

Редакційна колегія:

д.с.-г.н. Романчук Л. Д.
(головний редактор)
д.н. Раманаускас Ю. (Литва)
д.вет.н. Горальський Л. П.
д.т.н. Кухарець С. М.
(заступники головного редактора)
к.с.-г.н. Тимошук Т. М.
к.е.н. Куровська Н. О.
(виконавчі редактори)
д.е.н. Скидан О. В.
к.с.-г.н. Бондарева Л. М.
д.с.-г.н. Веремєєнко С. І.
д.т.н. Грабар І. Г.
д.е.н. Данкевич В. Є.
д.ф.-м.н. Журавльов В. П.
к.б.н. Зимарова А. А.
д.е.н. Зіновчук В. В.
д.е.н. Зінчук Т. О.
к.с.-г.н. Іванова І. Є.
к.б.н. Іващенко І. В.
д. т. н. Ковбасюк С. В.
к. вет. н. Колеснік Н. Л.
д.б.н. Котюк Л. А.
к.т.н. Кульман С. М.
к.е.н. Куцмус Н. М.
д.с.-г.н. Марковська О. Є.
к.т.н. Медведський О. В.
д.е.н. Михайлов А. М.
д.т.н. Молодецька К. В.
д.с.-г.н. Мойсієнко В. В.
к.е.н. Плотнікова М. Ф.
д.н. Сандал Я.-У. (Норвегія)
д.н. Собек З. (Польща)
д.вет.н. Сорока Н. М.
д.с.-г.н. Ставецька Р. В.
д.с.-г.н. Федонюк Т. П.
к.т.н. Цивенкова Н. М.
д.е.н. Чижевська Л. В.
к.с.-г.н. Чумак П. Я.
д.н. Шараускіс Е. (Литва)
д.е.н. Шірінян Л. В.
д.с.-г.н. Шлапак В. П.
к.т.н. Ярош Я. Д.

Editorial board:

L. Romanchuk, Dr. of Agr. Sc.
(editor-in-chief)
J. Ramanauskas (Lithuania), Dr. Hab.
L. Goralsky, Dr. of Vt. Sc.
S. Kuharets, Dr. of Eng. Sc.
(deputies editor-in-chief)
T. Tymoshchuk, Cand. of Agr. Sc.
N. Kurovska, Cand. of Ec. Sc.
(executive editors)
O. Skydan, Dr. of Ec. Sc.
L. Bondareva, Cand. of Agr. Sc.
S. Veremeyenko, Dr. of Agr. Sc.
I. Grabar, Dr. of Eng. Sc.
V. Dankevych, Dr. of Ec. Sc.
V. Zhuravlyov, Dr. of Phys. and Math. Sc.
A. Zymarioieva, Cand. of Biol. Sc.
V. Zinovchuk, Dr. of Ec. Sc.
T. Zinchuk, Dr. of Ec. Sc.
I. Ivanova, Cand. of Agr. Sc.
I. Ivashchenko, Cand. of Biol. Sc.
S. Kovbasyuk, Dr. of Eng. Sc.
N. Kolesnik, Cand. of Vt. Sc.
L. Kotyuk, Dr. of Biol. Sc.
S. Kulman, Dr. of Eng. Sc.
N. Kutsmus, Cand. of Ec. Sc.
O. Markovska, Dr. of Agr. Sc.
O. Medvedskyi, Cand. of Ec. Sc.
A. Mykhailov, Dr. of Ec. Sc.
K. Molodetska Dr. of Eng. Sc.
V. Moisiienko, Dr. of Agr. Sc.
M. Plotnikova, Cand. of Ec. Sc.
Jan-U. Sandal (Norway), Fil. Dr.
Z. Sobek (Poland), Dr. Hab.
N. Soroka, Dr. of Vt. Sc.
R. Stavetska, Dr. of Agr. Sc.
T. Fedonyuk, Dr. of Agr. Sc.
N. Tsyvenkova, Cand. of Ec. Sc.
L. Chyzhevskaya, Dr. of Ec. Sc.
P. Chumak, Cand. of Agr. Sc.
E. Sarauskis (Lithuania), Dr. Hab.
L. Shirinyan, Dr. of Ec. Sc.
V. Shlapak, Dr. of Agr. Sc.
Ya. Yarosh, Cand. of Ec. Sc.



**Засновник, редакція,
видавець –**

**ЖИТОМИРСЬКИЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ
АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Свідоцтво
про державну реєстрацію
Серія КВ № 23134-12974 ПР
від 19.02.2018 р.

Науковий журнал 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 науковому журналі, та шляхом додаткового рецензування і надання відповідної рекомендації.

ISSN: 2663-2144

Головний редактор
О. В. Скидан

Відповідальні за випуск
Т. М. Тимощук, Н. О. Куровська

Науковий редактор
Л. Д. Романчук

Редагування англomовних текстів
Г. О. Хант, С. В. Кубрак

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

**Друкується за рішенням
Вченої ради ЖНАЕУ
протокол № 3 від 30.10.2019 р.**

Підписано до друку 30.10.2019 р.
Формат 210x297.

Ум. друк. арк. 10,3

Наклад 100 пр. Зам. № 319

**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: skydanolegv@ukr.net

© Житомирський національний
агроєкологічний університет, 2019

doi: 10.33249/2663-2144-2019-83-10-3-12

UDC 633.1:631.82:644.71(477.7)

**INFLUENCE OF SPRING BARLEY NUTRITION OPTIMIZATION
ON GRAIN QUALITY FORMATION
IN THE SOUTHERN STEPPE OF UKRAINE**

V. Gamayunova, T. Kasatkina

e-mail: gamajunova2301@gmail.com

Mykolaiv National Agrarian University

9, George Gongadze Str., Mykolaiv, 54020, Ukraine

The article highlights the importance of resource-saving nutrition of spring barley plants based on the use of biopreparations for foliar fertilizing and their impact on the main indicators of grain quality of the two studied varieties grown in the zone of arid southern Steppe of Ukraine.

It was established that the use of modern biopreparations for the nutrition of spring barley, significantly affected the implementation of the biological potential of the crop, contributed to the growth of the crop and improved the main quality indicators of both spring barley varieties. It was determined that growing crops in the arid southern steppe of Ukraine, it was increased not only the level of grain yield, and in a certain way and its quality it influenced by the optimization of the supply change, including increases the mass of 1000 grains, nature of grain protein content and its conditional harvesting per unit area. These indicators depended on weather conditions and primarily on the amount of precipitation that fell before sowing and during the vegetation period.

Most of the protein in the spring barley grain was accumulated in 2018, and the least of it was in 2016. In the context of varieties the significant difference in the protein content was not defined. The amount of it in both varieties increased depending on the optimization of nutrition and, on average, for three years it was increased from 10.8 % in the control to 11.3–11.6 % in variants with fertilizing in Stalker variety and from 10.7 to 11.3–11.6 % in Vakula variety. The conditional protein harvesting on average during the years of research increased respectively from 0.26 to 0.38 t/ha and from 0.26 to 0.39 t/ha, respectively.

Our studies proved that the optimization of the nutrition of spring barley plants through the use of modern growth-regulating preparations was quite important, which was already manifested in recent years and would be enhanced in the future, including on other crops. After all, due to insufficient amounts of organic, mineral and micronutrients and changes in climatic conditions, the importance of nutrition in increasing crop yields and significantly improving the main indicators of the quality of grown products is clearly manifested.

Key words: spring barley, varieties, plant-growth regulators, grain quality, content and conditional protein harvesting.

**ВПЛИВ ОПТИМІЗАЦІЇ ЖИВЛЕННЯ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО
НА ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ЗЕРНА
В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ**

В. В. Гамаюнова, Т. О. Касаткіна

e-mail: gamajunova2301@gmail.com

Миколаївський національний аграрний університет

вул. Георгія Гонгадзе, 9, м. Миколаїв, 54020, Україна

У статті висвітлено значення ресурсозберігаючого живлення рослин ячменю ярого на засадах застосування біопрепаратів для позакоренових підживлень та їх вплив на основні показники якості зерна двох досліджуваних сортів за вирощування в зоні посушливого Південного Степу України.

Встановлено, що використання сучасних біопрепаратів для живлення ячменю ярого істотно позначається на реалізації біологічного потенціалу культури, сприяє зростанню врожаю та покращенню основних показників якості обох сортів ячменю ярого. Визначено, що за вирощування

культури в умовах посушливого Південного Степу України не лише рівень урожайності зерна, а і, певним чином, його якість під впливом оптимізації живлення змінюються, у т.ч. збільшується маса 1000 зерен, натура зерна, вміст білка та його умовний збір з одиниці площі. Залежать ці показники і від погодних умов й, у першу чергу, від кількості опадів, що випали до сівби та упродовж періоду вегетації.

Найбільше білка в зерні ячменю ярого накопичено у 2018 р., а найменше – у 2016 р. У розрізі сортів істотної різниці у вмісті білка не визначено. Кількість його у обох сортів зростала під впливом оптимізації живлення і в середньому за три роки збільшилася з 10,8% у контролі до 11,3–11,6% у варіантах з проведенням підживлень у сорту Сталкер та з 10,7 до 11,3–11,6% у сорту Вакула. Умовний збір білка в середньому за роки досліджень зростав, відповідно, з 0,26 до 0,38 т/га і з 0,26 до 0,39 т/га, відповідно.

Дослідженнями обґрунтовано, що оптимізація живлення рослин ячменю ярого шляхом застосування сучасних рістрегулюючих препаратів є досить важливою, що вже проявляється в останні роки і буде посилюватись у подальшому, в т.ч. і на інших культурах. Адже, за недостатніх обсягів внесення органічних, мінеральних і мікродобрив та змін кліматичних умов чітко проявляється значення живлення як у підвищенні врожайів сільськогосподарських культур, так і істотному покращенні основних показників якості вирощеної продукції.

Ключові слова: ячмінь ярий, сорти, регулятори росту рослин, якість зерна, вміст та умовний збір білка.

Вступ

Економічний розвиток, стратегію та сталість держави, зокрема і України, в першу чергу, визначають за кількістю виробленого зерна. До того ж, важливо виростити не лише значні його обсяги, але і отримати високу якість зернової продукції. Зона Південного Степу України відома у світі як житниця хлібів усіх зернових культур, до того ж, як регіон, який забезпечує отримання зерна з високими показниками його якості.

Ячмінь ярий у структурі зернових рослин займає чільне місце, його використовують як продовольчу, технічну та фуражну культуру в основних посівах, а часто і як страхову для пересіву озимини. Відомо, що площі ячменю ярого останнім часом, у зв'язку з посиленням посушливості клімату зменшуються. Так, відсоток ячменю ярого у структурі зернових та зернобобових культур за період з 2000 до 2015 року зменшився більше, ніж удвічі – з 26,8 до 12 %. До того ж, згідно з даними Держстатистики України, такий відсоток залишається на зазначеному рівні за рахунок приватних і фермерських господарств, а у структурі посівних площ сільськогосподарських підприємств на ячмінь ярий припадає лише 7,6 % (Derzhavna ..., 2016). Такий стан щодо площ під ячменем ярим пов'язаний з нестабільною врожайністю цієї культури у різні за кліматичними умовами роки вирощування та нижчим його рівнем порівняно з озимими зерновими культурами.

Метою досліджень було визначення впливу оптимізації ресурсозберігаючого живлення ячменю ярого на формування врожайності зерна та основних показників його якості за вирощування двох сортів цієї культури в умовах Південного Степу України. Зазначені питання раніше більшою мірою досліджували залежно від внесення різних доз і співвідношень мінеральних добрив, а наші дослідження базуються на використанні для оптимізації живлення сучасних рістрегулюючих препаратів.

Численними дослідженнями встановлено, що ячмінь чи не найістотніше від інших зернових культур реагує на оптимізацію живлення та може забезпечити приріст урожаю зерна на рівні 1,5–2,0 т/га і більше (Gamajunova, 2017; Hamaiunova et al., 2019; Panfilova et al., 2019). До того ж, слід зазначити і вплив живлення на основні показники якості зерна. Так, ячмінь ярий слід удобрювати з урахуванням напряму його використання, зокрема для пивоваріння, культуру, перш за все, необхідно забезпечити фосфорно-калійними добривами, які збільшують накопичення в зерні крохмалю, а для продовольчого і кормового напряму виробництва зерна слід вносити азотні, які істотно підвищують вміст білка в зерні не лише ячменю, а й інших культур (Sozynov, 1985; Hamaiunova, 2015; Kostyria, 2012).

Отже, оптимізація живлення впливає як на рівень урожаю зерна, так і позначається на основних показниках його якості. Сприяють

цьому і природно-кліматичні умови степової зони України, яка посідає чільне місце у загальному виробництві зерна та аграрному секторі економіки країни. Разом з тим, динаміка площ посіву і валових зборів сільськогосподарських культур характеризується значними коливаннями (Cherenkov *et al.*, 2015). Зазначене, насамперед, залежить від впливу кліматичних факторів, від яких рівні врожаїв можуть змінюватися до 50%, що особливо проявляється в останні десятиліття у зв'язку з глобальними кліматичними змінами. Дослідженнями та порівняльним аналізом багаторічних даних визначено, що зростання температурного режиму негативно впливає на продуктивність рослин, у т.ч. і ячменю ярого (Chaban, 2017). Автором встановлено, що за підвищення середніх температур до 16,4–18,4°C урожайність знижується в межах 22–31%. Так, якщо за середньої температури впродовж вегетаційного періоду (квітень–червень) на рівні 12,7–13,7 °C урожайність зерна ячменю ярого складає 2,88 т/га, то за температури 16,0–16,7 °C вона знижується до 2,08 т/га, а 17,8–19,0 °C – 1,82 т/га зерна (Chaban, 2017). Проте чи не найбільш значно врожайність змінюється і залежить від добрив. У дослідженнях науковців Черкаської державної сільськогосподарської дослідної станції з ячменем ярим встановлено, що без добрив сортом Хадар сформовано 2,3 т/га зерна, а за внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 4,07 т/га. Вміст білка в зерні, відповідно, склав 10,94 та 12,11% (Rasevych & Shahurska, 2019). Саме за рахунок оптимізації живлення сільськогосподарські рослини і ячмінь ярий у тому числі більш економно та повно використовують вологу, що встановлено нашими дослідженнями (Panfilova & Hamaionova, 2019). Адже існує пряма залежність, чим щільніший травостій та більш високий урожай, тим ефективніше використовується волога на сформовану одиницю продукції. Багатьма дослідниками визначена позитивна дія добрив та оптимізації живлення сільськогосподарських культур, зокрема і ячменю ярого, у т.ч. шляхом застосування біопрепаратів і рістрегулюючих речовин, в істотному збільшенні врожаю зерна у різних зонах вирощування (Hamaionova *et al.*, 2018; Kasatkina & Hamaionova, 2018; Bomba *et al.*, 2019).

Матеріали та методи

Дослідження з сучасними рістрегулюючими препаратами на ячмені ярому проведено

впродовж 2016–2018 рр. на чорноземі південному в умовах Навчально-науково-практичного центру Миколаївського НАУ. Дослід двофакторний: фактором А слугували два сорти: Сталкер та Вакула, на яких досліджували препарати (фактор В) – фреш флорід у дозах 200 та 300 г/га; фреш енергія (200 г/га), Органік Д2-М (1 л/га) та Ескорт-біо (500 г/га). Обробляли посіви рослин у три фази вегетації: кушіння, вихід у трубку та початок колосіння, а також у всі три зазначені періоди з накладанням підживлень.

Ґрунт – чорнозем південний важко-суглинковий залишково-солонцюватий. У шарі ґрунту 0–30 см міститься гумусу (за Тюрнімом) – 2,9–3,2%, легкогідролізованого азоту 60–62; нітратів (за Грандваль-Ляжу) – 20–25, рухомого фосфору (за Мачигінімом) – 35–49 мг; обмінного калію (на полуменовому фотометрі) – 320–370 мг/кг ґрунту, рН–6,8–7,2.

Результати досліджень та обговорення

Ефективність оптимізації живлення підтверджена і нашими дослідженнями з двома сортами ячменю ярого, що ілюструє рисунок 1, дані якого свідчать про значення ресурсозберігаючого живлення у впливі на формування більш високих рівнів урожайності зерна.

До того ж, простежуються переваги кількості зроблених позакоренових підживлень. Так, сортом Сталкер за проведення одного підживлення у фазу кушіння у середньому по препаратах за 2016–2018 рр. сформовано 2,88 т/га зерна, двох - ще і в період виходу рослин у трубку – 3,16, а трьох – ще й на початку колосіння – 3,41 т/га, при рівні його у контролі – 2,47 т/га. Сорт Вакула забезпечив урожайність зерна, відповідно, на рівнях: 2,88; 3,21; 3,50 і 2,50 т/га. Таким чином, за триразового проведення позакоренових підживлень посіву рослин ячменю ярого в основні періоди вегетації врожайність зерна порівняно з контролем зростає: у сорту Сталкер на 38,1 %, сорту Вакула на 40,0 % у середньому по всіх досліджуваних препаратах, а за обробки посіву рослин фреш флорідом 300 г/га, відповідно, на 45,8 та 48,4 % відносно контролю. Саме цей препарат за зазначеної концентрації забезпечив отримання максимальних рівнів врожаю зерна у сорту Сталкер у середньому за три роки 3,60, а Вакула – 3,71 т/га.

Урожайність зерна, т/га

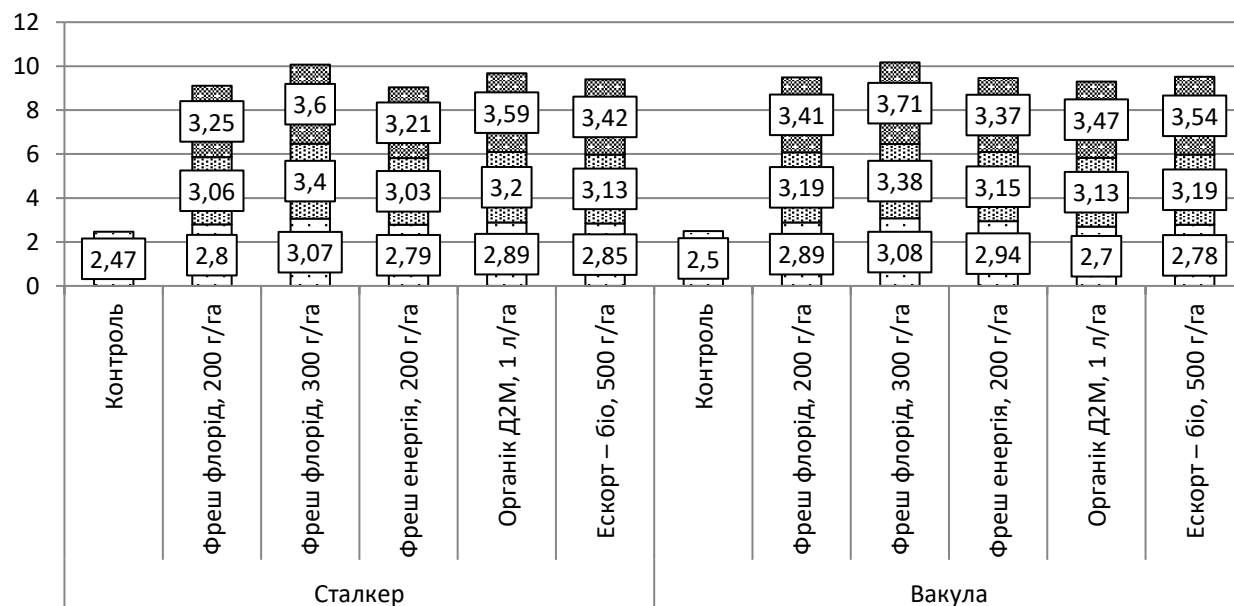


Рис. 1. Вплив препаратів та кількості обробок посіву рослин на врожайність зерна сортів ячменю ярого (середнє за 2016–2018 рр.), т/га

Примітка: □ 1 обробка ▨ 2 обробки ■ 3 обробки

Нашими дослідженнями визначено, що, разом з рівнем урожаю ячменю ярого, під впливом оптимізації живлення змінюються і

основні показники його якості. Встановлено, що незалежно від року вирощування цей технологічний захід сприяв збільшенню маси 1000 зерен (табл. 1).

Таблиця 1. Маса 1000 зерен сортів ячменю ярого залежно від досліджуваних факторів у роки вирощування, г

Варіант живлення (фактор В)		Сталкер (А)				Вакула (А)			
		2016 р.	2017 р.	2018 р.	2016–2018 рр.	2016 р.	2017 р.	2018 р.	2016–2018 рр.
1 контроль обробка рослин водою		53,7	43,0	48,4	48,4	45,2	42,5	43,4	42,8
Фреш флорід, 200 г/га	1 обробка	54,2	46,1	51,0	50,4	46,5	42,0	45,2	44,5
	2 обробки	55,7	46,1	52,7	51,7	47,2	42,6	45,4	45,1
	3 обробки	56,6	46,8	53,7	52,4	47,8	43,4	48,2	46,5
Фреш флорід, 300 г/га	1 обробка	55,7	45,4	48,6	49,9	47,3	42,0	45,3	44,9
	2 обробки	58,2	46,9	50,3	51,8	47,9	43,6	46,0	45,9
	3 обробки	58,4	47,7	53,2	53,1	49,6	44,0	46,2	46,6
Фреш енергія, 200 г/га	1 обробка	53,8	45,5	52,0	50,4	45,9	41,3	44,9	44,0
	2 обробки	54,6	47,0	56,6	51,4	48,3	42,2	45,9	45,5
	3 обробки	55,9	49,0	54,1	53,0	48,9	42,3	46,1	45,8
Органік Д-2М, 1 л/га	1 обробка	54,0	43,1	51,8	49,6	47,0	39,9	44,9	44,5
	2 обробки	54,9	44,8	53,5	51,0	47,9	41,6	45,6	45,0
	3 обробки	55,5	45,4	53,8	51,6	49,3	41,6	45,7	45,8
Ескорт-біо, 500 г/га	1 обробка	53,8	45,5	52,8	50,7	46,4	40,7	45,1	44,1
	2 обробки	55,0	46,0	53,0	51,3	48,4	41,3	45,7	45,1
	3 обробки	54,9	46,8	54,9	52,2	49,5	42,5	46,8	46,3
НІР _{05, г} А		1,6	1,1	1,3					
В		0,3	0,5	0,5					
АВ		1,8	1,3	1,6					

Під впливом позакоренових підживлень досліджуваними препаратами вона збільшилася і в середньому за всі роки досліджень досягла максимуму за триразової обробки посіву рослин

впродовж їх вегетації. При цьому, маса 1000 зерен визначена більшою як порівняно з контролем, так і з середнім показником по всіх трьох строках підживлень (рис. 2).

