capacity, making them not efficient enough to use. Therefore, the surface wear pattern of the separating sieves under action of a stream of grain material is studied, and the structural investigations on the surface layer are carried out.

Key words: sieve, wear, surface, topography, metallographic, operation.

В. А. Басаргин, О. А. Лавринюк, В. Ю. Мамченко

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В РАЦИОНАХ МОЛОДНЯКА НЕМЕЦКОЙ ОВЧАРКИ МЯСНЫХ СУБПРОДУКТОВ

В статье рассматриваются вопросы кормления молодняка немецкой овчарки мясными субпродуктами в условиях научного центра подготовки полицейских.

Установлено, что за период исследований живая масса собак контрольной группы за 1 месяц увеличилась на 2,1 кг, рост – на 2 см. Животные 2 опытной группы, которые получали отходы мясоперерабатывающего предприятия, за опытный период увеличили живую массу на 3,4 кг и рост в холке – на 4 см.

При расчетах экономической эффективности молодняка собак опытной группы за период исследований необходимо 319,5 кг кормов.

Общее количество затрат – 3195 гривен, что меньше, чем у их аналогов с контрольной группы на 30 гривен.

Ключевые слова: немецкая овчарка, мясные субпродукты, рацион, учебный центр подготовки полицейских, экономическая эффективность.

V. Basargin, O. Lavryniuk, B. Mamchenko

ECONOMIC EVALUATION OF USE OF MEAT SUBPRODUCTS IN RATION OF YOUNG STOCK OF GERMAN SHEPARD

The article examines the issues regarding to feeding young stock of German Shepard with meat subproducts under the terms of scientific center of police training.

It is determined that for the period of research, the live weight of dogs of control group increased in 2,1 kg, height – for 2 cm per 1 month. Animals of the and testing group receiving the wastes of meat-processing company increased the living weight for 3,4 kg and height – for 4 cm during the research period.

During the calculations of economic sufficiency of young stock of testing group for the period of test, it is necessary to have 319,5 kg of fodder.

Total cost of expenses – 3195 UAH, which is less than similar to tested group for 30 UAH.

Key words: German Sheppard, meat subproducts, ration, scientific center of police training, economic sufficiency.

Е. А. Алексеева

ВЛИЯНИЕ МЕЛОФАГ НА ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ИНВАЗИРОВАННЫХ ОВЕЦ

Представлены результаты определения влияния возбудителя мелофагоза на гематологические показатели пораженных овец с учетом показателей интенсивности инвазии (низкой – $73,4 \pm 5,6$ экземпляров насекомых на теле животного и высокой – $156,2 \pm 7,7$ экз.). В опыте использовали овец романовской породы возрастом от одного до трех лет. Инвазированность овец мелофагами изучали путем полного обследования волосяного и кожного покровов животных. Установлена прямая зависимость между степенью инвазированности овец и тяжестью гематологических изменений в их организме. При низкой интенсивности мелофагозной инвазии при отсутствии клинических признаков болезни в крови овец достоверно ($p < 0,05$) возросло количество лейкоцитов за счет количества эозинофилов. При высокой интенсивности мелофагозной инвазии появлялись характерные для мелофагоза овец клинические признаки, а в крови снижалось количество эритроцитов, содержание гемоглобина ($p < 0,05$) и увеличивалось количество лейкоцитов, эозинофилов ($p < 0,01$) и лимфоцитов ($p < 0,05$).

Ключевые слова: мелофагоз, овцы, гематологические показатели, интенсивность инвазии.

Ye. Aliksieieva

IMPACT MELOPHAGES ON HEMATOLOGICAL INDICES OF INFESTED SHEEP

Presents the results determine the impact of melophagosis pathogen on hematological indices infected sheep considering indicators intensity of infestation (low – 73.4 ± 5.6 instances of insects on the body of the animal and high – 156.2 ± 7.7 ins.). In experiments using Romanov breed sheep aged from one to three

years. Infestation of sheep by melophages studied by full survey of the hair and skin of animals. Established a direct dependence between the degree infestation of sheep and severity of hematological changes in their body. For low intensity melophagosis infestation in the absence of clinical signs of disease in the blood of sheep significantly ($p < 0.05$) increased the number of leucocytes at the expense the number of eosinophils. For high intensity of melophagosis infestation appeared characteristic for melophagosis of sheep clinical signs and in blood decreased number of erythrocytes, hemoglobin ($p < 0.05$) and increased the number of leucocytes, eosinophils ($p < 0.01$) and lymphocytes.

Key words: melophagosis, sheep, hematological indices, intensity of infestation.

Р. В. Ковальчук

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ДЕФОРМАЦИИ ИЗЛОМА СТЕБЛЕЙ КОНОПЛИ

В работе изложены результаты экспериментальных исследований деформации излома для стеблей конопли при отборе проб в осенний период. Выявлен перечень внешних и внутренних факторов влияния на протекание данного процесса. Определены сила излома стеблей конопли в зависимости от плеча приложения силы, влажности и конусности стеблей. Выполнен статистический анализ полученных исследовательских данных. Приведены также результаты исследований с использованием метода математического планирования эксперимента с применением программного продукта «MathCAD 15». Получены уравнения регрессии, которое раскрывает закономерности влияния на величину угла отклонения от первоначального положения стебли следующих параметров: влажность стебля, конусность стебля, плечо приложения силы. После получения уравнением регрессии построены поверхности отклика, анализ которых позволил установить весомые факторы влияния на величину угла отгиба стеблей.

Ключевые слова: стебли, конопля, излом, влажность, конусность.

R. Kovalchuk

RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDIES OF DEFORMATION OF THE BREAK OF STALKS OF HEMP

In this article results of pilot studies of deformation of fracture of stalks of hemp for provided sampling in autumn. Discovered list of external and internal factors influencing the flow of the process. Determined force on a break of a fracture of hemp stalks depending on the application arm strength, humidity and taper stems. Executed a statistical analysis of the experimental data. Specified research results with the use of mathematical experiment planning using software «MathCAD 15". Is received the

equation regression, which reveals patterns of influence on the angle of deviation from the initial position stems the following parameters: humidity stalks, stems obliquity, shoulder application of force. According to the regression equation built surface response, analysis of which revealed important factors significant impacts on the angle of deviation stems.

Keywords: stalks, hemp, break, humidity, conicity.

А. М. Лихочвор

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЫЖЕЯ ЯРОВОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НОРМ УДОБРЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ ЛЕСОСТЕПИ

В условиях западной Лесостепи на темно-серых почвах изучено влияние минеральных удобрений на урожайность рыжея. Установлено, что урожайность семян рыжея сорта Мираж под влиянием минеральных удобрений повысилась с 1,28 т / га на варианте без удобрений до 2,44 т / га на варианте с внесением $N_{120}P_{60}K_{120}$, то есть выросла на 1,16 т / га, или на 90,1%.

Увеличение нормы внесения минеральных удобрений привело к росту расходов по 7376 грн на контроле до 14312 грн в $N_{120}P_{60}K_{120}$. Несмотря на значительный рост расходов, высокий чистый доход (22288 грн с 1 га) получено за внесение высокой нормы - $N_{120}P_{60}K_{120}$.

Ключевые слова: рыжей, нормы удобрений, урожайность, экономическая эффективность.

M. Likhochvor

PRODUCTIVITY AND ECONOMIC EFFICIENCY OF SPRING FALSE FLAX DEPENDING ON FERTILIZERS RATES IN THE CONDITIONS OF THE WESTERN FOREST-STEPPE

In the western Forest Steppe, the influence of fertilizers on false flax yield on dark grey soils was studied. It is determined, that yield of false-flax variety Mirage under fertilizers influenced increased from 1.28 t / ha on the variant without fertilizers up to 2.44 t / ha on the variant with $N_{120}R_{60}K_{120}$, application, increased by 1.16 t / ha, or by 90,1%.

It is shown, that the increase application of fertilizers led to higher expenses from 7376 UAN on control up to 14,312 UAN for $N_{120}R_{60}K_{120}$. It should be noted, that in spite of considerable increase of expenses, that highest net profit (22,288 UAN pe 1 hectare) was obtained applying high rates - $N_{120}R_{60}K_{120}$.

Key words: false flax, rates of fertilizers, yield, economic efficiency.