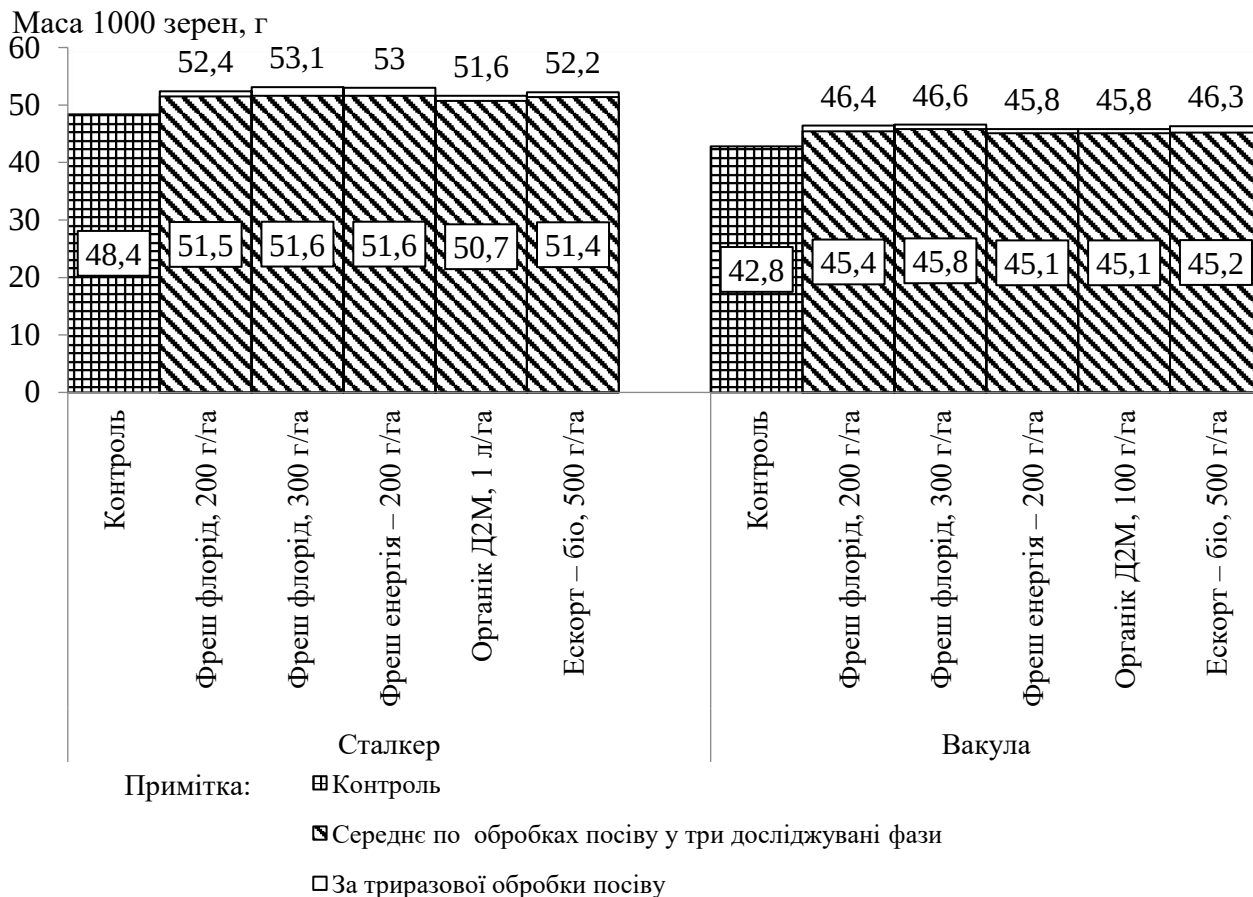


Рис. 2. Маса 1000 зерен ячменю ярого залежно від сорту, препарату та кількості обробок посіву (середнє за 2016–2018 рр.), г

Дана закономірність є характерною для обох взятих на вивчення сортів ячменю ярого. Проте слід зазначити, що більшою величиною маси 1000 зерен характеризується сорт ячменю ярого Сталкер, а у сорту Вакула вона менша. Так, у контролі маса 1000 зерен по сортах склала, відповідно, 48,4 і 42,8 г, у середньому по всіх варіантах обробок – 51,4 та 45,2, а за триразового підживлення – 52,5 і 46,2 г, відповідно. З досліджуваних препаратів на масу 1000 зерен сортів ячменю ярого сприятливіше позначились Фреш флорід, 300 г/га і Фреш енергія, 200 г/га, загалом різниця між усіма препаратами у впливі на цей показник не була значною, і особливо у сорту Вакула.

Дещо з іншою залежністю взяті на дослідження препарати вплинули на натурну масу зерна. Цей показник якості також зростав залежно від препарату та кількості проведених позакоренових підживлень (рис. 3).

Натура зерна знову ж більшою визначена у сорту Сталкер. Максимальних значень вона досягла по фоні обробки посіву Ескаортом-біо у дозі 500 г/га і склала у сорту Сталкер – 599,8 г/л, а сорту Вакула – 567,4 г/л при показниках без підживлень (за обробки рослин водою) 588,1 та 543,0 г/л, або збільшилась порівняно з контрольним варіантом на 2,0 та 4,5%, відповідно.

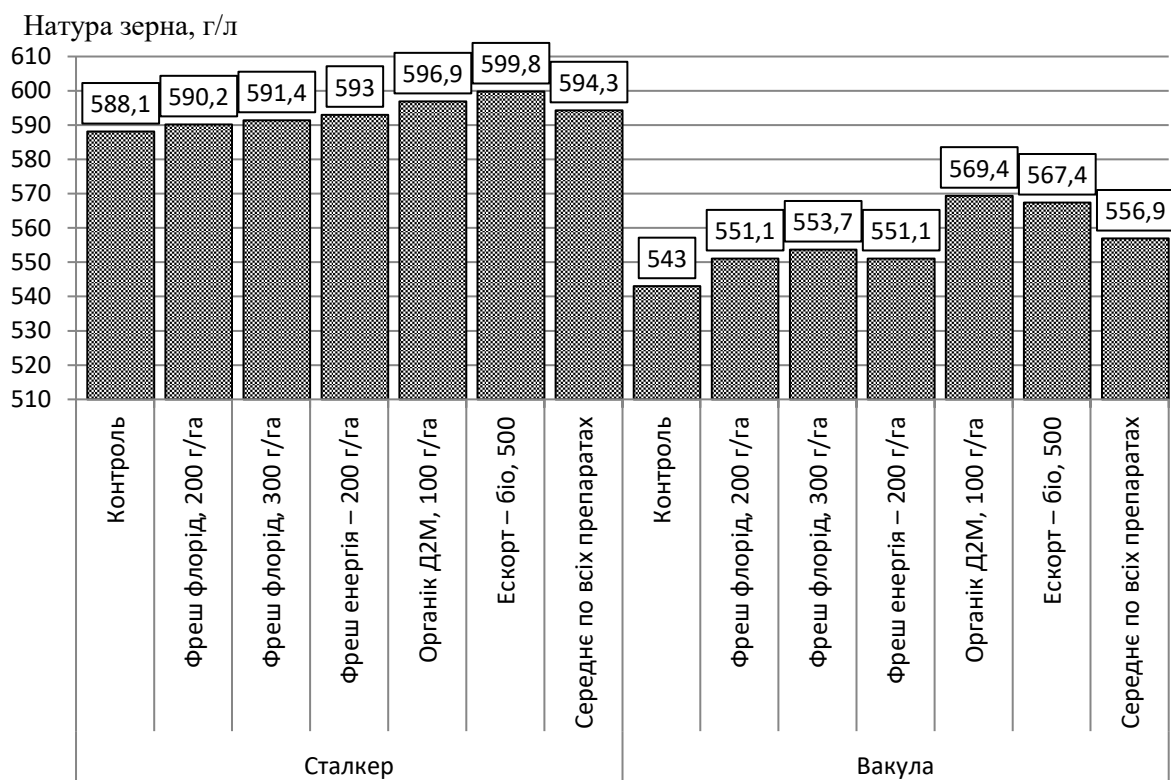


Рис. 3. Вплив обробки посіву ячменю ярого препаратами на натурну масу зерна (середнє за 2016–2018 рр.), г/л

Слід зазначити, що як маса 1000 зерен, так і натура зерна, істотно різнилися за роками вирощування та мали обернену залежність. Так, якщо маса 1000 зерен найбільших значень досягла у сприятливому за зволоженням 2016 році, то натура зерна у ньому визначена, навпаки, найменшою. Відповідно, у найбільш несприятливому за зволоженням 2017 році маса 1000 зерен визначена найменшою, то натура його маса, навпаки, найбільшою була саме у зерна, сформованого у 2017 році. Дію досліджуваних препаратів для позакореневих підживлень посіву рослин ячменю ярого та кількості проведених обробок для оптимізації живлення, при цьому, простежували з чіткою їх залежністю в усі роки вирощування.

Однак, основним показником якості зерна ячменю ярого, як і інших зернових культур, є вміст у ньому білка. Саме за цим показником зерно відносять до різних класів, від чого залежить напрям його використання, адже відомо, що з оптимізацією живлення вміст білка в зерні зростає [13]. Підтверджено це і нашими дослідженнями. Так, у середньому за 2016–2018 рр. у зерні ячменю ярого, вирощеному без обробки посіву препаратами, а лише водою, тобто у контролі, сортом Сталкер білка сформовано 10,8%, то за триразового підживлення рослин в основні періоди вегетації його вміст збільшився до 11,3%, а сортом Вакула – 10,7 та 11,3%, відповідно (рис. 4).



Рис. 4. Вплив оптимізації живлення ячменю ярого на вміст білка в зерні залежно від сорту та умов року вирощування, %

За цим показником якості зерно ячменю відносять до пивоварного, продовольчого чи фуражного напрямів використання. Вміст білка в зерні ячменю ярого, як визначено дослідженнями, змінюється як під впливом обробки посіву рослин рістрегуляторами в основні періоди вегетації, так і залежно від погодних умов, які склалися у роки вирощування (табл. 2).

Визначено, що найменше білка в зерні обох сортів ячменю ярого було сформовано у найбільш сприятливому за зволоженням 2016 році, а найбільше – у 2018 році. Накопичення максимальної кількості білка в зерні обох сортів ячменю ярого забезпечила триразова обробка посіву рослин у основні періоди вегетації препаратами Органік Д-2М або Ескортом-біо.

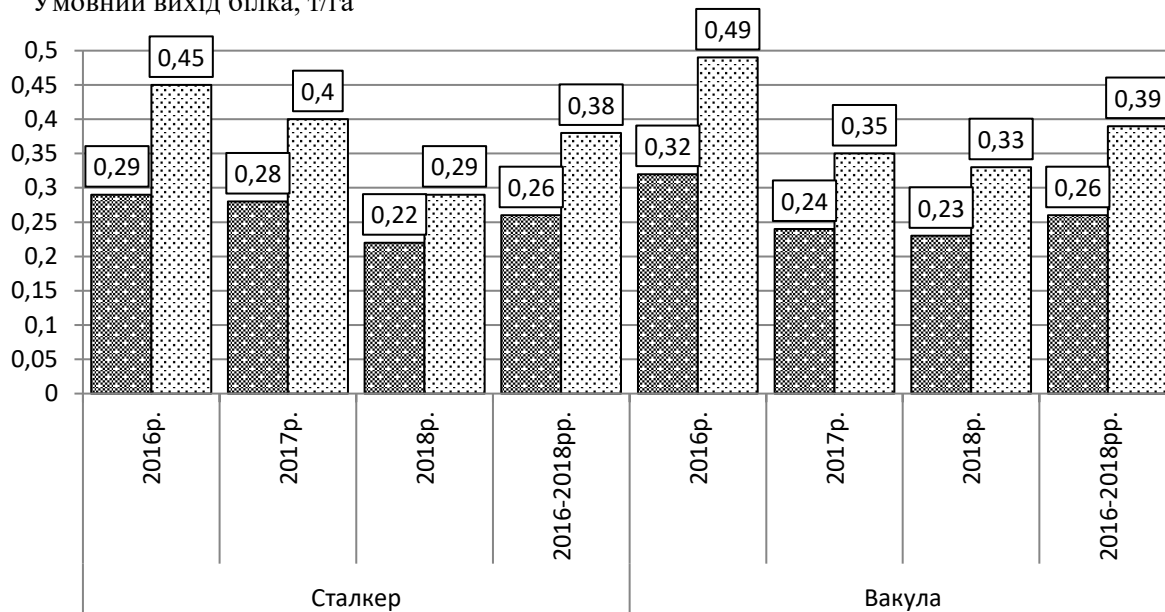
Таблиця 2. Вміст білка в зерні ячменю ярого залежно від сорту, умов року та біопрепарату за триразової обробки посіву, %

Варіант живлення (Фактор В)	Сталкер (А)				Вакула (А)			
	2016 р.	2017 р.	2018 р.	2016–2018 рр.	2016 р.	2017 р.	2018 р.	2016–2018 рр.
контроль	10,1	10,6	11,6	10,8	9,8	10,7	11,5	10,7
Фреш флорід, 200 г/га	10,4	10,8	11,7	11,0	9,9	10,9	11,8	10,9
Фреш флорід, 300 г/га	10,8	11,2	11,9	11,3	10,2	11,5	12,1	11,3
Фреш енергія, 200 г/га	10,6	10,8	11,6	11,0	10,0	11,2	11,8	11,0
Органік Д-2М, 1 л/га	10,9	11,4	12,2	11,5	10,7	11,3	12,6	11,5
Ескорт-біо, 500 г/га	11,0	11,5	12,2	11,6	10,8	11,4	12,5	11,6
НІР _{0,5} А	0,2	0,1	0,2					
В	0,1	0,3	0,3					
АВ	0,3	0,4	0,5					

Важливим є і такий розрахунковий показник, як умовний збір білка з одиниці площі. Ми визначили його і встановили, що він залежить від

погодних умов вегетаційного періоду, сортових особливостей культури та оптимізації живлення рослин ячменю ярого (рис. 5).

Умовний вихід білка, т/га



Примітка: ■ Контроль – (обробка водою)

▨ Обробка посіву тричі за вегетацію (середнє по препаратах)

Рис. 5. Умовний збір білка залежно від оптимізації живлення, т/га

Як визначено нашими дослідженнями, за оптимізації живлення умовний збір білка з гектару посіву істотно зростає, зокрема, у середньому за роки досліджень та по препаратах, у сорту Сталкер на 46,2 % (з 0,26 т/га у контролі до 0,38 т/га), а сорту Вакула – на 50,0 %, або, відповідно, з 0,26 до 0,39 т/га.

На накопичення білка, окрім живлення, істотно впливають умови у період формування (наливу) зерна. Зокрема відомо, що у сприятливі за зволоженням роки, або за вирощування зернових культур на зрошенні, вміст білка знижується, а у посушливі роки, навпаки, зростає. В наших дослідженнях найменше білка сформувало зерно ячменю ярого у 2016 р., а найбільше – у 2018 році. Стосовно сортів, взятих для вирощування, за усередненими показниками трирічного дослідження істотної різниці між ними не визначено. Проте у 2016 р. менше білка в зерні накопичено сортом Вакула, а у 2018 р. за оптимізації живлення, навпаки, ним сформовано максимальну (12,2%) кількість білка, тоді як у контрольних варіантах за обробки рослин водою

різниці у вмісті білка в зерні у розрізі сортів не визначено.

Встановлено, що умовний збір білка з одиниці площі за оптимізації живлення рослин ячменю ярого істотно зростає незалежно від умов року вирощування культури. Так, хоч у 2016 році вміст білка в зерні обох досліджуваних сортів ячменю був найменшим, умовний збір його з гектара, при цьому, визначений максимальним із трьох років вирощування. Разом з тим, не дивлячись на максимальний вміст білка в зерні ячменю ярого у 2018 р., умовний збір його з одиниці площі був найменшим. Нашими дослідженнями встановлено, що, незалежно від умов, що склалися у роки вирощування ячменю ярого, умовний збір білка за проведення позакоренових підживлень посіву рослин в основні періоди вегетації, зростає. Це збільшення у середньому за 2016–2018 рр. порівняно з контролем (0,26 т/га) по сорту Сталкер склало до 0,38, а Вакула – 0,39 т/га, або зросло, відповідно, на 46,2 та 50,0%, що є виключно важливим.

Висновки

Проведення позакореневих підживлень рослин ячменю ярого рістрегулюючими препаратами в основні періоди вегетації сприяє істотному підвищенню рівня врожаю зерна та покращенню основних показників його якості. Перш за все, в зерні зростає вміст білка, його умовний збір з одиниці площі, натура та маса 1000 зерен. Між взятими на дослідження сортами ячменю ярого суттєвих відмінностей як у рівнях урожайності, так і якості зерна нами не визначено, а із препаратів за впливом на ці показники переважали Фреш-флорід, 300 г/га, Ескорт-біо, 500 г/га і Органік Д-2М, 1 л/га.

References

- Bomba, M., Dudar, I., Lytvyn, O., Tuchapskyi, O. & Potopliak, O. (2019). Struktura vrozhaiu sortiv yachmeniu yaroho zalezno vid normy mineralnogo udobrennia [Structure of spring barley varieties depending on the rate of mineral fertilizers]. *Visnyk Lvivskoho natsionalnogo ahrarnoho universytetu. Ahronomiia*, 23, 93–96. doi: <https://doi.org/10.31734/agronomy.2019.01.093> [in Ukrainian].
- Chaban, V. (2017). Dynamika temperaturnoho rezhymu ta rozpodil urozhaiv yachmeniu yaroho v pivnichnomu Stepu Ukrainy [Dynamics of temperature regime and productivity of spring barley in the northern steppe of Ukraine]. *Aktualni pytannia suchasnykh tekhnologii, vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur v umovakh zmin klimatu* : zbirnyk naukovykh prats Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii (pp. 41–44). Kamianets-Podilskyi [in Ukrainian].
- Cherenkov, A. V., Rybka, V. S., Shevchenko, M. S., Cherchel, V. Yu. & Boiko, V. I. (2015). Ekonomika vyrobnytstva zerna v zoni Stepu Ukrainy (z osnovamy orhanizatsii i tekhnologii vyrobnytstva) [Economy of grain production in the steppe zone of Ukraine (with the basics of organization and production technology)]. Dnipropetrovsk : Nova ideolohiia [in Ukrainian].
- Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy (2018). Roslynnytstvo Ukrainy [Crop of Ukraine] : statystychnyi zbirnyk. Retrieved from http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2019/zb/04/zb_rosl_2018.pdf [in Ukrainian].
- Gamayunova, V., Panfilova, A., Glushko, T., Smirnova, I. & Kuvshinova, A. (2018). Znacheneye optimizatsii pitaniya v stabilnosti formirovaniya urozhaiv zernovykh kultur v zone yuga Ukrainy [The importance of nutrition optimization in the stability of the formation of grain yields in the zone of southern Ukraine]. *Agrarnaya nauka* [Moldova], 2, 24–29 [in Russian].
- Gamayunova, V. (2017). Sustainability of Soil fertility in Southern Steppe of Ukraine, Depending on fertilizers and irrigation. In Dent D. & Dmytruk Y. (Eds.). *Soil science Working for a Living. Applications of soil science to present-day Problems* : conference proceedings (p. 159–166). Switzerland : Springer International Publishing.
- Hamaiunova, V. V., Dvoretzkyi, V. F., Kasatkina, V. V. & Hlushko, T. V. (2019). Formuvannia pozhyvnoho rezhymu chornozemu pivdennoho pid vplyvom mineralnykh dobryv za vyroshchuvannia yarykh zernovykh kultur [Formation of the nutrient regime of the southern black soil under the influence of mineral fertilizers for the cultivation of spring cereals]. *Naukovi horyzonty. Scientific Horizons*, 1 (74), 18–24. doi: 10.332491/2663-2144-2019-74-1-18-24 [in Ukrainian].
- Hamaiunova, V. V. (2015). Zmina rodiuchosti hruntiv pivdennoho Stepu Ukrainy pid vplyvom dobryv ta pidkhody do yikh efektyvnoho zastosuvannia u suchasnomu zemlerobstvi [Changing soil fertility in the southern steppe of Ukraine under the influence of fertilizers and approaches to their effective use in modern agriculture]. *Ahrokhimiia i hruntознаvstvo*, 1, 38–47 [in Ukrainian].
- Kasatkina, T. O. & Hamaiunova, V. V. (2018). Perspektyvy ta osoblyvosti vyroshchuvannia yachmeniu yaroho na Pivdni Ukrainy [Prospects and features of spring barley cultivation in the south of Ukraine]. *Naukovi horyzonty. Scientific Horizons*, 7–8 (70), 131–138 [in Ukrainian].
- Kostyria, I. V. (2012). Urozhaivnist zerna pshenytsi ozymoi ta riven yoho yakosti zalezno vid poperednykiv i systemy udobrennia v umovakh Prysvyashchia [Winter wheat grain yield and quality level depending on predecessors and fertilizer system in Prisvashchia]. *Zroshuvane zemlerobstvo.*, 58, 51–53 [in Ukrainian].
- Panfilova, A. V. & Hamaiunova, V. V. (2018). Vodospozhyvannia ta urozhaivnist yachmeniu yaroho zalezno vid sortovykh osoblyvosti ta optymizatsii zhyvlennia v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [Water consumption and yield of spring barley depending on varietal characteristics and optimization of nutrition in the Southern Steppe of

Ukraine]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Ser. Ahronomiia i biolohiia*, 9 (36), 43–46 [in Ukrainian].

Panfilova, A., Korkhova, M., Gamajunova, V., Drobitko, A., Nikonchuk, N. & Markova, N. (2019). Formation of Photosynthetic and Grain Yield of soft winter wheat (*Triticum aestivum* L.) depending on varietal characteristics and optimization of nutrition. *Research journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, March-April, 78–85.

Rasevych, V. V. & Shahurska, N. V. (2019). Efektyvnist vyroshchuvannia yachmeniu yarooho v

Tsentrlnomu Lisostepu Ukrainy [Efficiency of spring barley cultivation in the Central Forest Steppe of Ukraine]. *Naukovi chytannia do 100-richchia vid dnia narodzhennia profesora I. V. Yashovskoho : materialy mizhnarodnoi naukovoï konferentsii* (pp. 193–194). Kyiv : NNTs «Instytut zemlerobstva NAAN» [in Ukrainian].

Sozinov, A. A. (1985). Problema kachestva zerna pri intensivnom zemledelii [The problem of grain quality in intensive farming]. *Vestnik selskokhozyaystvennoy nauki*, 1, 55–59 [in Ukrainian].

doi: 10.33249/2663-2144-2019-83-10-13-19

UDC 633.16:631.5/631.8

PRODUCTIVITY OF HILLETT WINTER BARLEY, DEPENDING ON THE ELEMENTS OF THE TECHNOLOGY OF GROWING**V. V. Moisiienko¹, O. M. Podolsky²**

e-mail: veraprof@ukr.net, omp73@ukr.net

¹Zhytomyr National Agroecological University

7, Stary Blvd, Zhytomyr, 10008, Ukraine

² LLC "Lishchynske"

Lishchyn village, Zhytomyr district, Zhytomyr region, 12436, Ukraine

Due to climate changes and considerable warming, adaptable varieties of winter barley for high yields and quite frost are of particular importance for various soil and climatic conditions. Equally important for realizing the genetic potential of productivity is the improvement of the technology of growing this grain.

The main purpose of scientific research in the conditions of weakly humic loamy soil was to establish the productivity and quality of the grain of winter barley of the Khailait variety, depending on the cultivation of soil, precursor and fertilizer. 100 kg/ha of Diamofoski (10–26–26) were introduced to pre-sowing cultivation, 100 kg/ha of CAS 32 were introduced into autumn tillage, the first spring fertilization of crops was carried out on frozen ground – 200 kg/ha of ammonium nitrate, and the second was in phase of exit into the tube – 100 kg/ha CAS 32.

The experiments revealed high winter hardiness of winter barley plants in the early sowing period (September 11–13), only 2–4% were killed in the tillering phase, and 4% in late sowing (September 29–30), respectively.

The maximum yield of winter barley grain was obtained in 2019 for shelf cultivation of soil – 6.9 t/ha, and for shallow tillage cultivation this figure was 6.5 t/ha. The best precursor in the experiments was winter rapeseed, which provided a yield increase of 0.2–0.3 t/ha and 0.4–0.5 t/ha of fertilizer compared to sunflower. As a result of the conducted researches high efficiency of application of mineral fertilizers and protection of plants by influence on grain yield was established. On average, over the years of research in the experiment, it was 6.6 t/ha. The weight of 1000 grains in the preferred variant was 49.5 g, the nature of the grain – 609 g/l, protein content – 12.6–12.9%.

Prospects for further research should focus on the study of the effects of foliar feeding of modern varieties of winter barley, which correspond to the most intensive and industrial cultivation technologies.

Key words: winter barley, winter hardiness, yield, fertilizer, tillage, precursor, grain quality

ПРОДУКТИВНІСТЬ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО СОРТУ ХАЙЛАЙТ ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ**В. В. Мойсієнко¹, О. М. Подольський²**

e-mail: veraprof@ukr.net, omp73@ukr.net

¹Житомирський національний агроєкологічний університет

бульвар Старий, 7, м. Житомир, 10008, Україна

² СТОВ «Ліщинське»

с. Ліщин, Житомирський р-н, Житомирська обл., 12436

У зв'язку із змінами клімату та значним потеплінням, особливого значення набувають адаптивні, для різних ґрунтово-кліматичних умов, сорти ячменю озимого, які забезпечують високу урожайність та є досить морозостійкими. Не менш важливим для реалізації генетичного потенціалу продуктивності є удосконалення елементів технології вирощування цієї зернової культури.

Основною метою наукових досліджень в умовах чорнозему слабогумусованого легкосуглинкового було встановлення продуктивності та якості зерна озимого ячменю сорту Хайлайт залежно від

обробітку ґрунту, попередника та удобрення. Під передпосівну культивуацію вносили 100 кг/га Діамофоски (10–26–26), в осіннє кушення – 100 кг/га КАС 32, перше весняне підживлення посівів проводили по мерзлоталому ґрунту – 200 кг/га аміачної селітри, а друге – у фазі виходу в трубку – 100 кг/га КАС 32.

У дослідях виявлена висока зимостійкість рослин ячменю озимого за раннього строку сівби (11–13 вересня), загиблх рослин спостерігалось у фазі кушення всього 2–4%, а за пізньої сівби (29–30 вересня), відповідно, 4%.

Максимальна урожайність зерна ячменю озимого отримана у 2019 році за полицевого обробітку ґрунту – 6,9 т/га, а за мілкого безполицевого обробітку цей показник становив 6,5 т/га. Кращим попередником у дослідях був ріпак озимий, який забезпечив порівняно з соняшником приріст урожаю на неудобрених ділянках 0,2–0,3 т/га та 0,4–0,5 т/га на удобрених. Унаслідок проведених досліджень встановлено високу ефективність застосування мінеральних добрив та захисту рослин за впливом на врожайність зерна. У середньому за роки досліджень в досліді вона становила 6,6 т/га. Маса 1000 зерен на кращому варіанті була 49,5 г, натура зерна – 609 г/л, вміст білка – 12,6–12,9%.

Перспективи подальших досліджень слід зосередити на вивченні впливу позакореневого підживлення рослин сучасних сортів ячменю озимого, які максимально відповідають інтенсивним та індустріальним технологіям вирощування.

Ключові слова: ячмінь озимий, зимостійкість, урожайність, удобрення, обробіток ґрунту, попередник, якість зерна.

Вступ

Серед хлібних озимих культур ячмінь озимий (*Hordeum L.*) – найменш морозо- і зимостійка культура. Він поширений у регіонах з теплими зимами, має чимало переваг перед ярим ячменем і посідає четверте місце у структурі посівних площ України. Вирощується у 24-х областях України, з яких можна виділити топ–5 з найбільшими площами – Вінницька (32,4 % від загального обсягу), Волинська (21,5%), Дніпропетровська (8,9%), Донецька (7,1%) і Житомирська (6,9%). Озимий ячмінь більш урожайний, ніж ярий. Він може давати по 70–80 ц/га і більше зерна, що приблизно на 10–15 ц/га вище, ніж у ярого ячменю. Достигає він також раніше (на 10–16 діб), що дає змогу поліпшити забезпечення тварин концентрованими кормами у період літнього зменшення минулорічних запасів зерна. Врожайність ячменю озимого за останні 7 років збільшилася з 2,0 т/га до 3,4 т/га, але вона на жаль у два рази нижча за показник ЄС (7,0 т/га). Сорти ячменю озимого вирізняються високою потенціальною продуктивністю. У країнах Західної Європи вже давно отримують урожаї зерна цієї культури на рівні 9–10 т/га (Karazhbeu, 2019).

Перевагою ячменю озимого є те, що, завдяки більш ранньому дозріванню, він має можливість уникати дефіциту вологи наприкінці літа. Завдяки кращому розвитку рослин він легше витримує

посуху, однак більш вибагливий до агротехніки, сильніше вражається хворобами. Ячмінь озимий рано звільняє поле і є гарним попередником (Yarchuk et al., 2015).

За даними А. В. Черенкова та інших оптимальною нормою висіву для сортів Основа та Сіндерела є 3,5 млн схожого насіння на гектар, а сорт Луран краще висівати за більш високої норми (4,5 млн шт./га) (Cherenkov et al., 2011). Результатами досліджень А. Г. Мусатова, О. А. Самойленко, що проведені в Інституті зернового господарства НААН України, встановлено, що за сівби 25 вересня в умовах південного Степу України оптимальною нормою висіву ячменю озимого, яка забезпечує найбільший рівень врожаю зерна, можна вважати 5 млн схожих насінин/га (Musatov & Samoylenko, 2010).

Деякі вчені в Україні досліджували сортову реакцію ячменю озимого на строки сівби, норми висіву насіння та зимостійкість залежно від гідротермічних умов року. Встановлено, що краще від інших зимував сорт Сіндерела, гірше перезимовував сорт Луран. Найвищою урожайністю (4,6 т/га) виділявся вітчизняний сорт Основа за сівби в оптимальний строк – початок третьої декади вересня (22.09) із нормою висіву 3,5 млн схожого насіння на гектар. Максимальну морозостійкість формують молоді рослини ячменю пізніх строків сівби. Серед сортів найбільш резистентним виявився сорт

Сіндерелла (Yarchuk et al., 2012; Yarchuk et al., 2015).

Застосування безполицевого та комбінованого обробітку ґрунту у сівозміні із сидеральним паром забезпечує збільшення площі листової поверхні на 0,5–3,0 та 0,6–3,2 тис. м²/га порівняно з полицевою та мілкою системами обробітку ґрунту, залежно від досліджуваних сівозмін. Удобрення рослин гуматом калію призвело до збільшення площі листя ячменю сорту Достойний (дворучка) на 0,6–1,1 тис. м²/га. Формування більшої вегетативної маси рослинами сприяє у подальшому одержанню 3,83 т/га зерна (Voytsehovska, 2013).

У дослідках В. В. Лихочвора, М. В. Матковської вивчали вплив регуляторів росту на сорт, де виявлено, що внесення різних морфорегуляторів у різні фази впливає на висоту рослин. Так, шестирядний сорт Хайлайт був найвищим серед досліджуваних сортів, його висота становила 97,0 см. Для одноразового внесення регуляторів росту кращим часом була фаза прапорцевого листка, оскільки на пивоварному сорті Вінтмалт зменшення висоти на варіантах, де застосовували морфорегулятор, тільки в 31 ББСН становило 3,3–6,6 см порівняно з контролем, а на варіантах, де обприскування ділянок проводили у фазі 37–39 ВВСН, різниця до контролю становила 11,8–14,4 см (Lihochvor & Matkovska, 2017).

Погодні умови суттєво впливають на продуктивність ячменю озимого, найбільші врожаї його зерна формуються за достатніх умов зволоження осіннього і весняного періодів вегетації. За вирощування ячменю озимого в богарних умовах південного Степу України найвищу врожайність – 35,6–40,5 ц/га забезпечує попередник чорний пар. Високого рівня урожайності (на рівні 35 ц/га) можна досягти, якщо розміщувати ячмінь озимий після кукурудзи на силос, вносити під основний обробіток ґрунту N₃₀P₆₀, проводити позакореневе підживлення N₃₀ у період відновлення весняної вегетації спільно з інтегрованим захистом рослин (Нотуак et al., 2012).

Під впливом мінеральних добрив N₃₀P₃₀K₃₀, N₆₀P₆₀K₆₀, N₉₀P₉₀K₉₀, N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀, згідно з нормами висіву, елементи структури врожайності становлять 24,8; 24,1; 23,4; 22,8 шт. зерен у колосі та маси зернівки – 53,4; 52,6; 51,7; 51,1 мг. Зі збільшенням кількості продуктивних стебел на

100 шт./м² за рахунок норми висіву насіння відбувалося зменшення маси зернівки на 2,6 мг, із застосуванням добрив – лише на 0,8 мг, кількості зерен, відповідно, на 2,5 і 0,6 шт. на один колос (Klimishina, 2012; Gorash & Klimishina, 2015).

Для отримання за будь-яких погодних умов врожаю зерна ячменю озимого на рівні 7–8 т/га при внесенні N₁₂₉P₆₆K₁₃₂ на темно-сірих опідзолених ґрунтах та безумовному дотриманні технології його вирощування, вчені рекомендують для умов Західного Лісостепу сорт Амарена. Виявлено, що найвищою зимостійкістю в 9 балів володіють такі сорти, як Абориген, Амарена та Скарпія. Сорти Амарена та Айвенго, є найбільш стійкими до вилягання і висота рослин не впливає на цей процес (Veremeenko et al., 2017).

Матеріали та методи

Польові наукові дослідження з ячменем озимим проводилися в умовах СТОВ «Ліщинське» Житомирського району Житомирської області впродовж 2017–2019 рр. Ґрунт дослідних ділянок – чорнозем слабогумусований легкосуглинковий з вмістом 2,77% гумусу. Вміст рухомих форм P₂O₅ – 139, K₂O – 92 мг/кг ґрунту, середній показний рН – 5,3.

У дослідках вивчали два способи основного обробітку ґрунту під ячмінь озимий (полицевий на 18–20 см, мілкий безполицевий на 10–12 см); попередники (соняшник, ріпак озимий) та варіанти удобрення (без добрив та система комплексного удобрення у період вегетації).

Під передпосівну культивування вносили 100 кг/га Діамофоски (10–26–26), в осіннє кушення – 100 кг/га КАС 32, перше весняне підживлення посівів проводили по мерзлоталому ґрунту – 200 кг/га аміачної селітри, а друге – у фазі виходу в трубку – 100 кг/га КАС 32.

Захист рослин у період весняного кушення включав: Прима 0,7 л/га + Церон 0,75 л/га + Рекс Дуо 0,4 л/га + Флексіті 0,1 л/га + Сульфат магнію 3,0 кг/га; у фазі прапорцевого листка: Децис F – Люкс 0,4 л/га + Моддус 0,15 л/га + Фалькон 0,6 л/га + Біо рН контроль 0,08 л/га + Сульфат магнію 5 кг/га; у фазі колосіння проти клопа шкідливої черепашки застосовували: Біо рН контроль 0,12 л/га + Пірінекс Супер 0,5 л/га. При внесенні до робочого розчину застосовували регулятор кислотності води. При цьому, важливо дотримуватися правил послідовності змішування компонентів у робочому розчині.

Висівали шестирядний сорт Хайлайт (250 кг/га) німецької селекції, зернового напрямку використання. Рекомендований для усіх зон України. Середньостиглий, стійкий до посухи, вилягання, осипання та деяких хвороб і шкідників. Облікова площа дослідної ділянки – 50 м². Повторність – триразова.

Агрометеорологічні умови осіннього періоду вегетації за роки проведення досліджень були сприятливими, що, певним чином, позначилося на розвитку різновікових рослин озимого ячменю та накопиченні ними вуглеводів. Запаси продуктивної вологи в посівному шарі ґрунту були достатніми для отримання дружних сходів за всіх строків сівби. Сума опадів за період «сівба – припинення осінньої вегетації» в середньому за роками досліджень залежно від строків сівби коливалася від 68,2 до 121,0 мм та перевищувала середньо-багаторічну норму. Результати

проведених досліджень показали, що найбільшу суму ефективних температур отримували рослини ранніх строків сівби рослин ячменю озимого.

Результати досліджень та обговорення

Вивченню зимостійкості ячменю озимого багато уваги приділяли як в Україні, так і за кордоном, але впровадження нових сортів у сучасних умовах господарювання вимагає виявлення їх реакції на основні технологічні заходи та погодні умови (Green *et al.*, 2010; Cherenkov *et al.*, 2011; Moysienko & Podolskiy, 2019).

Нами виявлено, що від гідротермічних умов осіннього періоду вегетації та строку сівби залежала перезимівля рослин ячменю озимого (табл. 1).

Таблиця 1. Вплив удобрення та строків сівби на зимостійкість ячменю озимого, 2017–2019 рр.

Дата сівби	Фаза розвитку на дату обстеження	Відібрано рослин, шт	Загиблі рослини, шт	% загиблих рослин
Вегетація 2017–2018 рр.				
11.09.2017	кущення	50	2	4
29.09.2017	кущення	50	2	4
Вегетація 2018–2019 рр.				
13.09.2018	кущення	50	1	2
30.09.2018	кущення	50	2	4

Норма висіву насіння ячменю озимого за роками досліджень та двома строками сівби становила 4,64 млн/шт на 1 га. При цьому, установлена висока зимостійкість рослин. Так, за

раннього строку сівби (11–13 вересня) загиблих рослин спостерігалось у фазі кущення всього 2–4%, а за пізньої сівби (29–30 вересня), відповідно 4%.



Рис. 1. Перезимівля рослин ячменю озимого станом на 13.02.2019 р.

У цей період на відмерлих перших листочках рослин зустрічалася незначна снігова пліснява та ринхоспориоз (рис. 1). Слід відмітити, що строки сівби та умови осіннього періоду вегетації

впливають на процеси загартовування та зимостійкість рослин ячменю озимого.

Рівень врожаю зерна у наших дослідках залежав від обробітку ґрунту, попередника та удобрення (табл. 2).

Таблиця 2. Врожайність зерна ячменю озимого залежно від елементів технології вирощування, т/га

Спосіб обробітку грунту	Попередник	Удобрєння	Врожайність зерна, т/га			
			2017 р.	2018 р.	2019 р.	середнє
Полицевий на 18–20 см	соняшник	без добрив	2,7	3,0	2,7	2,8
		НРК*	5,6	6,3	6,4	6,1
	ріпак озимий	без добрив	2,9	3,3	2,8	3,0
		НРК*	6,4	6,6	6,9	6,6
Мілкий безполицевий на 10–12 см	соняшник	без добрив	2,4	2,5	2,3	2,4
		НРК*	5,4	6,1	6,2	5,9
	ріпак озимий	без добрив	2,6	2,8	2,7	2,7
		НРК*	6,1	6,3	6,5	6,3
НІР ₀₅			0,12	0,14	0,16	

Примітка: НРК* – N₁₀P₂₆K₂₆ (Діамофоска під культивування) + КАС 32 (100 кг/га у період осіннього кушення) + аміачна селітра (100 кг/га у підживлення по таломерзлому ґрунту) + КАС 32 (100 кг/га, підживлення у фазі виходу в трубку).

Більш ефективним обробітком ґрунту під ячмінь озимий виявився полицевий (оранка), середня урожайність зерна при цьому за роками досліджень коливалася від 2,7 до 6,9 т/га, а за мілкого безполицевого обробітку цей показник був в межах 2,3–6,5 т/га. Кращим попередником у дослідках був ріпак озимий, який забезпечив порівняно з соняшником приріст урожаю на неудообрених ділянках 0,2–0,3 т/га та 0,4–0,5 т/га на удообрених. Середня урожайність незалежно від удобрення становила 2,7–6,6 т/га. Після соняшнику як попередника, на нашу думку, може відбуватися нерівномірний розподіл вологи у посівному шарі ґрунту та неоднорова глибина заробки насіння.

У дослідках А. Г. Мусатова, О. А. Самойленко неоднакові умови зволоження та живлення після попередників також по-різному впливали на рівень врожайності ячменю озимого. Найбільшу врожайність зерна забезпечував чорний пар – 5,78 т/га у сорту Основа та 6,06 т/га у сорту Онега. Непарові попередники забезпечували значно меншу врожайність. Так, після ячменю ярого середня врожайність становила, відповідно, 5,10 та 5,20 т/га. Після соняшнику ячмінь озимий забезпечував найменший рівень врожайності

зерна по дослідку: середній показник у сорту Основа становив 4,65 т/га та 4,72 т/га у сорту Онега (Musatov & Samoylenko, 2010).

Нами встановлено, що комплексне застосування мінеральних добрив впродовж вегетаційного періоду рослин ячменю озимого сприяє значному зростанню врожаю зерна. Так, максимальна урожайність в середньому за 3 роки досліджень виявлена на удообрених ділянках після ріпаку озимого, де була проведена оранка і становила 6,6 т/га, що на 3,6 т/га більше порівняно з неудообреним контролем.

Внесення мінеральних добрив під передпосівну культивування дозами P₃₀K₃₀ та N₃₀P₉₀K₆₀ значно підвищує зимостійкість рослин ячменю озимого. Максимальну врожайність рослини формують у разі внесення N₃₀P₉₀K₆₀ – 4,45 т/га. Значну продуктивність ячменю озимого отримано й при N₃₀P₆₀K₆₀ та N₃₀P₆₀K₃₀ під основний обробіток ґрунту (Bozhko et al., 2015).

Результати наукових досліджень свідчать про високі якісні показники одержаного зерна ячменю озимого (табл. 3).

Оскільки маса 1000 зерен визначається як сортова ознака, варіювання її величини у дослідках значно залежало від умов вирощування, зокрема,

удобрення рослин сприяло збільшенню маси 1000 зерен на 5,4–5,5 г порівняно з контролем (без добрив), де попередником ячменю був ріпак озимий. Полицевий обробіток ґрунту збільшував цей показник, відповідно, на 0,5 г. Важливим показником, який обумовлений масою 1000 зерен та крупністю насіння, є натура зерна.

Застосування високих доз добрив, особливо азоту, засобів захисту рослин і регуляторів росту спричинило підвищення натури зерна на 33–36 г/л. Вміст білка на удобрених ділянках незалежно від факторів дослідження коливався у межах 12,6–12,9%, а на варіантах без удобрення, відповідно, 11,1–11,6% на суху речовину.

Таблиця 3. Якість зерна ячменю озимого залежно від елементів технології вирощування, середнє за 2018–2019 рр.

Спосіб обробітку ґрунту	Попередник	Удобрення	Якісні показники зерна		
			маса 1000 зерен, г	натура, г/л	білок, % на суху речовину
Полицевий на 18–20 см	соняшник	без добрив	43,4	571	11,2
		НРК*	48,2	607	12,7
	ріпак озимий	без добрив	44,0	573	11,6
		НРК*	49,5	609	12,9
Мілкий безполицевий на 10–12 см	соняшник	без добрив	43,3	570	11,1
		НРК*	48,0	606	12,6
	ріпак озимий	без добрив	43,6	574	11,5
		НРК*	49,0	607	12,7

Примітка: НРК* – $N_{10}P_{26}K_{26}$ (Діамофоска під культивування) + КАС 32 (100 кг/га у період осіннього кушення) + аміачна селітра (100 кг/га у підживлення по таломерзлому ґрунту) + КАС 32 (100 кг/га, підживлення у фазі виходу в трубку).

Висновки

Результати трирічних досліджень показали, що умови Північного Лісостепу України в цілому є сприятливими для вирощування ячменю озимого. Посилене живлення рослин мінеральними добривами та застосування інтегрованого захисту рослин у фазі весняного кушення, прапорцевого листка та колосіння дало змогу отримати 6,6–6,9 т/га зерна, а також зумовило поліпшення основних якісних показників зерна ячменю фуражного призначення.

References

Bozhko, V. Yu., Yarchuk, I. I. & Liman, A. V. (2015). Urozhainist ta zymostiikist roslin yachmeniu ozymoho zalezno vid mineralnykh dobryv [Yield and winter hardiness of winter barley plants depending on mineral fertilizers]. *Visnyk Dnipropetrovskoho derzhavnoho ahrarno-ekonomichnoho universytetu*, 3, 25–28 [in Ukrainian].

Cherenkov, A. V., Bondarenko, A. S. & Benda, R. V. (2011). Zymostiikist roslin ozymoho

yachmenyu zalezno vid strokiv sivbi v umovah pivnichnoyi chastini Stepu [Winter barley winter hardiness of plants depending on sowing time in the northern part of the Steppe]. *Agronom*, 3, 82–84 [in Ukrainian].

Gorash, O. S. & Klimishina, R. I. (2015). Realizatsiya potentsialu produktivnosti elementiv strukturi vrozhaivosti yachmenyu ozymoho [Realizing the potential of productivity of the elements of the structure of the productivity of winter barley]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 7, 27–30 [in Ukrainian].

Green, C. Y., Furston, D. K. & Ivins J. J. (2010). Time of sowing the yield of winter barley. *J. agr. Sc.*, 104, 405–411.

Homyak, P. V., Andriychenko, L. V. & Zalevska, M. P. (2012). Formuvannia urozhainosti zerna yachmeniu ozymoho pry yoho vyroshchuvanni u pivdenному stepu Ukrainy [Formation of grain yield of winter barley that grown in the southern steppe of Ukraine]. *Zroshuvane zemlerobstvo*, 58, 62–64 [in Ukrainian].

Karazhbey, G. (2019). Stan ta perspektyvy yachmeniu ozymoho na nasinnievomu rynku Ukrainy

[Condition and prospects of winter barley in the seed market of Ukraine]. Retrieved from <https://infoindustria.com.ua/analitika/> [in Ukrainian].

Klimishina, R. I. (2012). Produktivnist yachmenyu ozimogo zalezno vid udobrennya ta norm visivu nasinnya [Winter barley productivity depending on fertilizer and seed rates]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 10, 76–79 [in Ukrainian].

Lihochvor, V. V. & Matkovska, M. V. (2017). Urozhaynist sortiv ozimogo yachmenyu zalezno vid norm dobriv, morforegulyatoriv ta fungitsidiv v umovah zahidnogo Lisostepu [Yield of winter barley varieties depending on fertilizer rates, morph regulators and fungicides in the western forest-steppe]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynytsstvo*, 62, 91–101 [in Ukrainian].

Moysienko, V. V. & Podolskiy, O. M. (2019). Zimostiikist yachmenyu ozimogo sortu Haylayt zalezno vid strokiv sivbi [Winter hardiness of barley winter variety “Highlight” depending on the sowing time]. *Trofologiya (vchennya pro zakonomirnosti zhivlennya bioti ta pravilnogo harchuvannya lyudey) – novitniy mizhdistsiplinarniy napryam v Ukrayini : materialy I Vseukr. naukovo-osvitno-praktychnoi konferentsii* (pp. 181–184). Zhitomir : Zhitomirskiy natsionalniy agroekologichniy universitet [in Ukrainian].

Musatov, A. G. & Samoylenko, O. A. (2010). Vplyv poperednykiv ta norm vysivu na produktyvnist yachmeniu ozymoho v pivdennomu Stepu Ukrainy [Impact of precursors and seeding rates on winter barley productivity in the southern steppe of

Ukraine]. *Byuleten Institutu zernovogo gospodarstva*, 39, 170–172 [in Ukrainian].

Veremeenko, S. I., Tkachuk, S. O. & Trusheva, S. S. (2017). Produktivnist novykh sortiv yachmeniu ozymoho za mineralnogo udobrennia na temno-sirykh opidzolenykh gruntakh [Productivity of new winter barley varieties with mineral fertilizers on dark gray podzolized soils]. *Visnyk Zhytomirskoho natsionalnogo ahroekologichnogo universytetu*, 2 (1), 12–19 [in Ukrainian].

Voytsehovska, O. S. (2013). Dynamika formuvannia ploshchi lystkovoї poverkhni yachmeniu ozymoho zalezno vid riznykh system osnovnogo obrobittu igruntu y udobrennia u korotkorotatsiinykh sivozminakh Pivdnia [Dynamics of formation of leaf area of winter barley depending on different systems of basic tillage and fertilizers in short crop rotations of southern Ukraine]. *Tavriiskiyi naukoviy visnyk*, 84, 32–36 [in Ukrainian].

Yarchuk, I. I., Bozhko, V. Yu. & Moroz, O. O. (2015). Zymostiikist ta produktyvnist sortiv yachmeniu ozymoho zalezno vid strokiv sivby ta norm vysivu [Winter hardiness and productivity of winter barley varieties depending on sowing time and sowing rates]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 3, 54–57 [in Ukrainian].

Yarchuk, I. I., Bozhko, V. Yu. & Voyt, V. A. (2012). Zymostiikist ta urozhainist sortiv yachmeniu ozymoho [Winter hardiness and yield of winter barley varieties]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 3, 31–34 [in Ukrainian].

doi: 10.33249/2663-2144-2019-83-10-20-27

UDC 631.559

THE PERSPECTIVES OF THE APPLICATION OF GEOGRAPHICALLY WEIGHTED PRINCIPAL COMPONENTS ANALYSIS FOR ESTIMATION OF MAIZE YIELDS SPATIAL VARIABILITY**A. Zymaroieva**e-mail: nastya.zymaroeva@gmail.comZhytomyr National Agroecological University,
7, Stary Blvd, Zhytomyr, 10002, Ukraine

World population is projected to increase 35% by 2050, which will require a 70–100% rise in food production given projected trends in diets, consumption, and income. Therefore, the study of the reasons of the stagnation of grain crop yields and the opportunities for its increase in the countries of the world, and in Ukraine, in particular, is a critical issue at the present time. This paper aims to explore spatial heterogeneity present in the maize yields data collected from 206 administrative districts in Polissya and Forest-Steppe zone of Ukraine for 27 years using the GWPCA method. The principal components analysis of the residues of the time trend regression models allowed establishing 2 principal components, which together explain 34.1% of variation in the maize yield. There are two spatial determined processes that influence the yield of maize and have the oscillatory dynamics of different periodicity. The oscillating phenomena are of an ecological nature. Geographically weighted principal component analysis showed spatial non-stationary environmental regimes, which determine the oscillatory component of variation of maize yield over time. Geographically weighted principal component analysis allows us to investigate local patterns of maize yield dynamics. Based on the approximate types of local dynamics, we have conducted a cluster analysis for each principal component. Due to cluster mapping the ecologically homogeneous territories where the dynamics of environmental processes are the same can be established. Consequently, the application of geographically weighted principal components analysis with regard to yield data of any crop enables to conduct agroecological zoning of the territory and to identify dynamic aspects of yield determinants.