А. П. Мельничук

ПРОДУКТИВНОСТЬ И ОБМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ОРГАНИЗМЕ БЫЧКОВ ПРИ СКАРМЛИВАНИИ РАЗНОГО КОЛИЧЕСТВА ТРИТИКАЛЕ

Приведены результаты исследований по использованию для откорма молодняка крупного рогатого скота зерносмесей разного состава, произведенных в зоне Полесья Украины (%): №1 (пшеница – 40, люпин – 35, овес – 25), №2 (пшеница – 20, тритикале – 20, люпин – 35, овес – 25), №3 (тритикале – 40, люпин – 35, овес – 25). Установлено, что замена в составе зерносмеси 20–40% (по массе) дерти пшеницы на аналогичное количество дерти тритикале при откорме бычков негативно влияет на их продуктивные качества (на 8,0–14,8%) и увеличивает затраты кормов на единицу продукции (на 8,3–16,7%).

Использование в составе зерносмесей №2 и №3 для кормления животных разных доз тритикале снижало переваримость основных питательных веществ корма: сухого вещества – на 1,04–3,12%, протеина – 1,06–3,31, жира – 7,36–11,00, клетчатки – 0,35–3,08 и БЭВ – на 0,54–2,05% абсолютных. Отложение азота в теле бычков опытных групп было меньше на 26,61–35,45 г, или на 29,9–39,8%, чем в контрольных аналогов.

Ключевые слова: кормление, тритикале, молодняк крупного рогатого скота, зерносмесь, рацион, продуктивность, переваримость.

A. Melnichuk

PRODUCTIVITY AND METABOLIC PROCESSES IN THE BULL'S ORGANISM WHILE FEDING WITH DIFFERENT AMOUNT OF TRITICALE

The paper presents the results of the research on the use for fattening of young cattle with grain mixtures of different composition, harvested in the Polissya region of Ukraine (%): №1 (wheat – 40, lupine – 35, oats – 25), №2 (wheat – 20, triticale – 20, lupine – 35, oats – 25), №3 (triticale – 40, lupine – 35, oats – 25). It has been established that the replacement of grain mixture composed of 20-40% (by weight) of wheat middlings for the same amount of triticale middlings while fattening of bulls affects negatively on their productive capacities (at 8,0–14,8%) and digestibility of essential nutrients in feeds and increases the cost of feed per unit of production (at 8,3–16,7%).

The use of grain mixture in composition № 2 and № 3 for animal feeding of different dozes of triticale decreased the digestibility of essential nutrients in feed: dry substance at 1,04–3,12% of protein – 1,06–3,31, fat – 7,36–11,00, cellulose-0,35–3,08 and BER – a t0,54–2,05% in absolute. The postponent of nitrogen in the body of research groups of bulls was less at 26,61–35,45g or at 29,9–39,8% than in control figures.

Keywords: feeding, triticale, the young cattle, grain mixtures, ration, productivity, digestibility.

А. С. Романчук

**СРЕДНЕСУТОЧНОЕ ПОСТУПЛЕНИЕ И ВЫДЕЛЕНИЕ
НЕЭСТЕРИФИЦИРОВАННЫХ ЖИРНЫХ КИСЛОТ И ПРОДУКТИВНЫЕ
ПОКАЗАТЕЛИ КОРОВ ПРИ НАЛИЧИИ В ИХ РАЦИОНЕ
КОФЕЙНОГО ШЛАМА**

Исследованы обменные процессы азотсодержащих соединений в жидком содержимом рубца, продуктивность и состав молока коров в летний период. Высокий уровень клетчатки получили за счет добавления в рацион коров кофейного шлама. Коровам в составе комбикорма скармливали кофейный шлам в количестве 8 и 16 %. Установлено, что среднесуточно с кормами в организм коров, которым вместе с молодой злаково-бобовой травой и комбикормом скармливали кофейный шлам поступало на 4,2 и 11,2 % больше нейтральнодетергентной и 4,5 и 12,2 % кислотдетергентной клетчатки. Скармливание коровам кофейного шлама приводит к уменьшению концентрации азота аммиака и аминного азота в их жидком содержимом рубца независимо от времени по отношению к началу кормления. При этом, количество белкового азота в рубцовой жидкости исследовательских коров увеличивалась на 10-й час от начала кормления, а общего – на 7–10-й. В результате скармливания молодой травы, комбикорма и кофейного шлама у коров повышаются среднесуточные надои молока. Одновременно в молоке исследуемых коров увеличивается содержание белка, жира и лактозы. Наиболее выраженное влияние на обменные процессы азотсодержащих соединений в рубце и продуктивные показатели коров производит дополнительное скармливание коровам, вместе с молодой злаково-бобовой травой и комбикормом, кофейного шлама в количестве 16 % от массы комбикорма.