Key words: yield, maize, variation, dynamics, trend, geographically weighted principal components analysis (GWPCA).

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ГЕОГРАФІЧНО ЗВАЖЕНОГО АНАЛІЗУ ГОЛОВНИХ КОМПОНЕНТ ДЛЯ ОЦІНКИ ПРОСТОРОВОЇ ВАРІАБЕЛЬНОСТІ ВРОЖАЙНОСТІ КУКУРУДЗИ**А. А. Зимарова**e-mail: nastya.zymaroeva@gmail.comЖитомирський національний агроекологічний університет
бульвар Старий, 7, м. Житомир, 10008, Україна

Прогнозують, що до 2050 року чисельність населення світу зросте на 35% і вимагатиме збільшення обсягів виробництва продовольства на 70–100%. Тому визначення причин стагнації врожайності сільськогосподарських культур та можливостей її нарощення в країнах світу, і в Україні зокрема, є критично важливим питанням наразі. Мета дослідження: за допомогою географічно зваженого аналізу головних компонент (GWPCA) дослідити, на прикладі кукурудзи, просторову неоднорідність, яка присутня в статистичних даних урожайності цієї культури, зібраних з 206 адміністративних районів Поліської та Лісостепової зон України впродовж 27 років і на її основі провести агроекологічне зонування території. Глобальний аналіз головних компонент залишків регресійної моделі дозволив встановити 2 головні компоненти, які разом пояснюють 34,1% загальної варіабельності урожайності кукурудзи. Географічно зважений аналіз головних компонент показав просторову нестационарність екологічних режимів, які визначають коливальну складову варіювання

урожайності кукурудзи у часі. А також, GWPCA дозволив дослідити локальні патерни у динаміці врожайності кукурудзи. На основі наближених типів локальної динаміки нами проведено кластерний аналіз для кожної головної компоненти. За допомогою картування кластерів можна встановити екологічно гомогенні території, де динаміка екологічних процесів однакова. Отже, застосування географічно зваженого аналізу головних компонент щодо даних врожайності будь-якої сільськогосподарської культури дозволяє провести агроекологічне зонування території та виявити динамічні аспекти детермінантів врожайності.

Ключові слова: урожайність, кукурудза, варіювання, динаміка, тренд, географічно зважений аналіз головних компонент.

Вступ

За прогнозами вчених до 2050 року чисельність населення світу зросте на 35% і вимагатиме збільшення обсягів виробництва продовольства на 70–100% враховуючи сучасні тенденції в дієтах, споживанні та доходах (Rosegrant et al, 2009). Збільшення виробництва продуктів харчування може досягатися за рахунок підвищення врожайності сільськогосподарських угідь на існуючих сільськогосподарських землях, розширення площі виробництва рослин або обома цими шляхами. Проте, розширення площі посівів викликає значне збільшення викидів парникових газів, що, відповідно, призводить до зміни клімату (Wart et al, 2013).

Потенціал зростання врожайності також має ліміт, зокрема, за останніми дослідженнями, урожайність рису є стагнаційною в Японії та Китаї; урожайність кукурудзи застійна у Китаї, Італії та Франції; а врожайність пшениці не зростає у Північній Європі та Індії. Така стагнація врожайності в основних районах вирощування зернових має вплив на інші регіони, які змушені прискорювати темпи приросту врожаю або розширювати площі під культурами, аби скоротити різницю між глобальними пропозицією і попитом (Rosegrant et al, 2009, Wart et al, 2013). Тому, дослідження причин стагнації врожайності та можливостей щодо її нарощення в інших країнах світу, зокрема і в Україні, є критично важливим питанням наразі.

Агроекологічна зона – це територія з аналогічним перебігом екологічних процесів (Sivakumar & Valentin, 1997). Отже, агроекологічне районування означає поділ площі (земельної ділянки) на менші одиниці, які мають подібні характеристики, пов'язані з потенціалом придатності земель до виробництва та впливом на довкілля (Patel, 2003). Врожайність культури є функціональним показником, який повною мірою відбиває складні взаємовідносини між рослиною

та довкіллям (Anderson et al, 2013). Тому застосування врожайності як основного показника для агроекологічного районування цілком виправдано.

Існує декілька підходів до вивчення довгострокових трендів у даних варіювання врожайності на основі технічних або статистичних моделей (Patel, 2003, Lloyd, 2010). У цьому дослідженні ми пропонуємо використати низку локальних (нестационарних) статистичних моделей, що називається географічно зваженим аналізом головних компонент (geographically weighted principal components analysis – GWPCA).

GWPCA – локалізована версія аналізу головних компонент (PCA), є дослідницьким інструментом для визначення просторової неоднорідності в структурі багатовимірних даних. Даний метод не тільки надає корисний інструмент для досліджень, але також розвиває результати PCA в локалізованому масштабі. Отже, GWPCA визначає, як результати отримані за допомогою PCA, варіюються просторово. Просторові зміни в розмірності даних і багатовимірній структурі можуть бути досліджені за допомогою карт результатів географічно зваженого аналізу головних компонент. GWPCA може також використовуватися для виявлення багатовимірних просторових аномалій (Harris, 2015).

В різноманітних літературних джерелах GWPCA широко застосовується для аналізу багатовимірних характеристик популяції (Lloyd, 2010), соціальної структури (Harris, 2015), характеристик ґрунтів та даних хімії прісної води (Li et al, 2015). Проте, GWPCA не застосовувався для оцінки просторової мінливості врожайності сільськогосподарських культур, які за своєю сутністю є просторово гетерогенними. З метою заповнення цієї прогалини були проведені ці дослідження.

Метою даної роботи є вивчення за допомогою методу GWPCA просторової

неоднорідності, яка присутня в даних урожайності, на прикладі кукурудзи, що зібрані з 206 адміністративних районів Поліської та Лісостепової зон України протягом 27 років.

Відповідно до поставленої мети передбачалося вирішення наступних завдань:

- виявити коливальну складову варіювання урожайності кукурудзи у часі;
- дослідити локальні тренди у динаміці врожайності кукурудзи;
- провести агроекологічне зонування території щодо вирощування кукурудзи.

Матеріали та методи

Дані з урожайності кукурудзи у Поліській та Лісостеповій зонах України представлені Державною службою статистики України (<http://www.ukrstat.gov.ua/>). Відомості охоплюють часовий період з 1991 по 2017 рр. Дані мають характер середньої врожайності культури по адміністративному району. Територія охоплює 206 адміністративних районів з десяти областей України (Вінницька, Волинська, Житомирська, Київська, Львівська, Рівненська, Тернопільська, Хмельницька, Черкаська, Чернігівська).

Часові ряди врожайності для кожного адміністративного району були розділені на дві складові: загальний тренд і залишковий тренд. Загальний тренд відображав залежність врожайності від часу. Як аналітичну форму тренду ми обрали поліном 4-го ступеня. Залишки відповідних регресійних моделей, що описують загальний тренд, складаються з випадкової складової (шум) і, ймовірно, регулярної, яку неможливо пояснити вибраною моделлю тренду. Ці дві компоненти відрізняються своїми властивостями: випадкова складова є незалежною для різних точок простору, а регулярна складова має корелювати з усіма або з деякими точками простору (адміністративними районами). Ми використовували аналіз основних компонент (РСА) для залишків (викидів) регресійної моделі, щоб виділити регулярну складову моделей тренду. Наявність головних компонент, чий власні значення більше ніж одна одиниця, свідчать про наявність кореляції в варіаціях урожайності сільськогосподарських культур. Обчислення виконані за допомогою бібліотеки REdaS для середовища статистичних розрахунків R. Метод GWPCA реалізований за допомогою пакета GWmodel R (<http://cran.rstudio.com/>) (Kunah, 2018).

Просторова база даних була створена в ArcGIS 10.0. Для обчислення глобального коефіцієнта просторової автокореляції застосована статистика *I*-Морана, яка подібна до коефіцієнта кореляції Пірсона. Обидві статистики варіюють у межах від +1,0 (вказує на сильну позитивну кореляцію) до 0 (вказує на випадковий патерн) та до -1,0 (вказує на сильну негативну автокореляцію). Глобальна статистика Морана обчислена із застосуванням програми Geoda095i (<http://www.geoda.uiuc.edu/>) (Kunah, 2018; Zymarioieva, 2019).

Результати досліджень та обговорення

У наших попередніх дослідженнях (Zymarioieva, 2019) було встановлено, що остаточний тренд врожайності кукурудзи в межах досліджуваної області найкраще описується поліномом четвертого порядку. Регресія за допомогою поліному четвертого порядку пояснює значну частину дисперсії урожайності кукурудзи (від 62 до 83% в залежності від району досліджень). Наявність тренду, математична форма якого є незмінною, вказує на наявність постійно діючих зовнішніх факторів на динаміку процесу. В якості такого фактору ми розглядаємо агроекономічні та агротехнологічні чинники. Але на кінцевий результат вплив здійснюють і фактори іншої природи, що мають локальний характер. У подальшому аналізі будуть застосовані залишки регресійної моделі. Ці залишки, на нашу думку, мають саме екологічну природу.

Для того, щоб встановити чи мають наші дані просторову складову варіювання, було проведено тест Монте-Карло. Як показано на рис. 1, *p*-рівень для тестування стандартного відхилення локальних власних чисел за результатами GWPCA становить 0,03. Це значення вказує, що існує високий рівень просторової нестационарності, який представлений у даних по врожайності кукурудзи. Отже, ці дані є придатними для проведення географічно-зваженого аналізу головних компонент.

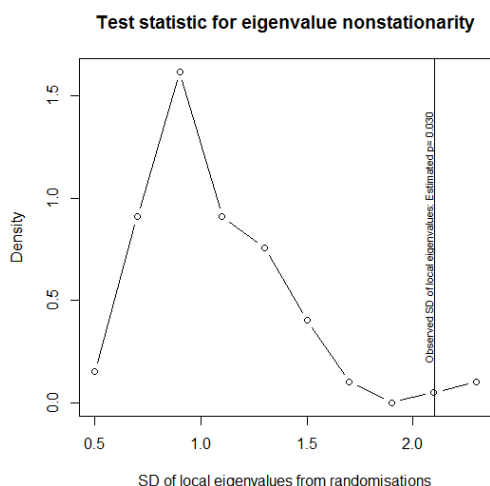


Рис. 1. Тест Монте-Карло для GWPCA

Друге питання, яке необхідно вирішити перед проведенням GWPCA : яку кількість головних компонент залишити (Harris, 2015). Аналіз головних компонент залишків регресійної моделі дозволив встановити, що за процедурою Горна (Horn, 1965) кількість статистично вірогідних головних компонент становить 5 (табл. 1). Разом перші п'ять головних компонент пояснюють 51,9% загальної варіабельності простору ознак. Для подальшого аналізу за критерієм «осипу» ми залишили перші 2 головні компоненти, які разом пояснюють 34,1% загальної варіабельності простору ознак. Таким чином, рішення залишити дві головні компоненти для подальшої процедури GWPCA є цілком обґрунтованим.

Таблиця 1. Результати глобального аналізу головних компонент

Головна компонента	Налаштоване* власне значення	Власне значення	Зсув	Пояснена варіація	Стандартне відхилення
1	4,82	5,55	0,73	20,57	2,35
2	3,02	3,64	0,62	13,48	1,90
3	1,23	1,76	0,53	6,52	1,32
4	1,17	1,63	0,46	6,03	1,27
5	1,03	1,43	0,40	5,29	1,19

Позначки: * – за процедурою Горна.

У процесі процедури адаптивної селекції вікна пропускання було встановлене оптимальне вікно пропускання з 54 найближчими сусідами, яке було обрано для виконання GWPCA процедури. Для одержання відповідних до результатів глобального аналізу головних компонент, з метою порівняння були інтерпретовані тільки дві перші головні компоненти GWPC 1, GWPC 2.

Результати процедури GWPCA можуть бути

візуалізовані та інтерпретовані фокусуючись на тому, як розмірність даних просторово варіює та на тому, як вихідні змінні впливають на головні компоненти. Процент просторового варіювання загальної варіації демонструє чітко виражену мінливість, при цьому, райони із низьким відсотком варіювання розміщені переважно на сході та півдні, а з високим, відповідно, на заході, півночі та центрі досліджуваного регіону (рис. 2).

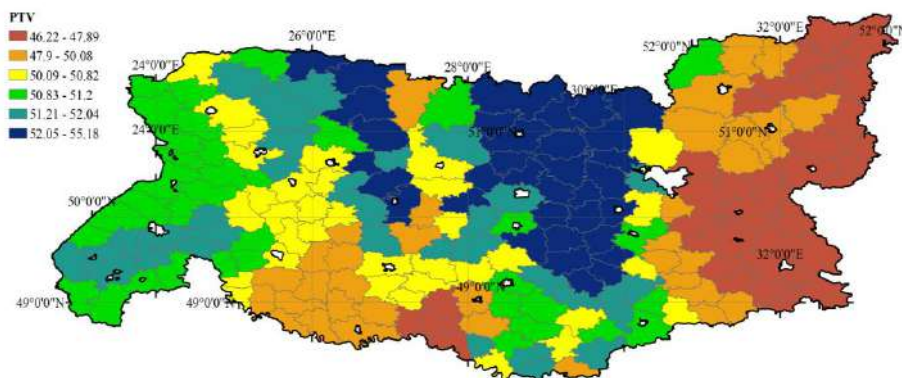


Рис. 2. Просторове варіювання проценту загальної варіації перших трьох головних компонент (percentage of total variance – PTV)

Порівняно з глобальним аналізом головних компонент, GWPCA демонструє свою ефективність та результативність в аналізі просторових патернів регіонального розміщення урожайності кукурудзи за допомогою картування просторової варіабельності головних компонент. Змінні з найбільшими навантаженнями та інтенсивність їх впливу можуть бути локально відображені (Lloyd, 2010). Традиційне представлення «виграшних» змінних для головних компонент не може повною мірою показати природу просторово залежного взаємозв'язку між показниками, який оцінений за допомогою аналізу головних компонент, оскільки у ролі «виграшних» змінних виступають дискретні величини – роки. Тому, для кожної зі статистично достовірних головних компонент нами проведена процедура класифікації адміністративних районів за допомогою кластерного аналізу на основі відстані, яка є зворотною до коефіцієнта кореляції Пірсона. Такий показник відстані чутливий до форми порівнюваних показників, а не до їх абсолютних значень. Вказаний підхід дозволяє виділити два адміністративні райони, які характеризуються подібною часовою динамікою врожайності кукурудзи у аспекті відповідної головної компоненти. Можна припустити, що сукупності адміністративних районів, які характеризуються подібною динамікою врожайності, також географічно наближені та формують однорідні екологічні регіони.

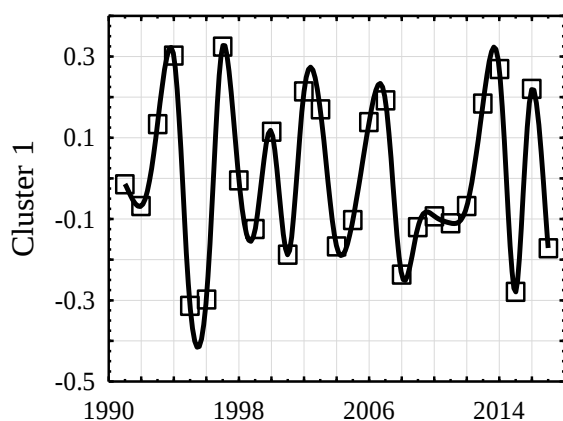


Рис. 4. Середні значення факторних навантажень GWPC 1 для кластерів 1–2.
Вісь абсцис – роки, вісь ординат – факторні навантаження

Просторове розміщення адміністративних районів, які включені у відповідні кластери, є

Кластерний аналіз адміністративних районів за значеннями факторних навантажень GWPC 1 дозволив встановити три гомогенних кластера (рис. 3). Для кожного кластера були розраховані середні значення факторних навантажень, що дало змогу оцінити специфіку відповідних кластерів (рис. 4).

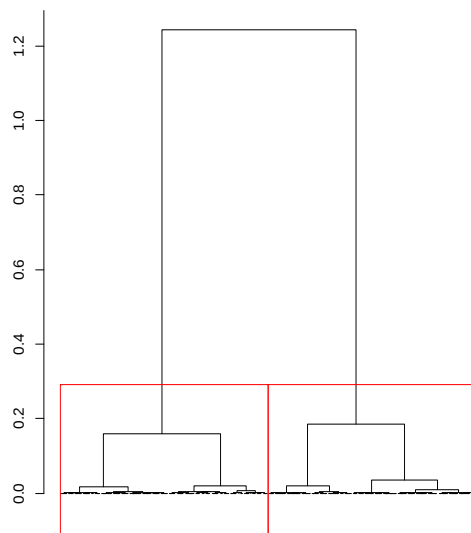
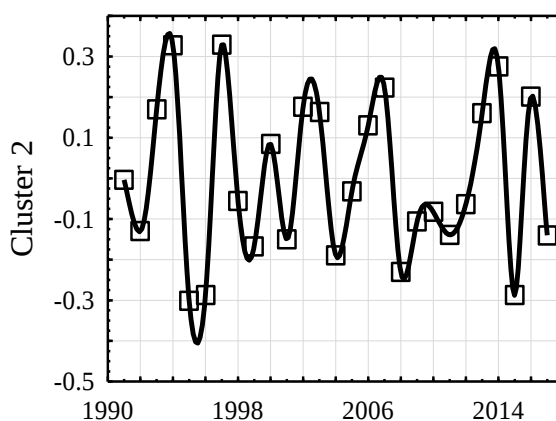


Рис. 3. Кластерний аналіз адміністративних районів за значеннями факторних навантажень GWPC 1

Встановлені кластери та їх профільні розподіли факторних навантажень дають уявлення про перебіг процесів, які характерні для відповідного кластеру. Часові відмінності у перебігу процесів незначні (рис. 4). Ці два процеси сильно скорельовані ($r = 0,98$, $p < 0,001$).



просторово регулярним і ділить територію практично навпіл (рис. 5).

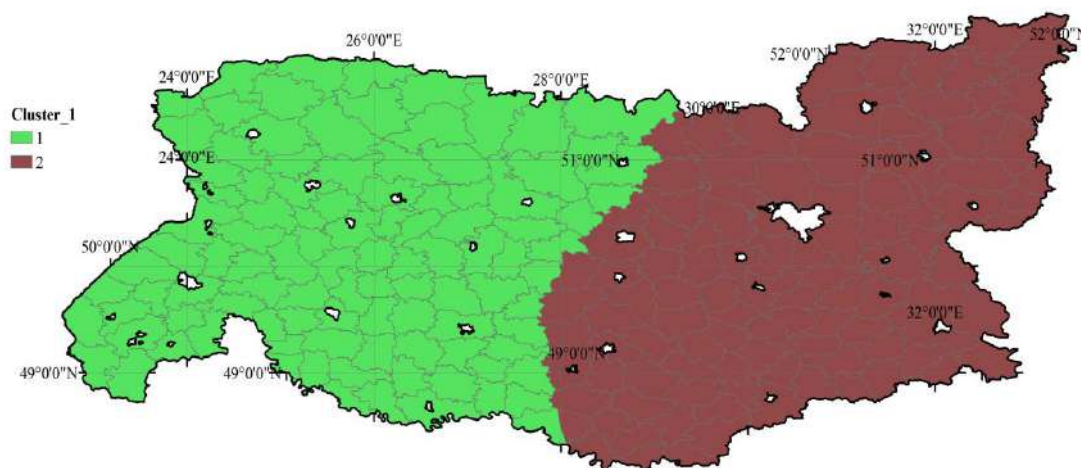


Рис. 5. Просторове розміщення кластерів, одержаних на основі факторних навантажень GWPC 1

Кластерний аналіз адміністративних районів за значеннями факторних навантажень GWPC 2 дозволив встановити три гомогенних кластера (рис. 6). Для кожного кластера були розраховані середні значення факторних навантажень, що дало змогу оцінити специфіку відповідних кластерів (рис. 6). Усі три кластера мають подібну динаміку коливань, що говорить про схожість та взаємообумовленість процесів, які їх визначають. У просторовому аспекті ці кластери розділяють досліджену територію майже на три рівні ділянки (рис. 8): кластер 1 займає центральну частину, кластер 2 – займає східну, а кластер 3 – західну частину території.

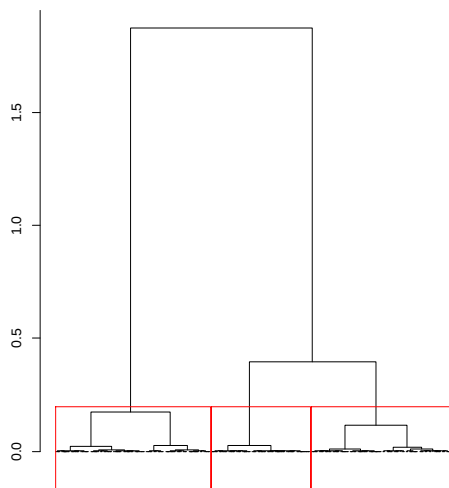


Рис. 6. Кластерний аналіз адміністративних районів за значеннями факторних навантажень GWPC 2

Застосування методу головних компонент для аналізу динаміки врожайності базується на припущенні одноманітності характеру взаємозв'язків у межах усієї дослідженої території. Географічно зважений аналіз головних компонент дозволяє дослідити локальні патерни у динаміці врожайності сільськогосподарських культур, і, зокрема, кукурудзи. Локальні моделі характеризуються більшою пояснювальною здатністю, ніж тотальна модель, що цілком закономірно, оскільки урахування локальної специфіки дозволяє більш предметно віддзеркалити реальність. Але застосовування такого підходу викликає певні методичні труднощі для змістовної інтерпретації (Kunah, 2018). Найбільш поширений прийом – картографування «виграшних» змінних – не є придатним у випадку аналізу часових рядів (Li et al., 2015).