Ключевые слова: кофейный шлам, кислотдетергентная клетчатка, микробный белок, азотсодержащие соединения, аминный азот, белковый азот, общий азот.

A. Romanchuk

**AVERAGE DAILY REVENUES, BUT SELECTION IS NOT ESTERIFIED
FATTY ACIDS AND PRODUCTIVE COWS SIGNS IN THE PRESENCE
COFFEE IN THEIR DIET SLURRY**

Studied the metabolism of nitrogenous compounds in the liquid contents of the rumen, milk production and composition of milk cows in summer. Higher levels of fat obtained by the addition to the diet of cows coffee sludge. Cows fed feed consisting of coffee slurry in an amount of 8 and 16 %. Established that the average daily feed of cows in the body, which together with the young grasses and legumes and forage fed coffee sludge reported in 4.2 and 11.2 % more neutral detergent and 4.5 and 12.2 %

acid detergent fiber. Feeding cows coffee sludge results in reduction of nitrogen ammonia and amino nitrogen in their liquid roomy scar regardless of time relative to the start of feeding. Thus, the amount of protein nitrogen in the rumen fluid of cows increased research at the 10th hour from the start of feeding, and general — to 7–10th. As a result of feeding the young grass, fodder and coffee sludge cows increased average daily milk yield. At the same time research in the milk of cows increased protein, fat and lactose. The most pronounced effect on the metabolism of nitrogenous compounds in the rumen of cows and productive performance makes extra feeding cows with young grasses and legumes and forage, coffee slurry in an amount of 16 % by weight of feed.

Key words: coffee sludge, acid detergent fiber, microbial protein, nitrogen-containing compounds, amino nitrogen, protein nitrogen, total nitrogen

Ю. А. Цёва

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СПОСОБОВ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ СТРУКТУРЫ УРОЖАЙНОСТИ КУКУРУЗЫ

В работе исследован характер влияния способов механической обработки почвы по показателям структуры урожайности кукурузы. Установлено, что густота стояния кукурузы в конце вегетации зависит от способа механической обработки почвы. Наименьшая плотность стояния характерна для нулевой обработки, а наибольшая - для минимальной обработки. Между глубиной механической обработки и густотой стояния кукурузы установлена нелинейная связь. Наибольшая плотность наблюдается при минимальной обработке почвы, а увеличение или уменьшение глубины обработки приводит к уменьшению этого показателя. Масса початков на единицу поверхности почвы зависит от способа механической обработки. Наибольшая масса початков наблюдается при чизелевании почвы на глубину 40 см. Наименьший уровень этого показателя установлен для вспашки на глубину 25-27 см. Нулевая и минимальная обработка приводят к переходным показателям массы початков на единицу площади. Изменчивость густоты стояния, которая происходит в процессе вегетации, существенно не влияет на массу початков кукурузы. Механизм влияния способов обработки почвы на урожай осуществляется вследствие корректировки массы початков на единицу площади. Максимальному урожаю кукурузы способствует чизельная обработка почвы на глубину 40 см. Несколько меньший урожай можно получить при почвозащитной обработке или при нулевой обработке. Наименьший урожай кукурузы получен при пахоте на глубину 25–27 см.

Ключевые слова: механическая обработка, кукуруза, структура урожайности, густота стояния, урожай.