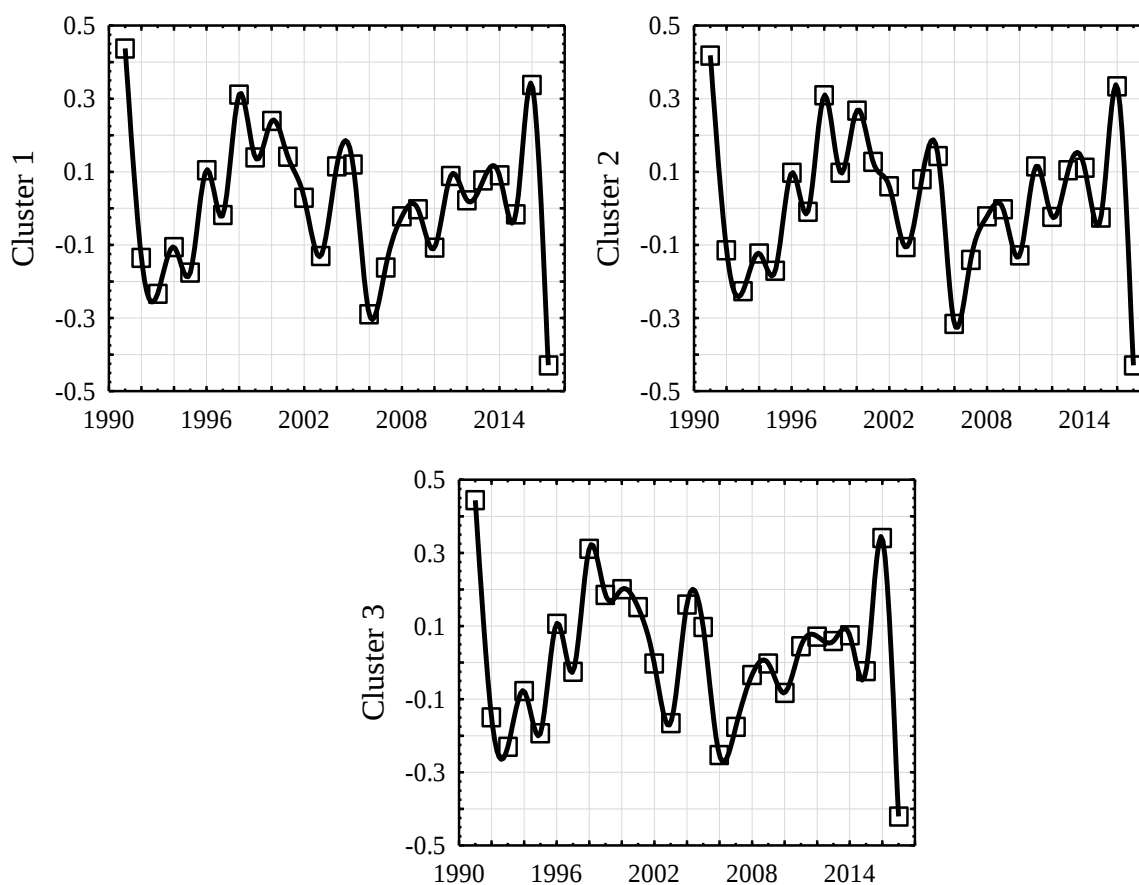


Рис. 7. Середні значення факторних навантажень GWPC 2 для кластерів 1–3.
Вісь абсцис – первинні змінні (залишки регресійних моделей тренду урожайності по роках),
вісь ординат – факторні навантаження

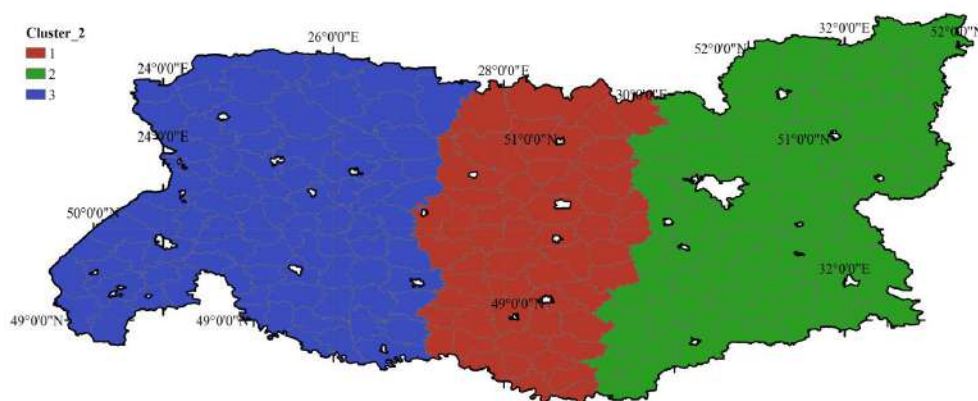


Рис. 8. Просторове розміщення кластерів, одержаних на основі факторних навантажень GWPC 2

Тому, на основі наближених типів локальної динаміки, нами проведено кластерний аналіз для кожної головної компоненти і застосовано саме

картографування цих кластерів. Такий підхід має певні переваги. Так, за допомогою картування кластерів, можна встановити екологічно

гомогенні території, де динаміка екологічних процесів однакова (Sivakumar & Valentin, 1997). Ці території за своєю суттю є агроекологічними зонами щодо вирощування кукурудзи. Також, запропонований нами методичний прийом надає можливості змістовно інтерпретувати одержані кластери за допомогою дослідження динаміки кожного кластера у часі. Якщо паралельно накладати карти кліматичних змін, родючості ґрунтів, ландшафтного біорізноманіття тощо, то можна виявити екологічні детермінанти врожайності культури, у нашому випадку – кукурудзи. Отже, застосування географічно зваженого аналізу головних компонент щодо даних врожайності кукурудзи дозволяє провести агроекологічне зонування території та виявити динамічні аспекти детермінантів врожайності.

Висновки

Наше дослідження підтвердило гіпотезу, що в межах досліджуваної території є зони із специфічними закономірностями часової динаміки врожайності кукурудзи, які є однаковими в межах кожної зони, але якісно відрізняються між зонами. Аналіз головних компонент залишків регресійної моделі часового тренду врожайності дозволив нам встановити 2 головні компоненти, які разом пояснюють до 34,1% дисперсії врожайності кукурудзи. Це свідчить про те, що два просторово обумовлені процеси впливають на врожайність кукурудзи та мають коливальну динаміку різної періодичності. Ці коливальні явища мають екологічну природу. Географічно зважений аналіз головних компонент дозволив виявити просторові одиниці з подібною коливальною складовою коливання врожайності кукурудзи. Територіальні кластери, в межах яких динаміка врожайності кукурудзи однакова, можна вважати агроекологічними зонами щодо вирощування кукурудзи. Вивчення природи головних компонент буде метою наших наступних досліджень, зокрема, планується вивчення впливу змін клімату на варіювання врожайності.

References

Anderson, M. C., Cammalleri, C., Hain, C. R., Otkin, J., Zhan, X. W. & Kustas, W. (2013). Using a diagnostic soil-plant-atmosphere model for monitoring drought at field to continental scales. *Four decades of progress in monitoring and modeling of processes in the soil-plant-atmosphere system: applications and challenges*, 19, 46–57.

Harris, P., Clarke, A., Juggins, S., Brunson, C. & Charlton, M. (2015). Enhancements to a Geographically Weighted Principal Component Analysis in the Context of an Application to an Environmental Data Set. *Geographical Analysis*, 47, 146–172. doi: 10.1111/gean.12048.

Horn, J. L. (1965). A rationale and a test for the number of factors in factor analysis. *Psychometrika*, 30, 179–185. doi: 10.1007/BF02289447

Kunah, O. M., Pakhomov, O. Y., Zymarioieva, A. A., Demchuk, N. I., Skupskyi, R. M., Bezuhla, L. S. & Vladyka, Y. P. (2018). Agroecological and agroecological aspects of the rye (*Secale cereale* L.) yields spatial variation within Polesia and Foreststeppe zones of Ukraine: the useage of the geographically weighted principal components analysis. *Biosystem Diversity*, 26 (4), 276–285. doi: <https://doi.org/10.15421/011842>.

Li, Z., Cheng, J. & Wu, Q. (2015). Analyzing regional economic development patterns in a fast developing province of China through geographically weighted principal components analysis. *Letters in Spatial and Resource Sciences*, 9 (3), 233–245.

Lloyd, C. D. (2010). Analysing population characteristics using geographically weighted principal components analysis: a case study of Northern Ireland in 2001. *Comput. Environ. Urban*, 34 (5), 389–399.

Patel, N. R. (2003). Remote sensing and GIS application in agro-ecological zoning. *Satellite Remote Sensing and GIS Applications in Agricultural Meteorology. Proceedings of a Training Workshop* (pp. 213–233). Dehra Dun, India.

Rosegrant, M. W., Ringler, C., & Zhu, T. J. (2009). Water for agriculture: maintaining food security under growing scarcity. *Ann. Rev. Env. Resour.*, 34, 205–222.

Sivakumar, M. V. K. & Valentin, C. (1997). Agroecological zones and the assessment of crop production potential. *Phil. Trans. R. Soc. Lond.*, 352 (1356), 907–916.

Wart, J. K., Kersebaum, K. C., Peng, S., Milner, M. & Cassmana, K. G. (2013). Estimating crop yield potential at regional to national scales. *Field Crops Research*, 143, 34–43. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2012.11.018>.

Zymarioieva, A. A. (2019). Prostorovo-chasovi zakonomirnosti variuvannia urozhainosti kukurudzy v Ukraini [Spatial-temporal patterns of maize yield variation within Ukraine]. *Naukovi horyzonty*, 2, 58–66 [in Ukrainian].

doi: 10.33249/2663-2144-2019-83-10-28-34

UDC 581.13:[633.35:631.811.98]

PHOTOSYNTHETIC PRODUCTIVITY OF LENTIL UNDER THE ACTION OF BIOLOGICAL PREPARATIONS

T. Novikovae-mail: seminukt@gmail.com

Uman National University of Horticulture

1, Instytutська Str., Uman, Cherkasy region, 20300, Ukraine

Application of biological preparation under conditions of introduction of farming system with biological approach is one of the prospective ways of improving the productivity of agricultural crops, including lentil. However, the influence of plant growth regulators and microbiological preparations in lentil crops needs further research, which determined the aim and tasks of our research.

The article presents the results of the field experiment on the influence of microbial preparation (*Rhizobium leguminosarum* biovar *viceae* strain K-29 (1.0l/t of seeds)) and plant growth regulator Regoplant (250 ml/t – pre-sowing treatment of seeds; 50ml/ha – post-germination application) on the formation of leaf area and net productivity of the photosynthesis of lentil variety Linza.

The leaf area was calculated according to the methods, described by Z.M. Hrytsayenko et al., net productivity of crops photosynthesis was determined according to the method by O.O. Nechyporovych. Statistical data processing was performed, using the method of dispersion analysis by B.A. Dospiekhov.

The results of the research have shown that photosynthesis productivity of lentil crops depends on the weather conditions, application of biological preparations, growth stage and development of crop.

It has been noted that the integrated application of plant growth regulator and microbial preparation has a positive influence on the formation of leaf area apparatus and net productivity of photosynthesis of lentil crops.

On average, the optimal leaf apparatus area of lentil variety Linza was formed at the flowering stage under pre-sowing treatment of seeds with the composition of microbial preparation *Rhizobium leguminosarum* biovar *viceae* strain K-29, 100ml/ha of seed rate and plant growth regulator Regoplant, 250ml/t with its further post-germination application at the rate of 50ml/ha, which exceeded the index by 25%. The same variant provided the increase in the net productivity of photosynthesis by 16 %.

Key words: lentil, microbial preparation, plant growth regulator, the area of leaf apparatus, net productivity of photosynthesis.

ФОТОСИНТЕТИЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПОСІВІВ СОЧЕВИЦІ ЗА ДІЇ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ

Т. П. Новіковаe-mail: seminukt@gmail.com

Уманський національний університет садівництва,

вул. Інститутська, 1, м. Умань, Черкаська обл., 20300, Україна

Одним із перспективних напрямків підвищення продуктивності сільськогосподарських культур, у тому числі й сочевиці, в умовах впровадження біологізованої системи землеробства, є застосування біологічних препаратів. Проте, питання впливу регуляторів росту рослин та мікробіологічних препаратів у посівах сочевиці на її фотосинтетичну продуктивність залишається малодослідженим, що й визначило мету та завдання досліджень.

У статті наведено результати польового дослідження з вивчення впливу мікробного препарату (*Rhizobium leguminosarum* biovar *viceae* штам K-29 (1,0 л/т насіння)) і регулятора росту рослин Регоплант (250 мл/т – передпосівна обробка насіння; 50 мл/га – посходове внесення) на формування площі листового апарату та чистої продуктивності фотосинтезу сочевиці сорту Лінза.

Площу листової поверхні визначали за методиками, описаними З. М. Грицаєнко та ін., чисту продуктивність фотосинтезу посівів — О. О. Ничипоровича. Статистичну обробку результатів досліджень проводили за методом дисперсійного аналізу, описаним Б. А. Доспеховим.

Проведеними дослідженнями встановлено залежність формування фотосинтетичної продуктивності посівів сочевиці від погодних умов, застосування біологічних препаратів та від фази росту і розвитку культури. Відмічено позитивну дію комплексного використання регулятора росту рослин і мікробного препарату на формування площі листового апарату і чистої продуктивності фотосинтезу посівів сочевиці. Оптимальна площа листового апарату сочевиці сорту Лінза в середньому за роки досліджень формувалася у фазі цвітіння рослин досліду за передпосівної обробки насіння композицією мікробного препарату *Rhizobium leguminosarum* biovar *viceae* штам К-29, в. р., 100 мл/га норму насіння і регулятора росту рослин Регоплант, в. р., 250 мл/т із наступним післясходовим внесенням останнього у нормі 50 мл/га, що перевищувало контрольний показник на 25%. Цей же варіант забезпечував зростання чистої продуктивності фотосинтезу на 16%.

Ключові слова: сочевиця, мікробний препарат, регулятор росту рослин, площа листового апарату, чиста продуктивність фотосинтезу.

Вступ

Останніми роками в Україні серед зернобобових культур за посівними площами відновлює свою популярність сочевиця, проте в результаті недостатнього вивчення процесів її росту, розвитку та фотосинтетичної продуктивності урожайність даної культури залишається низькою. Тому з'ясування особливостей перебігу основних фізіологічних процесів у рослинах сочевиці за використання біологічних препаратів є вкрай актуальним завданням (Hrytsaienko et al., 2011).

Основним показником, що характеризує фізіологічний стан посівів зернобобових культур є їх фотосинтетична діяльність. Досліджено, що фотосинтетична діяльність рослин залежить від площі листків, швидкості їх формування та інших чинників (Nychuporovych et al., 1961). Так, за умов досягнення площі листків 30–40 тис. м²/га, частка поглинутої енергії підвищується; подальше збільшення площі листків призводить до погіршення освітленості середніх і особливо нижніх ярусів, тому чиста продуктивність фотосинтезу може знижуватися.

Встановлено, що найбільш інтенсивно площа листового апарату рослин сої сорту Романтика формувалась у фазах початок цвітіння та завершення цвітіння — початок утворення бобів у варіанті сумісного внесення гербіциду Фабіан 90–110 г/га з Регоплантом 50 мл/га на фоні передпосівної обробки насіння сумішшю Ризобофіту 100 мл/га норму насіння й Регопланту 250 мл/т, що перевищувало показники контролю на 53–49% і 49–42%, відповідно (Karpenko et al., 2018).

За результатами досліджень вивчено, що за

першого строку сівби максимальна площа листової поверхні рослин сочевиці сорту Лінза формувалася за дії мікродобрива Квантум-Бобові у фазах цвітіння — 1013,4 см² (+18,5 % до контролю) та утворення бобів — 897,5 см² (+25,9% до контролю), за дії Реаком-СР-Бобові — у фазі досягання — 375,0 см², що на 21,8% більше порівняно з контролем (Torchi, 2015).

Дослідженнями встановлено, що передпосівна обробка насіння сої сортів КиВін, Княжа, Монада бактеріальним препаратом Оптімайз 200 (діюча речовина — азотфіксувальні бактерії *Bradyrhizobium japonicum*) у нормі 2,8 л/т сприяла збільшенню фотосинтетичного потенціалу посівів у період повні сходи — фізіологічна стиглість у відношенні варіантів без інокуляції у середньому на 6,6–10,1% (Chorna, 2017).

У дослідках з вивчення дії гербіциду Десілет, регулятора росту рослин Біолан і мікробного препарату Ризобофіт у посівах сої встановлено, що за внесення Десілету в нормах 0,6 і 0,8 л/га на фоні передпосівної обробки насіння Ризобофітом (100 г/т) накопичення сухих речовин перевищувало контроль на 40 % (Holodryha et al., 2015).

Встановлено, що найвищі показники чистої продуктивності фотосинтезу посіву нуту сорту Пам'ять формувалися у варіанті застосування гербіциду Панда в нормі 4,0 л/га на фоні обробки насіння перед сівбою регулятором росту рослин Стимпо (0,025 л/т) і мікробним препаратом Ризобофіт (1,0 л/т), де перевищення до контролю у фазах п'яти листків — цвітіння становило 66%, а у фазах цвітіння — утворення бобів — 65%

(Karpenko et al., 2018). На жаль, комплексна дія біологічних препаратів (на основі бульбочкових бактерій і регуляторів росту рослин) на формування листкового апарату й фотосинтетичної продуктивності посівів сочевиці майже не вивчалася, що й визначило мету і завдання наших досліджень.

Мета дослідження – дослідити вплив роздільного та комплексного використання мікробного препарату *Rhizobium leguminosarum biovar viceae* штам К-29, в. р., 100 мл/гектарну норму насіння і регулятора росту рослин Регоплант, в. р., 250 мл/т – передпосівна обробка насіння; 50 мл/га – посходове внесення) на формування площі листкового апарату та чистої продуктивності фотосинтезу сочевиці сорту Лінза.

Матеріали та методи

Експериментальну частину роботи виконано у польових і лабораторних умовах Уманського національного університету садівництва упродовж 2014, 2018, 2019 років.

У досліді вивчали геліну форму мікробного препарату (МБП) *Rhizobium leguminosarum biovar viceae* (штам К-29, титр $3,0\text{--}3,5 \times 10^9$ життєздатних бактерій в г препарату), за допомогою якого виконували передпосівну обробку насіння (1,0 л/т); регулятор росту рослин (РРР) Регоплант (д. р. – продукти життєдіяльності грибів-мікроміцетів – 0,3 г/л, насичені і ненасичені жирні кислоти $C_{14}\text{--}C_{28}$, полісахариди, 15 амінокислот, аналоги фітогормонів цитокінінової та ауксинової природи, комплекс біогенних мікроелементів – 1,75 г/л, калієва сіль альфа-нафтилоцтової кислоти 1 мл/л, аверсектин – продукт життєдіяльності актиноміцету *Streptomyces avermytilis*) використовували для обробки насіннєвого матеріалу (250 мл/т) і обприскування вегетуючих рослин (50 мл/га).

У досліді висівали сочевицю сорту Лінза з розрахунку 2,5 млн схожих насінин/га.

Схема досліді включала три фонові обробки насіння сочевиці перед сівбою препаратами: МБП *Rhizobium leguminosarum biovar viceae* (100 мл/га

норму насіння – Фон І); РРР Регоплант (250 мл/т – Фон ІІ); суміш МБП (100 мл/га н. н.) і РРР Регоплант (250 мл/т – Фон ІІІ). Розміщення ділянок послідовне.

По даних фонах у фазі гілкування культури вносили РРР Регоплант у нормі 50 мл/га з використанням акумуляторного ранцевого обприскувача DS-3WF-3.

Площу листкового апарату (ПЛА) розраховували за методикою, описаною З. М. Грицаєнко зі співавторами (Hrytsaienko et al., 2003):

$$S = D \times \Pi \times K,$$

де: D – довжина листка;

Π – ширина листка в найширшому місці;

K – перевідний коефіцієнт (0,74).

Чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) розраховували за методикою О. О. Ничипоровича (Nychyporovych, 1963; Hrytsaienko et al., 2003):

$$\text{ЧПФ} = \frac{B_2 - B_1}{0,5 \times (L_1 + L_2) \times t},$$

де: B_1, B_2 – суха маса рослин на початку і в кінці облікового періоду, г;

L_1, L_2 – площа листків на початку і в кінці облікового періоду, m^2 ;

t – період між двома обліками, діб.

Статистичну обробку результатів досліджень проводили за методом дисперсійного аналізу, описаним Б. А. Доспеховим (Dospikhov, 1985).

Результати дослідження та обговорення

У формуванні врожаю велике значення відіграє площа листкової поверхні культури, розмірами якої визначається чиста продуктивність фотосинтезу (Nychyporovych, 1963). Виконані дослідження показали, що площа листкового апарату сочевиці у роки проведення досліджень змінювалася залежно від використання досліджуваних препаратів окремо і в комплексі та фаз розвитку культури (табл. 1). Так, у фазі бутонізації рослин сочевиці позитивний вплив на формування площі листкового апарату простежувався за обприскування посівів регулятором росту рослин Регоплант, де перевищення до контролю складало 4 %.

Таблиця 1. Формування площі листкового апарату рослин сочевиці за використання МБП *Rhizobium leguminosarum biovar viceae* і PPP Регоплант, тис. м²/га (середнє за три роки)

Варіант досліджу	Фаза		
	бутонізації	цвітіння	утворення бобів
Без застосування препаратів (контроль)	24,2	31,5	29,3
PPP Регоплант, 250 мл/т (обробка насіння) – Фон I	29,5	36,9	30,1
МБП <i>Rhizobium leguminosarum biovar viceae</i> штам К-29, 100 мл на гектарну норму насіння (обробка насіння) – Фон II	29,0	37,5	30,3
МБП <i>Rhizobium leguminosarum biovar viceae</i> штам К-29 + PPP Регоплант, 250 мл/т (обробка насіння) – Фон III	30,7	37,8	30,8
PPP Регоплант, 50 мл/га (обробка вегетуючих рослин)	25,2	34,9	31,6
Фон I + PPP Регоплант, 50 мл/га	30,5	38,0	32,2
Фон II + PPP Регоплант, 50 мл/га	31,3	38,2	34,7
Фон III + PPP Регоплант, 50 мл/га	32,7	38,9	35,9
<i>НІР</i> ₀₅	1,5	1,8	1,6

Разом з тим, за внесення Регопланту по фону I було відмічено зростання досліджуваного показника у порівнянні з варіантом Регоплант (обприскування рослин) на 21%, а з контролем – на 26%, що може свідчити про позитивний рістрегулювальний вплив Регопланту як на кореневу систему, так і на вегетативну масу рослин (Hanhur et al., 2017). Водночас, передпосівна інокуляція насіння мікробним препаратом *Rhizobium leguminosarum biovar viceae* штам К-29 із наступним післясходовим внесенням Регопланту забезпечила зростання ПЛА сочевиці відносно контролю на 29%.

Найвищі показники за площею листкового апарату у фазі бутонізації культури формувались у варіанті досліджу із застосуванням регулятора росту рослин Регоплант 50 мл/га, внесенного на фоні передпосівної обробки насіння сумішшю МБП і PPP, де перевищення до контролю складало 35%.

У фазі цвітіння наростання ПЛА сочевиці проходило найактивніше, що пов'язано із загальною активізацією ростових процесів рослин у цю фазу розвитку. Разом з тим, у фазу утворення бобів у порівнянні з фазою цвітіння

відбувалось незначне зменшення ПЛА, що пов'язано з поступовим відмиранням листків у нижніх ярусах. Аналізуючи ПЛА у фазі цвітіння сочевиці за передпосівної обробки насіннєвого матеріалу Регоплантом, відмічено зростання показника відносно контролю на 17%, а за інокуляції мікробіологічним препаратом *Rhizobium leguminosarum biovar viceae* 19% та на 25 і 29% відповідно відносно фази бутонізації. У варіанті з комплексною передпосівною обробкою насіння МБП і PPP перевищення до контролю становило 20%. Посходове внесення регулятора росту рослин Регоплант 50 мл/га сприяло наростанню ПЛА до контролю на 11% у фазу цвітіння та на 8% – у фазу утворення бобів.

Високі показники ПЛА були відмічені у варіантах внесення Регопланту по фону I, де перевищення контролю у фазу цвітіння в середньому складало 21 %, а в фазу утворення бобів – 10% тоді як у варіанті Фон II + PPP Регоплант (50 мл/га) перевищення становило 22 та 18% відповідно. Найбільша площа листкового апарату сочевиці була відмічена за посходового внесення PPP Регоплант 50 мл/га по фону передпосівної обробки насіння МБП із PPP, де

перевищення до контролю у фазу цвітіння складало 24%, у фазу утворення бобів – 23%.

З одержаних даних можна констатувати, що збільшення площі листового апарату сочевиці зумовлюється інтенсифікацією проходження в рослинах основних фізіолого-біохімічних процесів за дії РРР Регоплант та забезпеченні рослин доступними формами азоту завдяки інокуляції азотфіксувальними мікроорганізмами *Rhizobium leguminosarum biovar viceae*, що узгоджується з даними інших науковців (Chorna, 2017; Hanhur et al., 2017).

Не менш важливе значення у формуванні урожаю насіння сочевиці належить чистій продуктивності фотосинтезу як показника роботи фотосинтетичного апарату не лише за біометричними показниками, а й за кількістю діб активного функціонування листового апарату (Shovkova, 2014). За використання в посівах сочевиці досліджуваних препаратів відмічено формування різних показників фотосинтетичної продуктивності посівів (табл. 2).

Таблиця 2. Чиста продуктивність фотосинтезу посівів сочевиці за використання МБП *Rhizobium leguminosarum biovar viceae* і РРР Регоплант (середнє за три роки, г/м² за добу)

Варіант досліджу	Міжфазний період росту й розвитку рослин			
	бутонізація – цвітіння	приріст до контролю, %	цвітіння – утворення бобів	приріст до контролю, %
Без застосування препаратів (контроль)	1,91	100	2,66	100
РРР Регоплант, 250 мл/т (обробка насіння) – Фон І	2,01	+5,2	2,87	+7,8
МБП <i>Rhizobium leguminosarum biovar viceae</i> штам К-29, 100 мл на гектарну норму насіння (обробка насіння) – Фон ІІ	2,03	+6,1	2,88	+8,4
МБП <i>Rhizobium leguminosarum biovar viceae</i> штам К-29 + РРР Регоплант, 250 мл/т (обробка насіння) – Фон ІІІ	2,04	+6,9	2,95	+10,9
РРР Регоплант, 50 мл/га (обробка вегетуючих рослин)	1,99	+4,3	2,82	+6,2
Фон І + РРР Регоплант, 50 мл/га	2,14	+12,0	3,01	+13,3
Фон ІІ + РРР Регоплант, 50 мл/га	2,13	+11,3	3,02	+13,6
Фон ІІІ + РРР Регоплант, 50 мл/га	2,17	+13,7	3,09	+16,0
<i>НІР</i> ₀₅	0,12	–	0,14	–

Однак, можна стверджувати, що використання для передпосівної обробки насіння сочевиці МБП *Rhizobium leguminosarum biovar viceae* як окремо, так і сумісно з РРР Регоплант, позитивно вплинуло на формування показників чистої продуктивності фотосинтезу. Зокрема, у варіанті з передпосівною обробкою насіння сочевиці Регоплантом ЧПФ у міжфазний період бутонізація–цвітіння перевищила показники контролю на 5,2%, за обробки МБП – 6,1%. У варіанті Фон III перевищення даного показника до контролю становило 6,9%. Високі показники ЧПФ сочевиці були відмічені у варіантах посходового внесення РРР Регоплант по фонах I та II, проте найвищі – у варіанті Фон III + РРР Регоплант (50 мл/га), де перевищення до контролю складало 13,7%.

Даний показник залежав не лише від застосовуваних препаратів, а й від досліджуваних міжфазних періодів. Так, у міжфазний період бутонізація – цвітіння показник чистої продуктивності посівів складав 1,91 г/м² за добу, цвітіння – утворення бобів – 2,66 г/м² за добу, за різниці між показниками 39%. Передпосівна обробка насіння сочевиці Регоплантом у міжфазний період цвітіння – утворення бобів сприяла зростанню ЧПФ посівів порівняно до контролю на 7,8%.

Найвищі показники ЧПФ формувалися у варіантах сумісного використання для передпосівної обробки насіння РРР з МБП, де перевищення контролю становило 10,9% та за внесення по даному фону РРР (перевищення до контролю – 16%).

Висновки

1. Комплексне використання регулятору росту рослин Регоплант і мікробіологічного препарату *Rhizobium leguminosarum biovar viceae* штам К-29 позитивно впливає на проходження в рослинах сочевиці основних фізіолого-біохімічних процесів, на фоні яких активізується наростання листкового апарату рослин сочевиці та проходження в них фотосинтетичних процесів.

2. Оптимальна площа листкового апарату сочевиці в середньому за роки досліджень формувалася у фазі цвітіння рослин за передпосівної обробки насіння сумішшю мікробного препарату *Rhizobium leguminosarum biovar viceae* штам К-29 (100 мл на гектарну норму насіння) і регулятора росту рослин

Регоплант (250 мл/т) з наступним посходовим внесенням РРР Регопланту з нормою витрати 50 мл/га, що перевищувало контрольний показник на 25%.

3. Сумісне використання для передпосівної обробки насіння регулятору росту рослин Регоплант і мікробіологічного препарату *Rhizobium leguminosarum biovar viceae* штам К-29 та внесення у період вегетації РРР Регопланту (50 мл/га) забезпечує підвищення на 16% чистої продуктивності фотосинтезу посівів сочевиці.

References

Chorna V. M. (2017). Formuvannia urozhainosti ta yakosti nasinnia soi za dii inokuliatsii ta retardantu v umovakh Lisostepu Pravoberezhnoho [Formation of yield and quality of soybean seeds during inoculation and retardant actions in the conditions of the Right-bank Forest Steppe]. (dys. ...kand. s.h. nauk) Instytut kormiv ta silskoho hospodarstva Podillia, Vinnytsia [in Ukrainian].

Dospikhov, B. A. (1985). Metodika polevogo opyta [Methods of field experience]. M: Ahropromydat, 350 (in Russian).

Hanhur V. V., Yeremko L. S., Sokyрко D. P. (2017). Formuvannia produktyvnosti nutu zalezno vid tekhnolohichnykh faktoriv v umovakh Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Formation of productivity of nutritional species of liquid factor in the Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy]. *Zernovi kultury*. T.1, № 2, 285-292.

Holodryha O. V., Zabolotnyi O. I., Leontiuk I. B., Rozborska L. V., Zabolotna A. V. (2015). Formuvannia fotosyntetychnoi produktyvnosti posiviv soi za umov kompleksnoho zastosuvannia herbicydu Diesiliet, rehuliatora rostu roslyn biolan ta mikrobiolohichnoho preparatu ryzobofit [Formation of photosynthetic productivity of soybean crops under the conditions of complex application of Dessilet herbicide, plant growth regulator biolan and microbiological preparation rhizobophyte]. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*, 1, 32-36.

Hrytsaienko Z. M. (Ed.). (2003). Metody biolohichnykh ta ahrokhimichnykh doslidzhen roslyn i gruntiv [Methods of biological and agrochemical studies of plants and soils]. Kyiv : Nichlava [in Ukrainian].

Hrytsaienko Z. M., Karpenko V. P. (2011). Fiziolohe-biokhimichni ta anatomo-morfolohichni mekhanizmy formuvannia vysokoi produktyvnosti

yachmeniu yaro ho za kompleksnoi dii herbitydiv riznykh klasiv i ristrehuluyuchykh preparativ [Physiological, biochemical and anatomical and morphological mechanisms of formation of high productivity of spring barley by the complex action of herbicides of different classes and regreasing preparations]. *Osnovy biolohichnoho roslynnytstva v suchasnomu zemlerobstvi: zb. nauk. pr. UNUS*, 25–38.

Karpenko V. P., Ivasiuk Yu. I., Prytuliak R. M., Cherniha A. O. (2018). Formuvannia lystkovoï poverkhni roslyn soi i sumy khlorofiliv za intehrovanoi dii herbitydu ta biolohichnykh preparativ [Formation of leaf surface of soybean plants and amount of chlorophylls by integrated action of herbicide and biological preparations]. *Ahrobiolohiia*, 1, 43–50.

Karpenko V. P., Korobko O. O. (2018). Vplyv herbitydu i biolohichnykh preparativ na fotosyntetychnu produktyvnist i vrozhaïnist nutu [Effect of herbicide and biologicals on photosynthetic productivity and yield of chickpeas]. *Bulletin of Agrarian Science of the Black Sea*, 4, 48–54.

Nychporovych A. A. (1963). O putiakh povysheniya produktyvnosti fotosynteza rastenyi v

posivakh. Fotosyntezy y voprosy produktyvnosti rastenyi [About ways to increase the productivity of plant photosynthesis in crops. Photosynthesis and plant productivity issues]. Moskva: AN SSSR (in Russian).

Nychporovych A. A., Strohanova L. E., Hmory S. N., Vlasova M. P. (1961) Fotosyntetycheskaia deiatelnost rastenyi v posevakh [Photosynthetic activity of plants in crops]. Moskva: AN SSSR (in Russian).

Shovkova O. V. (2014). Fotosyntetychna produktyvnist posyviv soi zalezno vid strokiv sivy ta sposobiv zastosuvannia mikrodobryv [Photosynthetic productivity of soybean crops depending on sowing time and methods of application of microfertilizers]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2, 156–160.

Topchii O. V. (2015). Vplyv strokiv sivy na fotosyntetychnu aktyvnist sochevytsi [Inclusion of lines of svby on photosynthetic activity]. *Intensyvni rozrobky molodykh uchenykh dlia konkurentospromozhnoho ahrarnoho vyrobnytstva* (pp. 43–44). smt Chabany: [in Ukrainian].

doi: 10.33249/2663-2144-2019-83-10-35-40

UDC: 577. 16:[634.233:551.515]

THE INFLUENCE OF SODIUM ALGINATE PROCESSING ON FRUITS OF CHERRY OF THE STORAGE

O. Vasylyshina

e-mail: elenamila@i.ua

Uman National University of Horticulture

1, Institutes Str., Uman, Cherkasy region, 20305, Ukraine

Cherry is a well-known and widespread crop in Ukraine due to its unpretentious environmental conditions and rich chemical composition. However, its shelf life is limited by the attainment period. Therefore, it is important to develop new storage technologies, including postharvest processing of fruits, while maintaining their quality.

In order to detect the effect of postharvest treatment with a solution of sodium alginate on the quality of cherry fruits, during the storage, the fruits of the cherry varieties Alpha and Memory Artemenko were selected at the pomology research station L.P. Simirenko. During storage in the fruit was determined by mass loss by the method of fixed samples, the content of soluble solids by refractometer, titrated acids – titrometric, ascorbic acid – iodometric method.

For the storage of fruit cherries for 15 days without treatment in the control variant weight loss was 4,2%. The soluble solids content decreased by 8,9 and 10%, including titrated acids and ascorbic acid twice.

The pretreatment of cherry fruits with 3% sodium alginate solution made it possible to extend the shelf life of the fruits to 28 days with a weight loss of 3,8–4%. Compared to the control, the losses in the soluble solids content were smaller and amounted to 5,6%, titrated acids – 46,5 and 48,2% and ascorbic acid by 34,9 and 36,8%.

The benefits of storing cherry fruits treated with a 5% solution of sodium alginate have been established. In particular, their shelf life is 28 days. Alpha and Memory Artemenko weight loss – 3,4% and 3,2%. The soluble solids content decreased by 3,7 and 4,9%, the titrated acids – almost doubled by 45,9 and 44,1% and ascorbic acid – by 31,7 and 35,2%.

Therefore, it is promising to carry out further studies on the pretreatment with a solution of sodium alginate on the quality of cherries during storage.

Key words: cherry fruits, sodium alginate, soluble solids, acids, ascorbic acid.

ВПЛИВ ОБРОБКИ РОЗЧИНОМ АЛЬГІНАТУ НАТРІЮ НА ПЛОДИ ВИШНІ ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ

О. В. Василишина

e-mail: elenamila@i.ua

Уманський національний університет садівництва

вул. Інститутська, 1, м. Умань, Черкаська обл., 20305, Україна

Вишня широко відома та розповсюджена культура в Україні завдяки невибагливості до умов навколишнього середовища та багатого хімічного складу. Однак, термін її зберігання обмежений періодом дозрівання. Тому актуальним наразі є розробка нових технологій зберігання, зокрема післязбиральної обробки плодів із подальшим збереженням їх якості.

З метою виявлення впливу післязбиральної обробки розчином альгінату натрію на якість плодів вишні протягом зберігання було відібрано плоди вишні сортів Альфа та Пам'ять Артеменка на дослідній станції помології ім. Л. П. Симиренка. Протягом зберігання в плодах визначали втрати маси методом фіксованих проб, вміст сухих розчинних речовин за рефрактометром, титрованих кислот – титрометричним, аскорбінової кислоти – йодометричним методом.

За зберігання плодів вишні протягом 15 днів без обробки в контрольному варіанті втрати маси склали 4,2%. Вміст сухих розчинних речовин знизився на 8,9 та 10%, в тому числі титрованих кислот та аскорбінової кислоти у два рази.

Попередня обробка плодів вишні 3%-им розчином альгінату натрію дала змогу подовжити термін зберігання плодів до 28 діб із втратою маси 3,8–4%. Порівняно з контролем втрати у вмісті сухих розчинних речовин були менші і складали 5,6%, титрованих кислот – 46,5 та 48,2% та аскорбінової кислоти – 34,9 та 36,8%.

Встановлено переваги зберігання плодів вишні, оброблених 5%-им розчином альгінату натрію. Зокрема, термін їх зберігання складає 28 діб. Втрати маси по сорту Альфа і Пам'ять Артеменка – 3,4% та 3,2%. Вміст сухих розчинних речовин зменшився на 3,7 та 4,9%, титрованих кислот – на 45,9 та 44,1% та аскорбінової кислоти – на 31,7 та 35,2%.

Тому перспективним є подальше проведення досліджень із попередньої обробки розчином альгінату натрію на якість плодів вишні протягом зберігання.

Ключові слова: плоди вишні, альгінат натрію, втрати маси, сухі розчинні речовини, кислоти, аскорбінова кислота.

Вступ

Вишня – одна з найбільш популярних культур у населення, завдяки своїй скоростиглості та невибагливості до умов навколишнього середовища. Однак, плоди вишні швидко псуються під час збору врожаю, транспортування та реалізації. Тому нині ведеться пошук нових технологій їх тривалого зберігання. Останнім часом за даними літературних джерел значна увага приділяється технологіям післязбиральної обробки плодоовочевої продукції в поєднанні з холодильним зберіганням (Vasylyshyna, 2018).

Для покращення якості плодоовочевої продукції наразі широко використовують обробку плодів саліциловою кислотою, крохмалем, алое-вера покриттям, хітозаном, альгінатом тощо. Такі покриття на поверхні плодів діють як фізичний бар'єр, що напівпроникний для кисню та диоксиду вуглецю, водяної пари, що сприяє зниженню інтенсивності дихання, транспірації та затримці перестигання плодів, зниженні фізіологічних хвороб. Тобто якість плодів протягом зберігання можна покращити із застосуванням післязбиральної обробки плодів розчинами хітозану, альгінату тощо (Rojas-Grau et al., 2007; Tapia et al., 2007; Díaz-Mula et al., 2012).

Альгінат – натрієва сіль альгінової кислоти – природний полісахарид, отриманий із бурих морських водоростей. До його складу входить дві уронові кислоти β-Д мануринона та α-L-гулуринона. Альгінат відомий як гідрофільний біополімер, має задовільну покривну властивість, що пов'язана з його задовільними колоїдними якостями. Тому його використовують як загущувач для формування суспензії та стабілізації емульсії (Díaz-Mula et al., 2012; Carvalho et al., 2015; Bal, 2019).

Дослідження, проведені із застосуванням

альгінату натрію, показали затримку процесу досягання сливи, абрикоса, черешні. Зокрема встановлено, що альгінат натрію ефективний для підтримання якісних показників плодів персика (Tapia et al., 2007; Díaz-Mula et al., 2012; Bal, 2019).

Покриття на основі альгінату натрію за рахунок вкриття продихів плодів сприяє зменшенню частоти дихання, транспірації та втраті маси. Також нанесення альгінату натрію на поверхню тканин плодів ефективно для зменшення втрат у вмісті титрованих кислот. Так, при зберіганні плодів черешні вміст титрованих кислот знизився до 0,57%, тоді як для плодів із нанесенням альгінату натрію вміст титрованих кислот знизився менше і на кінець зберігання складав 0,77%. Покриття на основі альгінату натрію сприяє збереженню кольору, вмісту фенольних речовин та антиоксидантної активності плодів. При цьому, тривалість зберігання плодів черешні за температури 8°C складає 8 діб, тоді як для оброблених плодів – 16 діб (Díaz-Mula et al., 2012).

Також покриття альгінатом плодів гуави затримало процес досягання плодів та їх фізико-хімічні зміни. Тому втрати у вмісті титрованих кислот були менші. Завдяки нижчій проникності кисню плодів відбувалося зниження активності ферментів, а отже повільніше окислювалась аскорбінова кислота протягом зберігання (Nair et al., 2018).

Під час зберігання плодів сливи за їх обробки альгінатом натрію вміст аскорбінової кислоти складав 4,5 мг/100 г, тоді як у свіжих плодах він становив 5,4 мг/100 г. Що є результатом сповільнення окислення ферменту аскорбатоксидази. Покриття альгінатом натрію плодів знизило втрати маси, інтенсивність дихання, вміст аскорбінової кислоти та антиоксидантну активність плодів (Bal, 2019).

За даними літератури за попередньої обробки плодів агрусу альгінатом натрію при зберіганні за температури 2°C їх якість зберігається до 21 дня, при цьому, відбувається сповільнення виділення етилену й інтенсивності дихання (Carvalho et al., 2015).

Методи та матеріали

Метою дослідження було оцінити вплив післязбиральної обробки розчином альгінатом натрію на якість плодів вишні протягом зберігання.

Для цього було поставлено завдання за комплексом фізико-хімічних показників: втрат маси, вмістом сухих розчинних речовин, титрованих кислот, аскорбінової кислоти визначити якість плодів вишні протягом зберігання.

Плоди вишні сортів Пам'ять Артеменка та Альфа, відбирали протягом 2016–2018 років на дослідній станції помології ім. Л.П. Симиренка за 2–3 дні до настання споживчої стадії стиглості. Їх сортували за розміром, формою та кольором. Відібрані плоди промивали водою. Після цього плоди вишні були занурені в розчини альгінату натрію на 1–2 хвилини, щоб забезпечити рівномірність покриття за варіантами: без обробки (контроль) та оброблені розчинами альгінату натрію 3 та 5 % концентрації.

Плоди, оброблені альгінатом натрію, сушили протягом 30 хв, шляхом обдування повітрям, створеного штучно вентилятором при 25°C. Упаковували в поліетиленові пакети і зберігали за температури 2±0,5°C та відносної вологості повітря 95±1%.

Для приготування розчину, альгінат натрію розчиняли в дистильованій воді за температури 45°C концентрацією 3 та 5%. Після охолодження до розчину додавали 10% гліцерину.

Протягом зберігання визначали облік природних втрат маси плодів методом фіксованих проб шляхом зважування їх на вагах. Критерії закінчення зберігання плодів – втрати маси не більше 6% (Naichenko, 2001). Вміст сухих розчинних речовин визначали рефрактометром РПЛ-3М (Naichenko, 2001), титрованих кислот – титриметричним методом за ДСТУ 4957:2008, аскорбінової кислоти – йодометричним методом (Naichenko, 2001). Математичну обробку даних проводили за В.Ф. Мойсейченко (Moiseichenko, 1992) на персональному комп'ютері за програмою „Excel 2000”.

Результати досліджень та їх обговорення

За результатами досліджень (рис. 1) післязбиральна обробка плодів вишні розчином альгінату натрію сприяла збереженню якості плодів.

Термін зберігання плодів вишні в контролі складав 15 діб, а в дослідних варіантах – 28 діб.

Втрати маси плодів у контрольному варіанті на кінець зберігання становили 4,2% та залежали від способу обробки та тривалості зберігання плодів вишні. Для плодів, оброблених розчином альгінату натрію, після 28 днів зберігання вони менші і складають 3,2–4%, тому що альгінатне покриття утворює на поверхні плодів напівпроникний шар, що сприяє зниженню швидкості транспірації (Díaz-Mula, 2012).

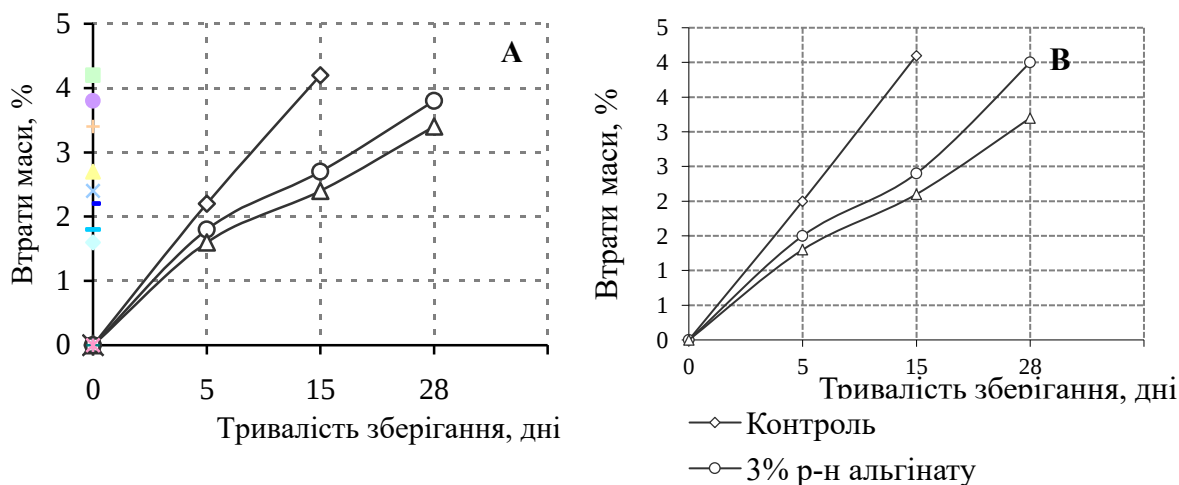


Рис. 1. Втрати маси плодів вишні сортів Альфа (А) та Пам'ять (В) Артеменка протягом зберігання (НІР₀₅ = 0,4)

Вміст сухих розчинних речовин (рис. 2), що визначають смак і аромат плодів вишні сорту

Альфа та Пам'ять Артеменка, протягом всього періоду зберігання знизився на 8,9 та 10%.

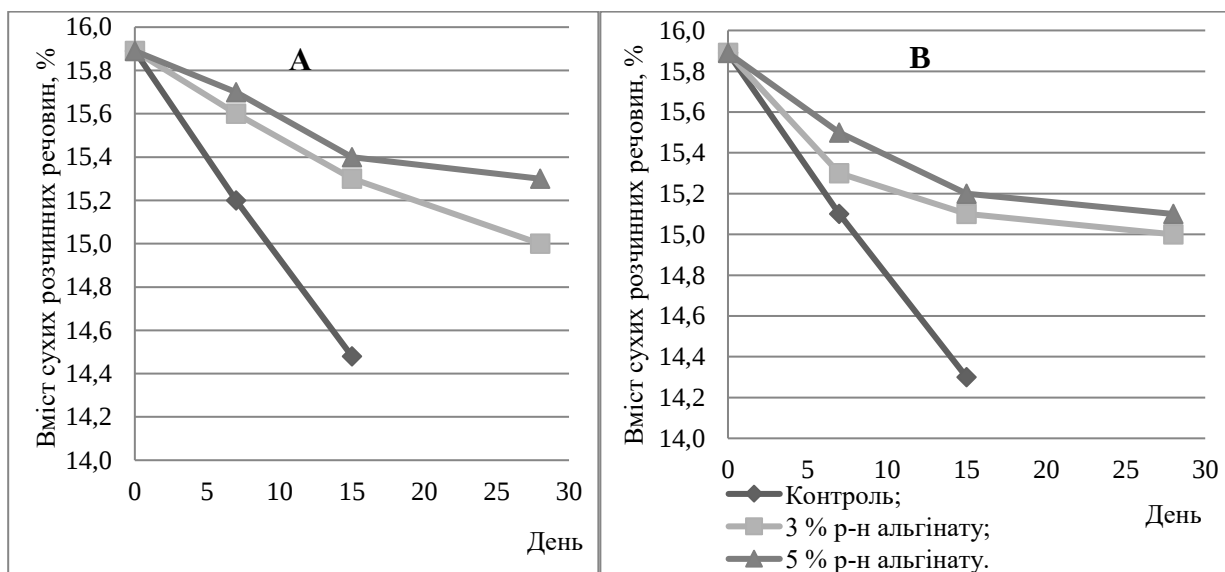


Рис. 2. Динаміка вмісту сухих розчинних речовин у плодах вишні сорту Альфа (А) та Пам'ять Артеменка (В) оброблених альгінатом натрію перед зберіганням ($HP_{05} = 0,4$)

Для оброблених плодів вишні 3 та 5%-ими розчинами альгінату натрію втрати вмісту сухих розчинних речовин менші і складають 5,6% та 3,7–4,9%. Що у два рази менше порівняно з контролем та обумовлено створенням на поверхні плодів напівпроникного бар'єру, який перешкоджає випаровуванню вологи, зниженню швидкості дихання та меншим втратам у вмісті сухих розчинних речовин.

Вміст титрованих кислот у плодах знижується протягом зберігання через використання їх в процесі дихання. За результатами досліджень (рис. 3) їх вміст у плодах вишні сорту Альфа та Пам'ять Артеменка протягом 15 днів зберігання знизився у два рази – на 51,7 % та 52,9 %.