A. Tsova

EVALUATION OF METHODS FOR MECHANICAL CULTIVATION ACCORDING TO THE INDICATORS OF CORN YIELD

The impact of mechanical cultivation methods on soil structure parameters yield of corn have been studied. Changing the system cultivation should be reasonably informed decision, taking into account the diversity of soil, climate conditions diversity, national agricultural production, modern technology and must provide address a number of issues: the problem of production; phytocoenotic problem; environmental problem; social problem. In the context of resource first for the left-bank forest-steppe Ukraine scientifically proved the feasibility of a differentiated system of cultivation in the rotation, a part of which, depending on the structure of sown areas, it is recommended to implement periodic application of plowing on the background of pre-emptive use of deep and chisel plowing and surface and shallow cultivation combined disk and instruments. But the system of differentiated tillage and zero tillage system need its scientific coverage agroecological context. Therefore, research agroecological methods mentioned mechanical cultivation as environmental factors together complex interactions agro-ecosystem is an actual scientific and practical problems. Established that the density of standing corn at the end of the growing season will depend on how the mechanical cultivation. The smallest stand density characteristic zero tillage, and the highest - for minimum tillage. Mechanical cultivation between the depth and density of standing corn installed linear relationship. The highest density observed in minimum tillage, and increase or decrease the depth of soil leads to a decrease in this indicator. Mass starts per unit of surface soil tillage is defined way. The largest mass starts Chiseling observed in the soil to a depth of 40 cm. The lowest level of this indicator is set for plowing to a depth of 25-27 cm. Zero and minimum cultivation leads to transient performance starts mass per unit area. The variability of stand density that occurs during the growing season, did not significantly affect the weight starts corn. The action methods of cultivation to harvest is due to the adjustment of weight per unit area starts. The biggest corn crop cultivation contributes chisel plowing a depth of 40 cm. Somewhat smaller harvest can be obtained by cultivation of soil or soil with zero. The lowest maize harvest can be obtained by tilling to a depth of 25–27 cm.

Key words: mechanical tillage, corn, yield structure, stand density, yield.

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 (СИ). 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

І. В. Вагнер, В. І. Чорна

Вміст рухомих форм бору у техногенно-порушених ґрунтах Нікопольського марганцеворудного басейну..... 3

Л. Д. Романчук, Л. Б. Борисюк

Динаміка агрохімічних показників рекультивованого ґрунту в агроценозах енергетичної верби..... 13

С. І. Веремєєнко, В. А. Стріха, А. М. Озерчук

Перспективи використання торфу для відтворення родючості ґрунтів... 21

О. С. Заблоцька, Н. М. Опанащук

Порівняння дії високих концентрацій деяких важких металів на пшеницю озиму в умовах водної культури..... 30

Р. А. Валерко, Л. О. Герасимчук

Оцінка рівня техногенного навантаження Житомирської області..... 39

Рослинництво, плодощовівництво та кормовиробництво

В. В. Гамаюнова, І. М. Гаро

Урожайність і якість насіння ріпаку озимого залежно від обробітку ґрунту, строку та способу сівби в умовах Лісостепу України..... 49

В. Г. Дідора, І. Ю. Деревон, Л. Д. Саврасих

Технологічні показники якості сої залежно від інокуляції та удобрення в умовах Українського Полісся..... 57

В. П. Кирилюк

Урожайність пшениці озимої залежно від систем основного обробітку ґрунту та удобрення..... 63

В. П. Ткачук, В. В. Сторожук, Т. М. Тимошук

Забур'яненість та продуктивність агрофітоценозу пшениці озимої залежно від строків сівби і норм висіву..... 69

А. В. Бакалова, І. В. Івашенко

Ентомофаги в системі управління шкідливістю фітофагів на полину естрагоновому..... 79

С. М. В'юнцов

Агроекологічне обґрунтування продуктивності льону-довгунця залежно від застосування стимулятора росту Альбіт..... 86

Л. М. Кононенко

Продуктивність посівів льону олійного за різних норм висіву насіння в умовах південної частини Правобережного Лісостепу..... 94

В. І. Троценко, В. О. Ільченко

Якість зерна вівса залежно від елементів технології вирощування в умовах північно-східного Лісостепу України..... 102

Лісівництво

О. М. Гнатюк, Е. М. Кавун

Особливості розповсюдження омели білої (*Viscum album* L.) в придорожніх лісосмугах Лісостепу та Полісся України..... 110

І. С. Нейко, З. М. Юрків

Адаптивна здатність та особливості утворення репродуктивних органів сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) фінського походження на клонівій плантації в умовах Вінниччини..... 120

Ветеринарія

В. О. Євстаф'єва, І. В. Натягла

Вивчення дезінвазійних властивостей засобів дезінфекції щодо яєць гельмінтів курей роду *Capillaria*..... 128

Н. Г. Грушанська, В. М. Костенко, М. М. Обруч, М. І. Цвіліховський

Вміст важких металів у крові корів північно-східної біогеохімічної зони за різних технологій утримання..... 132

Ю. Ю. Довгій, Д. В. Феценко, М. Ю. Довгій, В. Ю. Іванов, О. В. Боднарчук, О. В. Коваленко

Вплив кормового концентрату «Живина» на молочну продуктивність та гематологічні показники корів..... 138