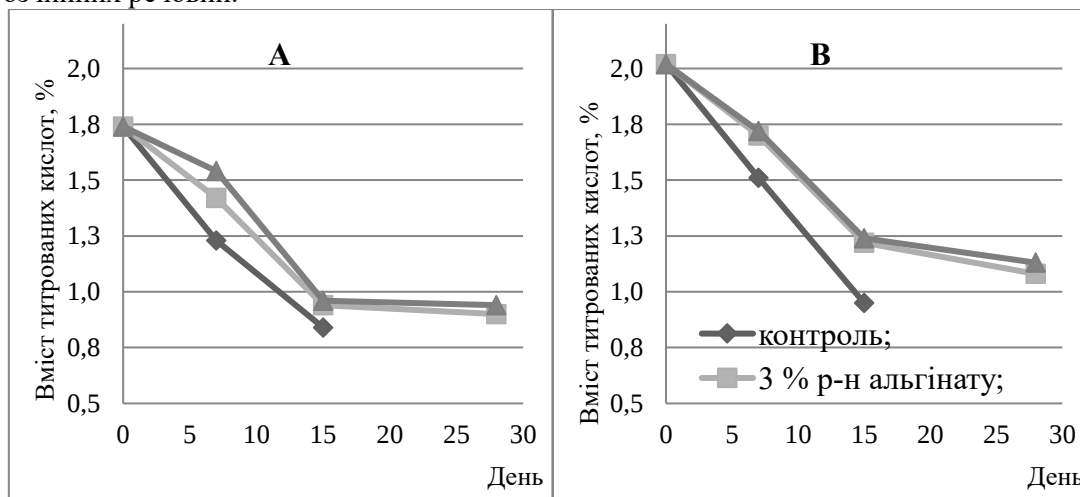


Рис. 3. Динаміка вмісту титрованих кислот у плодах вишні сорту Альфа (А) та Пам'ять Артеменка (В), оброблених розчином альгінату натрію перед зберіганням ($HP_{05} = 0,2$)

На 28-у добу зберігання втрати вмісту титрованих кислот для плодів вишні сорту Пам'ять Артеменка та Альфа, оброблених 3%-им розчином альгінату натрію менші і складають 46,5 та 48,2%, а 5%-им розчином – 45,9 та 44,1%, відповідно. Про зниження втрат у вмісті титрованих кислот плодів черешні, агрусу, сливи, оброблених альгінатом натрію, повідомлено в працях багатьох вчених (Díaz-Mula *et al.*, 2012; Carvalho *et al.*, 2015; Bal, 2019).

Аскорбінова кислота визначає біологічну цінність плодів. За даними досліджень (рис. 4), вміст аскорбінової кислоти для плодів вишні сортів Альфа і Пам'ять Артеменка на 15-у добу зберігання знизився майже у два рази на 35,9 та 37,3 %. На 28-у добу зберігання втрати для плодів

вишні, оброблених 3%-им розчином альгінату натрію – 34,9 та 36,8%.

Для плодів вишні сортів Альфа та Пам'ять Артеменка, оброблених 5 % розчином альгінату натрію, втрати у вмісті аскорбінової кислоти менші на 31,7 та 35,2 %. Аналогічні результати збереження вмісту аскорбінової кислоти у плодах черешні відображено у дослідженнях Н.М. Díaz-Mula, D. Valero (2012). Менше зниження вмісту аскорбінової кислоти у плодах вишні, оброблених розчином альгінату натрію, автори пов'язують із утворенням напівпроникної плівки на поверхні плодів та зниженням проникності кисню, а отже активності ферментів, що запобігає окисленню аскорбінової кислоти.

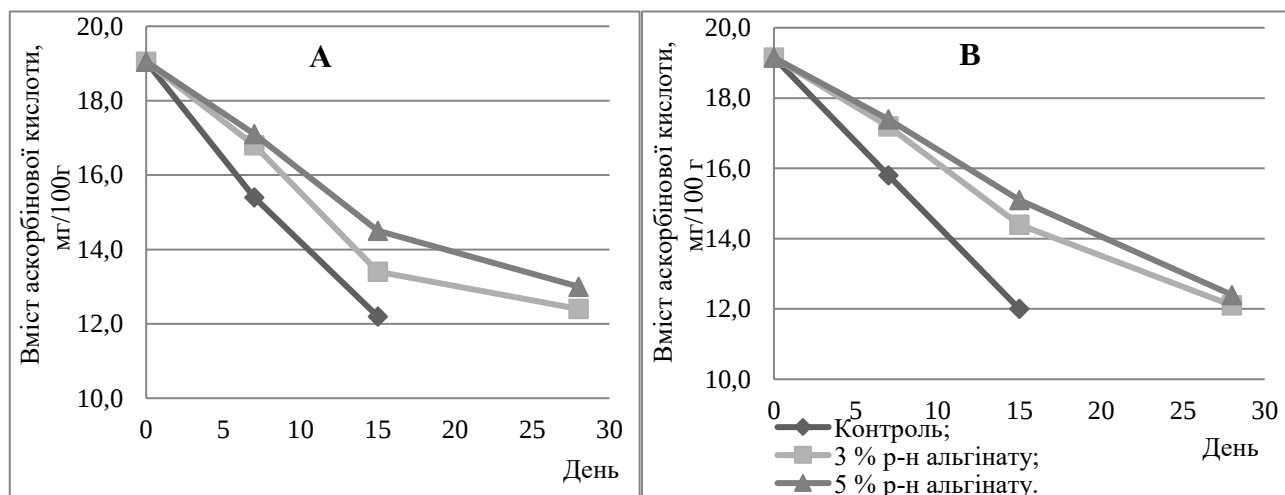


Рис. 4. Динаміка вмісту аскорбінової кислоти в плодах вишні сорту Альфа (А) та Пам'ять Артеменка (В), оброблених альгінатом натрію перед зберіганням ($HP_{05} = 2$)

На втрати маси плодів вишні протягом зберігання (рис. 5) значно впливає вид обробки

(фактор В) – 42,1 % та тривалість зберігання (фактор С) – 54,8 %.

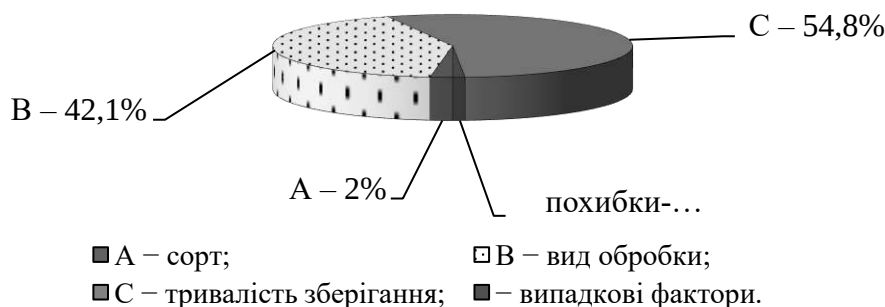


Рис. 5. Частка впливу фактора А (сорт), В (вид обробки), С (тривалість зберігання) на природні втрати маси плодів вишні

Висновки

Попередня обробка перед зберіганням плодів вишні сортів Альфа та Пам'ять Артеменка розчином альгінату натрію дозволила продовжити термін зберігання до 28 діб.

Найбільш ефективною є обробка 5%-им розчином альгінату натрію. Що дозволяє знизити втрати маси до 3,4 та 3,2%, сухих розчинних речовин на 3,7 та 4,9%, кислот – на 45,9 та 44,1%, аскорбінової кислоти – на 31,7 та 35,2%.

Перспективи подальших досліджень слід зосередити на подальшому вивченні впливу розчину альгінату натрію на якість плодів вишні протягом зберігання.

References

- Vasylyshyna, O. V. (2018). *Tovarna yakist plodiv vyshni z pisliazybalnoiu obrobkoiu rozchynom salitsylovoi kysloty* [Commercial quality of cherry fruits with post-harvest treatment with salicylic acid solution]. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy*, 294, 186–192 [in Ukrainian].
- Díaz-Mula, H. M., Serrano, M. & Valero, D. (2012). Alginate coatings preserve fruit quality and bioactive compounds during storage of sweet cherry fruit. *Food and Bioprocess Technology*, 5, 2990–2997. doi: 10.1007/s11947-011-0599-2.
- Bal, E. (2019). Effects of alginate edible coating with salicylic and oxalic acid on preserving plum fruit (*Prunus salicina* L. cv. 'BLACK AMBER') quality during postharvest storage. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 18 (4), 35–46. doi: 10.24326/asphc.2019.4.4.
- Tapia, M. S., Rojas-Graü, M. A., Rodríguez, F. J., Ramírez, J., Carmona, A. & Martín-Belloso, O. (2007). Alginate- and gellan-based edible films for probiotic coatings on fresh-cut fruits. *Journal Food Science and Nutrition*, 72 (4), 190–196. doi: 10.1111/j.1750-3841.2007.00318.x.
- Rojas-Grau, M. A., Raybaudi-Massilia, R. M., Robert, Soliva-Fortuny, C., Avena-Bustillos, R. J., McHugh, T. H. & Martín-Belloso, O. (2007). Apple puree-alginate edible coating as carrier of antimicrobial agents to prolong shelf-life of fresh-cut apples. *Postharvest Biology and Technology*, 45, 254–264. doi.org/10.1016/j.postharvbio.2007.01.017.
- Carvalho, C. P., Villaño, D., Moreno, D. A., Serrano, M., Valero, D. (2015). Alginate edible coating and cold storage for improving the physicochemical quality of cape gooseberry (*Physalis Peruviana* L.). *Journal of Food Science and Nutrition*, 1, 2–7. doi.org/10.1111/j.1365-2621.2010.02371.x.
- Nair, M. S., Saxena, A. & Kaur, C. (2018). Effect of chitosan and alginate based coatings enriched with pomegranate peel extract to extend the postharvest quality of guava (*Psidium guajava* L.). *Food Chemistry*, 1, 245–252. doi: 10.1016/j.foodchem.2017.07.122. Epub 2017 Jul 25.
- Naichenko, V. M. (2001). *Praktykum z tehnolohii zberigannia i pererobky plodiv ta ovochiv* [Workshop on the preservation and processing of fruits and vegetables]. Kyiv: FADA LTD [in Ukrainian].
- Produkty pereroblennia fruktiv ta ovochiv. *Metody vyznachannia tytrovanoj kyslotnosti* (2009) [Products for the processing of fruits and vegetables. Methods of determination of sugars]. DSTU 4954:2008. Natsionalnyi standart Ukrainy. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy [in Ukrainian].
- Moiseichenko, V. F. (1992). *Osnovy naukovykh doslidzen u plodivnytstvi, ovochivnytstvi, vynohradarstvi ta tekhnolohii zberihannia pldoovochevoi produktsii* [Fundamentals of scientific research in horticulture, horticulture, viticulture and storage technology for fruits and vegetables]. Kyiv: UMK VO [in Ukrainian].

doi: 10.33249/2663-2144-2019-83-10-41-50

UDC 352.071:336(477)

INSTITUTIONAL BASES OF SOCIO-ECONOMIC AND FINANCIAL DEVELOPMENT UTC**M. Patynska-Popeta**

e-mail: marypat@ukr.net

Zhytomyr National Agroecological University

7, Staryi Blvd, Zhytomyr, 10008, Ukraine

In the context of reforming intergovernmental relations on Ukraine's path to European integration, the issue of institutional foundations for the development of United Territorial Communities (UTC) becomes particularly relevant. The purpose of the article is to analyze the main problems of socio-economic development and substantiation of the financial mechanism of functioning of the UTC on the basis of sustainability. The main tasks are to analyze the peculiarities of the formation of the financial resources of the UTC, to identify the factors of their socio-economic development. Scientific research methods such as induction and deduction, synthesis and analysis, comparison method are used.

The dynamics of development of territorial communities in Ukraine has been investigated, which certifies the effectiveness of implementation of the concept of decentralization taking into account the basic principles and requirements of European integration. The peculiarities of forming the financial resources of the UTC and their intergovernmental relations with the state budget, the main forms and sources of obtaining funds for the development of territorial communities are analyzed. It is proved that budget financing, as the main form of providing territorial communities, determines the level of social and economic development. The amendments to the legislative acts aimed at better filling the budgets of the UTC are outlined. The tendency to increase the share of transfers in the income of territorial communities has been identified. The positive dynamics of the development of UTC within the scope of empowerment and obtaining additional financial resources have been identified, which provides the conditions for sustainable economic growth and financial capacity of communities. Key problems of socio-economic development and financial support of territorial communities have been systematized. Perspective directions of formation of effective mechanisms of development of UTC on the basis of sustainability are generalized.

The prospect of further research is finding new opportunities for the sustainable development of territorial communities in the light of European experience. These include: supporting businesses that create jobs and increase payroll; stimulation of development of small and medium business; ensuring profitability of utility companies.

Key words: local self-government, united territorial communities, socio-economic development, sustainable development, financial resources.

**ІНСТИТУЦІЙНІ ЗАСАДИ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО
ТА ФІНАНСОВОГО РОЗВИТКУ ОТГ****М. М. Патинська-Попета**

e-mail: marypat@ukr.net

Житомирський національний агроекологічний університет

бульвар Старий, 7, м. Житомир, 10008, Україна

В умовах реформування міжбюджетних відносин на шляху України до євроінтеграції актуальності набуває питання інституційних засад розвитку об'єднаних територіальних громад (ОТГ). Метою статті є аналіз основних проблем соціально-економічного розвитку та обґрунтування фінансового механізму функціонування ОТГ на засадах сталості. Основні завдання: проаналізувати особливості формування фінансових ресурсів ОТГ, виявити чинники їх соціально-економічного розвитку. Використано методи наукового дослідження: індукції та дедукції, синтезу та аналізу, метод порівняння.

Досліджено динаміку розвитку територіальних громад в Україні, яка засвідчує ефективність впровадження концепції децентралізації з урахуванням основних засад і вимог європейської інтеграції. Проаналізовано особливості формування фінансових ресурсів ОТГ та їх міжбюджетні відносини з державним бюджетом, основні форми й джерела отримання коштів для розвитку територіальних громад. Доведено, що бюджетне фінансування як основна форма забезпечення територіальних громад визначає рівень соціального та економічного розвитку. Окреслено зміни до законодавчо-правових актів, які спрямовані на краще наповнення бюджетів ОТГ. Виявлено тенденцію щодо збільшення частки трансфертів у доходах територіальних громад. Визначено позитивну динаміку розвитку ОТГ у межах розширення повноважень та отримання додаткових фінансових ресурсів, що забезпечує умови для сталого економічного зростання й фінансової спроможності громад. Систематизовано ключові проблеми соціально-економічного розвитку та фінансового забезпечення територіальних громад. Узагальнено перспективні напрями формування ефективних механізмів розвитку ОТГ на засадах сталості.

Перспективи подальших наукових досліджень вбачаються в пошуку нових можливостей для сталого розвитку територіальних громад з урахуванням європейського досвіду, серед них: підтримка підприємств, що створюють нові робочі місця та збільшують фонд оплати праці; стимулювання розвитку малого й середнього бізнесу.

Ключові слова: *місцеве самоврядування, об'єднані територіальні громади, соціально-економічний розвиток, сталий розвиток, фінансові ресурси.*

Вступ

Адміністративно-територіальна реформа в Україні спрямована на створення системи місцевого самоврядування та розвиток місцевої демократії на європейських засадах, надання територіальним громадам повноважень і ресурсів, що здатні забезпечити економічний розвиток територій, підвищити рівень та якість життя населення.

Необхідною умовою успішного функціонування об'єднаних територіальних громад є їх інституційне забезпечення. Під інституційним забезпеченням розвитку ОТГ розуміють сукупність законодавчих, організаційних і соціально-економічних заходів державних та місцевих органів влади у сфері фінансових відносин, заснованих на науково обґрунтованій концепції, спрямованій на створення умов і можливостей залучення й акумуляції фінансових ресурсів, їх раціонального використання для досягнення динамічного соціально-еколого-економічного ефекту.

З огляду на актуальність інституційних трансформацій на засадах децентралізації та реформи місцевого самоврядування важливим для України є досвід країн-членів ЄС. Пріоритетними завданнями, що визначені на загальнодержавному, а відповідно й на локальному рівнях, є такі: як узгодженість інтересів державної влади та місцевого

самоврядування, зокрема в питаннях раціонального розподілу повноважень і фінансових ресурсів для їх реалізації відповідно до європейських принципів та механізмів, передбачених законодавством про місцеве самоврядування; забезпечення матеріально-фінансової, інфраструктурної, кадрової спроможності здійснювати повноваження щодо інтенсифікації місцевого економічного розвитку, а також для надання належного рівня якості публічних послуг громадянам (*Pro skhvalennia*, 2014, Kyrylenko, 2015).

Найважливішою складовою у процесі децентралізації є надання фінансових (бюджетних) повноважень, що дозволить створити умови для сталого економічного зростання та розвитку ОТГ. Водночас, недосконала система розподілу повноважень між державою та місцевим самоврядуванням, незабезпеченість делегованих повноважень, низька якість бюджетного планування, негнучка структура видатків, недостатня ефективність місцевих податків і зборів суттєво гальмують процес бюджетної децентралізації.

У наукових розробках сучасної системи фінансової спроможності ОТГ вітчизняні вчені акцентують увагу на ключових проблемах соціально-економічного розвитку територій, формуванні органами ОТГ власних і залучених коштів (*Hurhula & Demianchuk*, 2017; *Dzhurik*, 2019). Важливі чинники створення економічно та

фінансово спроможних територіальних громад науковці вбачають у нарощенні обсягів небюджетних фінансових ресурсів, підвищенні інвестиційної активності ОТГ (KornIychuk, 2016; Voytenko, 2018). Учені розглядають питання формування та реалізації фінансового потенціалу громад (Kyrylenko, 2015; Dyakonenko, 2018). Виявленню перспективних підходів до розвитку сільських територій присвятили праці російські економісти (Chepurnykh & Merzlov, 2017).

Незважаючи на широке коло наукових праць у зазначеному напрямі, питання теоретично-прикладного дослідження інституційних засад соціально-економічного та фінансового розвитку ОТГ є ключовим і потребує подальшого аналізу, наукового обґрунтування та вдосконалення.

Мета статті – аналіз проблем соціально-економічного розвитку та обґрунтування фінансового механізму функціонування ОТГ на засадах сталості.

Матеріали та методи

Для реалізації поставленої мети проводилися наукові дослідження, які ґрунтуються на методах порівняльного аналізу (для характеристики соціально-економічних процесів, тенденцій, явищ щодо особливостей фінансового забезпечення ОТГ), статистичному і таблично-графічному (табличне та графічне відображення фінансових

показників розвитку ОТГ), абстрактно-логічному (дослідження інституційного забезпечення процесу створення ОТГ, теоретичні узагальнення та формулювання висновків щодо перспектив досягнення ефективності фінансової діяльності ОТГ). Проаналізовано законодавчу базу України щодо реформи міжбюджетних відносин та фінансової децентралізації, опрацьовано фінансово-аналітичні матеріали проєктного офісу секторальної децентралізації.

Результати досліджень та обговорення

З прийняттям Закону України "Про добровільне об'єднання територіальних громад" (Pro dobrovilne, 2015) розпочато процес створення ОТГ. Відповідно до нормативно-правових актів, основними перевагами ОТГ є можливість отримання фінансової самодостатності, використання коштів на розвиток території, інвентаризація земель, об'єктів соціальної сфери, податкових надходжень, участь у проєктах міжнародної технічної допомоги, оптимізація наявних та отримання нових послуг тощо. В Україні упродовж останніх п'яти років спостерігається позитивна динаміка розвитку ОТГ, що засвідчує про ефективне впровадження концепції децентралізації (табл. 1).

Таблиця 1. Динаміка кількості створених ОТГ в Україні за період 2015–2019 рр.

Показники	Роки				
	2015	2016	2017	2018	2019 (станом на 10.09.)
Кількість ОТГ, од.	159	366	665	806	951
Чисельність населення, що проживає в ОТГ, млн осіб	1,4	3,1	5,6	8,3	10,2
Кількість необ'єднаних та неприєднаних територіальних громад, од.	10 148	9 180	7 784	7 223	6572

Джерело: побудовано за даними (Nezdoimynoha, 2017).

Інституційні засади, сформовані в Концепції реформування місцевого самоврядування та територіальної організації влади в Україні (Pro skhvalennia, 2014), Законі України "Про добровільне об'єднання територіальних громад" (Pro dobrovilne, 2015), розширюють джерела фінансового забезпечення ОТГ, а також

поповнення дохідної бази місцевих бюджетів, напрями децентралізації видаткових повноважень місцевих органів влади, запровадження нових видів трансфертів тощо. Фінансовий потенціал ОТГ створюється за рахунок джерел, що його наповнюють. Структура доходів місцевого бюджету складається з доходів, необхідних для

виконання власних повноважень, і доходів для забезпечення виконання делегованих законом повноважень органів виконавчої влади.

У законодавстві відбулися зміни стосовно джерел формування дохідної частини місцевих бюджетів. Зокрема, значно розширено джерела формування доходів ОТГ, які одержують додаткові фінансові та майнові ресурси (табл. 2). Основні з них розподілено за такими напрямками:

1) забезпечення власних повноважень (60 % ПДФО; раніше цей податок зараховувався до районного бюджету); 2) право розпорядження землями на території ОТГ; 3) цільові та добровільні внески підприємств, установ, організацій і громадян до місцевих фондів охорони навколишнього природного середовища; 4) надходження з інших цільових фондів (*Biudzhetnyi kodeks*, 2010).

Таблиця 2. Фінансові ресурси ОТГ

Податки	%
Податок на доходи фізичних осіб (ПДФО)	60%
Екологічний податок	25 %
Єдиний податок	100 %
Податок на прибуток підприємств та фінансових установ комунальної власності	100%
Податок на майно (податок на нерухоме майно, відмінне від земельної ділянки, плата за землю, транспортний податок)	100 %
Акцизний податок з реалізації суб'єктами господарювання роздрібною торгівлі підакцизними товарами	5 %

Джерело: побудовано за даними (*Biudzhetnyi kodeks*, 2010, *Rusnak*, 2018).

Податковим кодексом України передбачено, що місцеві ради вирішують питання щодо встановлення єдиного податку, податку на майно (у частині податку на нерухоме майно, відмінне від земельної ділянки) та збору за місця для паркування транспортних засобів, туристичного збору.

Матеріальну та фінансову основу місцевого самоврядування становлять майнові ресурси (рухоме та нерухоме майно) громад разом із доходами місцевих бюджетів, позабюджетними цільовими (у т. ч. валютними) та іншими коштами, землею, природними ресурсами, що перебувають у комунальній власності територіальних громад, відповідно до Закону України «Про місцеве самоврядування в Україні» (ст. 1) (*Pro mistseve*, 1997). Саме їх розвиток сприяє підвищенню фінансової спроможності ОТГ.

В умовах передання фінансових ресурсів і повноважень на місцевий рівень кращі стартові можливості мають ОТГ, на території яких є суб'єкти господарювання, і порівняно з якими бюджети сільських поселень, що формуються за рахунок доходів із низькою дохідністю, мають вищий рівень дотаційності. Наявність суб'єктів

господарювання чи їхніх структурних підрозділів є вагомим джерелом фінансових надходжень, які дають можливість місцевій владі розвивати інфраструктуру та соціальну сферу, підвищувати інвестиційну привабливість поселення та якість життя селян (*Konstytutsiia*, 1996).

Відповідно до норм Бюджетного кодексу України у 2018–2019 рр. до місцевих бюджетів зараховуються: 5% рентної плати за користування надрами для видобування нафти, природного газу та газового конденсату (крім рентної плати за користування надрами в межах континентального шельфу та/або виключної (морської) економічної зони України), з яких 2% – до обласних бюджетів та 3% – до бюджетів міст обласного значення, ОТГ та районів (2% – до районного бюджету, 1% – до сільських, селищних та міських бюджетів у складі району); 100 % єдиного податку, що сплачується платниками єдиного податку четвертої групи (сільгосптоваровиробники); підвищення на 50 % ставок рентної плати за спеціальне використання лісових ресурсів, рентної плати за користування надрами для видобування корисних копалин загальнодержавного значення (табл. 3).