В. М. Плис

Патогістологічні зміни при пастерельозно-аскаридіозному мікст-захворюванні птиці за гострого та хронічного перебігу..... 144

О. Ю. Шинкарук, М. Д. Кухтин

Вплив мийного засобу «Ензимий» на мікробні біоплівки *Enterococcus faecalis* та *Escherichia coli*..... 153

Механізація

A. I. Boiko, V. M. Savchenko, V. V. Krot

Determination of readiness function of nozzle for operation..... 161

Е. Б. Алісв

Результати чисельного моделювання механіко-технологічного процесу переміщення насінневого матеріалу олійних культур під дією повітряного потоку..... 173

А. І. Бойко

Деякі економічні аспекти забезпечення надійності техніки..... 180

Ю. Б. Бродський, О. В. Масвський, С. М. Васько

Моделювання динаміки розвитку систем типу «хижак – жертва» на основі фазових траєкторій..... 185

Г. А. Голуб, О. М. Ачкєвич

Оптимізація величини кутової швидкості змішувачів барабанного типу... 194

М. Я. Довжик, Я. Татяненко, О. О. Соларьов, Ю. В. Сіренко

Універсальні рівняння траєкторії криволінійного руху чотирьохколісної машини..... 202

Я. В. Євчук

Застосування нетрадиційної сировини в технології хліба..... 211

Б. В. Ємець

Визначення максимальної швидкості руху автомобілів сільськогосподарського призначення на генераторному газу..... 221

С. М. Кухарець, Я. Д. Ярош, С. В. Ярош

Оцінка потенціалу сировини рослинного походження для теплових потреб у Житомирській області..... 230

С. М. Кухарець, П. М. Забродський

Напружений стан ґрунту і процеси структуроутворення при обробітку дисковими робочими органами..... 240

Л. В. Лось, Н. М. Цивенкова, А. А. Голубенко, М. Б. Терещук

Етнодизайн енергетичних комплексів, які працюють на біопаливі..... 248

О. Л. Мельник, Я. Д. Ярош, В. В. Сєров, В. В. Отаманський

Вплив високодисперсних вуглецевих наповнювачів на теплові властивості композиційних систем «кераміка-вуглець»..... 259

О. О. Налобіна, Н. В. Васильчук

Комбінаторно-морфологічний синтез жатки для збирання соняшнику..... 270

О. О. Налобіна, А. В. Шимко

Дослідження взаємодії валика модернізованого підкопуючого робочого органу картоплезбиральної машини з бульбою..... 279

Л. Г. Савченко, С. М. Кухарець, В. М. Савченко

Аналіз системи цивільного захисту в АПК України..... 285

О. Ф. Соколовський, Л. М. Соколовська	
Енергозберігаюче керування освітлювальною установкою.....	293
В. О. Турченко, Н. А. Фроленкова, А. М. Рокочинський	
Системна оптимізація режимних, технологічних та конструктивних параметрів рисових зрошувальних систем на еколого-економічних засадах.....	302
Р. С. Грудовий	
Обґрунтування установки для дослідження гвинтових конвеєрів з обертовим кожухом.....	313
С. С. Карабиньш, З. А. Федченко	
Дослідження стану поверхні та структури поверхневих шарів металу зношених сепаруючих решіт у процесі експлуатації.....	320

Тваринництво

В. А. Басаргін, О. О. Лавринюк, В. Ю. Мамченко	
Економічна оцінка використання в раціонах молодняку німецької вівчарки м'ясних субпродуктів	327

Сторінка молодого вченого

Є. О. Алексєєва	
Вплив мелофаг на гематологічні показники інвазованих овець.....	333
Р. В. Ковальчук	
Результати експериментальних досліджень деформації зламу стебел конопель.....	337
А. М. Лихочвор	
Продуктивність та економічна ефективність ріжю ярого залежно від норм добрив в умовах Західного Лісостепу.....	342
О. П. Мельничук	
Продуктивність та обмінні процеси в організмі бугайців за згодовування різних доз тритикале.....	348
А. С. Романчук	
Середньодобове надходження й виділення неестерифікованих жирних кислот та продуктивні ознаки корів за наявності в їх раціоні кавового шламу.....	354
Ю. А. Цьова	
Оцінка впливу способів механічного обробітку за показниками структури урожайності кукурудзи.....	363
Анотації.....	375
Вимоги.....	422