Таблиця 3. Структура доходів бюджету ОТГ

Збори та ін. платежі	Інші доходи
37 % рентної плати за спеціальне використання лісових ресурсів у частині деревини, заготовленої в порядку рубок головного користування	Різноманітні трансферти (базова дотація, реверсна дотація; медична, освітня та інші субвенції; капітальні трансферти)
100 % державного мита	Власні надходження бюджетних установ
Туристичний збір	Кошти від реалізації безхазяйного майна, знахідок, спадкового майна
Збір за місця для паркування транспортних засобів	Кошти пайової участі в розвитку інфраструктури населеного пункту
Плата за ліцензії та сертифікати на певні види господарської діяльності	Кошти від повернення кредитів, наданих із місцевих бюджетів
Надходження від орендної плати за користуванням майном, що перебуває в комунальній власності	1,5 % коштів від відчуження комунального майна
80 % коштів, отриманих підприємствами, установами та організаціями, що утримуються за рахунок бюджетів ОТГ, за здані у вигляді брухту і відходів золото, платину, метали платинової групи, дорогоцінне каміння; 50 % коштів, отриманих за здане у вигляді брухту і відходів срібло	Надходження в рамках програм допомоги і грантів Європейського Союзу, урядів іноземних держав, міжнародних організацій, донорських установ
3 % рентної плати за користування надрами для видобування нафти, природного газу та газового конденсату	Цільові та добровільні внески підприємств, установ, організацій і громадян до місцевих фондів охорони навколишнього природного середовища
5 % рентної плати за користування надрами для видобування корисних копалин загальнодержавного значення	Надходження з інших цільових фондів
75 % коштів від відшкодування втрат сільськогосподарського і лісгосподарського виробництва	Інші надходження, визначені законом про Державний бюджет України
25 % рентної плати за користування надрами, за спеціальне використання води та водних об'єктів, лісових ресурсів	
50 % грошових стягнень за шкоду, заподіяну порушенням законодавства про охорону навколишнього природного середовища внаслідок господарської та іншої діяльності	
Плата за надання адміністративних послуг, адміністративні штрафи та штрафні санкції	

Джерело: побудовано за даними (*Biudzhetni kodeks*, 2010, *Rusnak*, 2018).

Механізм фінансування допомоги місцевим бюджетам із Державного бюджету ґрунтується на системі вирівнювання, яке здійснюється за допомогою трансфертів. Трансферти – сума коштів, що перенаправляються з державного бюджету до місцевих бюджетів або з місцевих бюджетів вищого рівня до бюджетів нижчого рівня у формі дотацій, субсидій, субвенцій тощо.

На виконання покладених на ОТГ зобов'язань запроваджено такі нові види трансфертів: 1) базову дотацію (трансферт, що надається з

державного бюджету місцевим бюджетам для горизонтального вирівнювання податкоспроможності територій); 2) реверсну дотацію (трансферт, що надається з державного бюджету місцевим бюджетам для горизонтального вирівнювання податкоспроможності територій); 3) субвенції (трансферти для використання на певну мету в порядку, визначеному органом, який прийняв рішення про надання субвенції); 4) додаткові дотації.

Розвиток прямих міжбюджетних відносин між бюджетом об'єднаної територіальної громади та державним бюджетом дозволить (розрахований за допомогою універсальної формули) отримувати чітко визначений обсяг міжбюджетних трансфертів для формування дохідної частини ОТГ (Yehorycheva & Tymoshenko, 2014).

Система горизонтального вирівнювання податкоспроможності ОТГ залежить від індексу податкоспроможності відповідного бюджету, обчисленого в розрахунку на 1-го мешканця. У 2019 р. базову дотацію отримують бюджети, у

яких індекс податкоспроможності $< 0,9$, або надходження на 1-го мешканця менші за 1,8 тис. грн з податку на доходи фізичних осіб. Реверсна дотація передбачена для бюджетів, у яких індекс податкоспроможності $> 1,1$, або надходження на 1-го мешканця більші за 2,3 тис. грн.

Обсяги базової та реверсної дотацій у бюджетах ОТГ за 2017–2019 рр. демонструють тенденцію до зростання, що є свідченням перерозподілу на центральному рівні значної частини бюджетних коштів і збільшення рівня залежності виконання місцевих бюджетів від трансфертів з державного бюджету (рис. 1).



Рис. 1. Обсяги базової та реверсної дотацій у бюджетах ОТГ в Україні, млн грн

Варто зауважити, що в багатьох країнах – членах ЄС – частка трансфертів не перевищує 50 %. За 2016 р. фактичні надходження доходів загального фонду місцевих бюджетів 159 ОТГ (з урахуванням трансфертів із державного бюджету) становили 7,1 млрд грн, що більше майже в 7 разів порівняно з надходженнями аналогічного періоду 2015 р. до бюджетів місцевих рад, які увійшли до складу ОТГ (Detsentralizatsiia, 2016).

Децентралізація влади підвищує можливості для зростання обсягів власних ресурсів більшості місцевих бюджетів, їх частки в структурі зведеного бюджету України, що свідчить про зацікавленість органів місцевого самоврядування в мобілізації коштів до бюджетів і наявність резервів для подальшого зміцнення фінансової спроможності громад (табл. 4).

Таблиця 4. Показники обсягів власних доходів місцевих бюджетів в Україні за період 2015–2019 рр.

Показники	Роки				
	2015	2016	2017	2018	2019 (прогноз)
Власні доходи загального фонду місцевих бюджетів, млрд грн	98,2	146,6	192,7	234,1	267,0
Частка власних доходів місцевих бюджетів (загальний фонд) у ВВП, %	5,1	6,2	6,5	6,1	7,8
Частка місцевих бюджетів (із трансфертами) у зведеному бюджеті, у %	45,6	47,5	51,2	51,5	х
Частка місцевих податків та зборів у власних доходах місцевих бюджетів (загальний фонд), %	26,6	28,8	27,3	26,1	27,5

Джерело: побудовано за даними (Моніторинг, 2019).

Однією з основних засад Європейської Хартії місцевого самоврядування є положення про право місцевого самоврядування на власні фінансові ресурси, обсяг яких має відповідати функціям, які виконують відповідні органи, та право щодо вільного розпорядження цими ресурсами, частина

яких повинна формуватися за рахунок місцевих податків і зборів. Протягом 2015–2018 рр. відбулося стрімке зростання обсягів власних надходжень ОТГ, зокрема за рахунок податку на доходи фізичних осіб, єдиного податку та плати за землю (табл. 5).

Таблиця 5. Динаміка власних надходжень ОТГ в Україні, 2015–2018 рр.

Джерела надходжень та кількість ОТГ	2015 р.	2016 р.	2017 р.	2018 р.
Кількість ОТГ, од.	159		665	
Податок на доходи фізичних осіб (ПДФО), млн грн	43,00	1745,00	5200,00	11900,00
Акцизний податок, млн грн	219,00	368,00	1500,00	1500,00
Плата за землю, млн грн	354,00	558,00	2700,00	3000,00
Єдиний податок, млн грн	284,00	447,00	2600,00	3300,00
Інші надходження, млн грн	111,00	136,00	500,00	800,00

Джерело: побудовано за даними.

Відсутність достатніх обсягів власних фінансових ресурсів для забезпечення прийняттого рівня конкурентоспроможності та сталого економічного розвитку громад обумовлює необхідність розширення використання зовнішніх джерел їх формування (Korniychuk, 2016).

Вагомим джерелом у зміцненні фінансової бази ОТГ є Держаний фонд регіонального розвитку (ДФРР), кошти якого спрямовуються на виконання інвестиційних програм і проєктів, що мають на меті розбудову інфраструктури. Законом України "Про Державний бюджет України на 2019 рік" встановлено, що 50% коштів

ДФРР розподіляються Кабінетом Міністрів України на реалізацію пріоритетів економічного зростання та підвищення рівня життя громадян (Pro Derzhavnyy, 2019). Відповідно до чинного законодавства ради ОТГ можуть здійснювати запозичення (як місцеві, так і зовнішні) до бюджетів розвитку для реалізації інвестиційних програм (проєктів) соціально-економічного розвитку (комунальної інфраструктури, упровадження ресурсозберезувальних технологій, створення, приріст чи оновлення стратегічних об'єктів довготривалого користування, спрямованих на задоволення інтересів населення їх громад (табл. 6).

Таблиця 6. Динаміка державної підтримки розвитку ОТГ в Україні за 2015–2019 рр., млрд грн

Види підтримки	Роки				
	2015	2016	2017	2018	2019
Субвенція на соціально-економічний розвиток	0,8	3,3	5,0	5,0	4,7
Кошти Державного фонду регіонального розвитку	2,9	3,0	3,5	6,0	7,7
Субвенція на інфраструктуру ОТГ	–	1,0	1,5	1,9	2,1
Субвенція на реалізацію заходів, спрямованих на розвиток системи охорони здоров'я в сільській місцевості	–	–	4,0	1,0	1,0
Субвенція на фінансування будівництва, реконструкції, ремонту й утримання автомобільних доріг	–	–	–	11,5	14,7

Джерело: побудовано за даними (Monitorynh, 2019, Finansovo-analitychni, 2019).

Упродовж 2015–2019 рр. відбулося стрімке зростання обсягів субвенції, зокрема на соціально-економічний розвиток (у 5,9 рази), на

інфраструктуру ОТГ (у 2,1 рази). Суми коштів ДФРР зросли у 2,7 рази.

Позитивним чинником фінансової підтримки

громад є те, що субвенція з місцевого бюджету на реалізацію заходів щодо розвитку системи охорони здоров'я в сільській місцевості та субвенція з місцевого бюджету на здійснення заходів, спрямованих на соціально-економічний розвиток окремих територій, здійснюється за рахунок залишку коштів відповідної субвенції з державного бюджету, що утворився на кінець року.

Згідно з моніторингом використання коштів на державну підтримку фінансування інвестиційних програм і проєктів регіонального розвитку через ДФРР, у 2015 р. використано 82% (або 2,4 млрд грн), профінансовано 876 проєктів, з яких 532 (61%) реалізовано; у 2016 р. освоєно 89,8% запланованого обсягу; у 2018 р. із запланованих 6,0 млрд грн видатки склали 3,8 млрд грн. Кількість проєктів регіонального розвитку через ДФРР зменшилася від 876 од. у 2015 р. до 477 од. – у 2018 р. (Demianchuk, 2017). Можна зробити висновок: заплановані бюджетні інвестиції не використовуються повною мірою, спостерігається низька активність органів місцевого управління щодо розроблення інвестиційних проєктів з метою залучення додаткових коштів із державних і недержавних фондів.

Важливими чинниками забезпечення соціально-економічного розвитку громад на засадах сталості є такі: зростання частки власних доходів місцевих бюджетів; незалежність місцевих бюджетів ОТГ від державного бюджету; створення умов для формування нових внутрішніх джерел фінансових ресурсів ОТГ; стимулювання розвитку місцевої ініціативи щодо здійснення запозичень до бюджетів розвитку для реалізації інвестиційних програм (проєктів) соціально-економічного розвитку; наявність механізмів передачі земельних ділянок сільськогосподарського призначення з державної власності в комунальну власність ОТГ; зростання капітальних видатків; використання потенціалу механізму державно-приватного партнерства на місцевому рівні; міжрегіональне співробітництво в забезпеченні спільної участі громад в освоєнні ресурсного потенціалу; інтенсифікація співпраці з недержавними фондами, у плані реалізації програм розвитку громад; підтримка розвитку інституту місцевого самоврядування та зміцнення його фінансових засад.

Зростання економічної спроможності громад сприяє створенню сприятливих умов для сталого розвитку територій. Рівень спроможності громад визначається за чотирма основними показниками (табл. 7).

Таблиця 7. Показники виконання місцевих бюджетів окремих ОТГ Житомирської області за 2018 рік

Назва ОТГ	Власні доходи на 1-го мешканця (грн)	Рівень дотаційності бюджетів (питома вага базової / реверсної дотації в доходах, %)	Капітальні видатки на 1-го мешканця (без власних надходжень установ, грн)	Питома вага видатків на утримання апарату управління (без трансфертів, %)
Оліївська	16137,8	-4,1	6 629,4	16,9
Ушомирська	9933,2	16,64	3 087,0	16,2
Чижівська	6506,4	-12,4	978,2	15,7
Андрушківська	5606,8	-3,7	985,8	28,8
Станишівська	5469,1	-2,3	3 505,1	14,8
Квітнева	5443,6	0,0	1 673,5	23,5
Попільнянська	5003,4	0,0	1 138,6	18,3
Глибочицька	4507,8	13,0	1 664,7	29,4
Семенівська	4422,9	-3,2	987,3	27,9
Іршанська	4347,3	-16,6	1007,8	18,5

Джерело: побудовано за даними (Eksperty proanalizuvaly, 2018).

За результатами аналізу даних, при більшій фінансовій спроможності власних доходів і капітальних видатків на 1-го мешканця частка видатків на утримання апарату управління менша, що створює можливість спрямувати більше коштів на розвиток ОТГ. Необхідне створення ефективного, малочисельного управлінського апарату, здійснення постійного аналізу витрачання бюджетних коштів й запобігання нераціональним витратам (Voytenko, 2018). Отже, ефективність спроможності ОТГ визначається діяльністю органів місцевого самоврядування, залученням жителів громади до процесу прийняття рішень щодо розвитку території.

Висновки

Результати аналізу фінансового розвитку ОТГ та виявлення наявних проблем дають підстави стверджувати, що громадам, щоб бути фінансово спроможними, потрібно створити реальні можливості для формування необхідного обсягу власних фінансових ресурсів, виробити механізми активізації соціально-економічного та фінансового потенціалу громади, розробити виважені проекти міжрегіонального співробітництва, програми залучення міжнародної технічної допомоги, створити сприятливе інвестиційне середовище. Наповнення фінансової бази місцевого самоврядування, по-перше, сприятиме самодостатності та фінансовій незалежності ОТГ та, по-друге, забезпечуватиме подальший інституційний розвиток і підвищення конкурентоспроможності громад за європейськими принципами, закріплення позицій лідерства та компетентності їх керівників.

Reference

- Bobrovska, O. Yu. (2016). Potentsial mistsevoho samovriaduvannia v zabezpechenni staloho rozvytku rehionu [Potential of local self-government in ensuring sustainable development of the region]. *Rehionalne ta munitsypalne upravlinnia*, 4–5, 11–15. doi: 10.15421/151619 [in Ukrainian].
- Biudzhetyi kodeks Ukrainy [Budget Code of Ukraine]. № 2456-VI. (2010). [in Ukrainian].
- Chepurnykh, N. V. & Merzlov, A. V. (2017). Sotsialno-ekonomicheskyye faktory razvitiya selskikh territoriy [Socio-economic factors of development of rural territories], *Nauchnyy elektronnyy zhurnal NIU*

ITMO. Ser. Ekonomicheskii i ekologicheskii menedzhment, 4. doi: 10.17586/2310-1172-2017-10-4-92-10. Retrieved from <http://economics.ihbt.ifmo.ru/file/article/17299.pdf> [in Russian].

Demianchuk, O. I. (2017). Zabezpechennia finansovoi spromozhnosti obiednanykh terytorialnykh hromad v Ukraini [Ensuring the financial capacity of United Territorial Communities in Ukraine]. *Naukovi zapysky Natsionalnoho universytetu "Ostrozka akademiia"*, 6 (34), 42–46. doi: 10.25264/2311-5149-2017-6(34)-42-46 [in Ukrainian].

Dzhurik, H. B. (2019). Pobudova efektyvnoi stratehii upravlinnia finansamy obiednanykh terytorialnykh hromad [Building an effective strategy for managing the finances of the united territorial communities]. *Efektivna ekonomika*, 8. doi: 10.32702/2307-2105-2019.8.150 [in Ukrainian].

Diakonenko, O. I. (2018). Vplyv finansovoi detsentralizatsii na rozvytok silskykh poselen v Ukraini [Impact of financial decentralization on the development of rural settlements in Ukraine]. *Demohrafiia ta sotsialna ekonomika*, 3 (34), 161–174. doi: <https://doi.org/10.15407/dse2018.03.161> [in Ukrainian].

Hurhula, T. V. (2017). Finansove zabezpechennia spromozhnosti terytorialnykh hromad: problemy ta shliakhy yikh vyrishennia [Financing the capacity of territorial communities: problems and solutions]. *Naukovyi visnyk Mukachivskoho derzhavnoho universytetu*, 1 (7), 132–135 [in Ukrainian].

Kabinet Ministriv Ukrainy (2014). Pro skhvalennia Kontseptsii reformuvannia mistsevoho samovriaduvannia ta terytorialnoi orhanizatsii vlady v Ukraini [About approval of Conception of reformation of local self-government and territorial organization of power in Ukraine] : rozporiadzhennia. Retrieved from http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/3332014_%D1%80 [in Ukrainian].

Kaziuk, Ya. & Ventsel, V. (2019). Mistsevi biudzhety 2019 – eksperty prokomentuvaly osoblyvosti zakonu pro Derzhbiudzheth [Financially-analytical materials. Decentralization: the Local budgets 2019 - experts commented on the features of law on the state Budget]. Retrieved from <https://decentralization.gov.ua/news/10285> [in Ukrainian].

Kaziuk, Ya., Ventsel, V. & Herasymchuk, I. (2018). Eksperty proanalizuvaly byudzhety

ob'ednanykh terytorialnykh hromad kozhnoyi oblasti za 2018 rik [The experts analyzed the budgets of the integrated territorial communities of each region for 2018]. Retrieved from <https://decentralization.gov.ua/news/10674> [in Ukrainian].

Korniichuk, H. V. (2016). Modernizatsiia mekhanizmu upravlinnia finansovym potentsialom ahroformuvan [Modernization of the mechanism for managing the financial potential of agricultural companies]. *Tekhnologicheskyy audit i rezervy proizvodstva*, 5/4 (31), 4–9. doi: 10.15587/2312-8372.2016.78574 [in Ukrainian].

Kyrylenko, O., Malyniak, B., Pysmennyi, V. & Rusin, V. (2015). Planuvannia ta upravlinnia finansovymy resursamy terytorialnoi hromady [Planning and management of territorial society financial resources]. Kyiv: VI EN EI [in Ukrainian].

Ministerstvo rehionalnoho rozvytku, budivnytstva ta zhytlovo-komunalnoho hospodarstva Ukrainy (2019). Monitorynh protsesu detsentralizatsii vlady ta reformuvannia mistsevoho samovriaduvannia stanom na 12 chervnia 2019 r. [Monitoring of process of decentralization of power

and reformation of local self-government by the state on March, 12 in 2019]. Retrieved from <https://storage.decentralization.gov.ua/uploads/library/file/389/10.03.2019.pdf>

[in Ukrainian].

Podatkovyi kodeks Ukrainy [Internal revenue code of Ukraine]. № 2755. (2010) [in Ukrainian].

Pro Derzhavnyy byudzhet Ukrayiny na 2019 rik [On the State Budget of Ukraine for 2019]. № 2696. (2019) [in Ukrainian].

Pro dobrovilne obiednannia terytorialnykh hromad [About voluntary association of territorial communities]. № 157 VIII. (2015) [in Ukrainian].

Pro mistseve samovriaduvannia [About local self-government]. № 280. (1997). [in Ukrainian].

Voitenko, A. B., Yakobchuk, V. P. & Plotnikova M. F. (2018). Detsentralizatsiia: shliakh vid obiednannia do rozvytku hromad [Decentralization: the path from integration to community development]. *Investytsii: praktyka ta dosvid*, 12, 32–39. doi: 10.32702/23066814.2019.11.32 [in Ukrainian].

doi: 10.33249/2663-2144-2019-83-10-51-57

UDC 352.075:336.1

**TOOLS TO INCREASE THE BUDGET POTENTIAL
OF AMALGAMATED TERRITORIAL COMMUNITIES****L. Umanets**

e-mail: lydosik@gmail.com

Vinnytsia College of Construction and Architecture
of Kyiv National University of Construction and Architecture
53, Kotsiubynskogo Str., Vinnytsia, 21100, Ukraine

The article deals with the substantiation of the tools used to increase the budget potential of amalgamated territorial communities. The purpose of the research is to substantiate individual elements of the budget potential of amalgamated territorial communities and to provide their analytical assessment. The purpose determined the following tasks: to outline and characterize the elements of the potential of territorial communities; to identify and theoretically substantiate possible tools to increase budget potential of territorial communities as a financial basis for their sustainable development. In the course of the research, the following methods were applied: system and benchmarking analysis, abstract-logical method, economic and statistical method, method of graphic representation, etc.

It was established that the potential of a territorial community can be defined as a complex of natural, production, demographic, financial and economic, investment and innovation, labor and social potential with relevant resource provision and possibilities for development. The elements of the potential are characterized; and their features for territorial communities are highlighted. It is emphasized that resources that form the potential of an amalgamated territorial community can be divided into two groups: basic (environmental conditions, territory, population of different age groups and work status with different level of expertise, as well as socioeconomic level of the development of a region) and acquired (those tangible and intangible assets which a community has formed in the course of its development: tangible and intangible assets, objects of social and transport infrastructure, community's image, etc.). The method of correlation analysis was used to prove that the availability of a certain resource potential is not an ultimate prerequisite for the community development. The article identifies and theoretically substantiates possible tools to increase the budget potential of amalgamated territorial communities in terms of tax and non-tax revenues to local budgets, income from operations with capital and inter-budgetary transfers. The further research will be aimed at the development of proposals how to improve the revenue management of amalgamated territorial communities.

Key words: territorial communities, potential of a territorial community, elements of potential, local budget revenue.

**ІНСТРУМЕНТИ НАРОЩЕННЯ ПОТЕНЦІАЛУ
БЮДЖЕТІВ ОБ'ЄДНАНИХ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД****Л. В. Уманець**

e-mail: lydosik@gmail.com

Вінницький коледж будівництва і архітектури Київського
національного університету будівництва і архітектури
вул. Коцюбинського, 53, м. Вінниця, 21100, Україна

Стаття містить обґрунтування інструментів нарощення потенціалу бюджетів об'єднаних територіальних громад. Метою дослідження є обґрунтування та аналітична оцінка окремих елементів потенціалу бюджетів об'єднаних територіальних громад. Поставлена мета обумовила вирішення наступних завдань: окреслити й охарактеризувати елементи потенціалу територіальних громад; встановити та теоретично обґрунтувати можливі інструменти нарощення потенціалу бюджетів територіальних громад як фінансового базису для їх сталого розвитку. У ході дослідження було використано методи: системний та порівняльний аналіз, абстрактно-логічний, економіко-статистичний, графічної візуалізації тощо.

Встановлено, що потенціал територіальної громади можна визначати як комплекс природного, виробничого, демографічного, фінансово-економічного, інвестиційно-інноваційного, трудового і соціального потенціалів з відповідним ресурсним забезпеченням та можливостями розвитку. Охарактеризовано складові потенціалу і виділено їх особливості для територіальних громад. Акцентовано, що ресурси, які формують потенціал територіальної громади, можна виокремити у дві великі групи: базові (природні умови, територію, населення різних вікових груп і форм зайнятості різного рівня професійної компетентності, а також соціально-економічний рівень розвитку регіону) і набуті (ті матеріальні та нематеріальні цінності, які громада сформувала у процесі свого розвитку: матеріальні та нематеріальні активи, об'єкти соціальної та транспортної інфраструктури, імідж громади тощо). Методом кореляційного аналізу доведено, що наявність відповідного ресурсного потенціалу не є вичерпною передумовою для зростання громади. Встановлено та теоретично обґрунтовано можливі інструменти нарощення потенціалу бюджетів територіальних громад у частині податкових та неподаткових надходжень місцевих бюджетів, доходів від операцій з капіталом і міжбюджетних трансфертів. Подальші дослідження будуть спрямовані на розробку пропозицій удосконалення управління доходами територіальних громад.

Ключові слова: територіальні громади, потенціал територіальної громади, елементи потенціалу, доходи місцевих бюджетів.

Вступ

Децентралізація влади місцевих органів самоврядування, що нині лягла в основу забезпечення сталого місцевого розвитку, дала можливість не лише збільшити доходи місцевих бюджетів, а й спричинила розширення повноважень місцевого самоврядування. Донині спостерігається високий рівень залежності доходів місцевих бюджетів від державних трансфертів (понад 60–80% у загальній сумі загальних доходів). Однак, слабка система фінансового управління та опосередковане стратегічне планування розвитку громад призводить до низького рівня управління потенціалом та стримує поступальний процес їх розвитку.

Поняття «потенціал» як певної інтегральної характеристики сукупності можливостей, властивостей, засобів, способів та резервів розвитку певного об'єкта розкрито у роботах Патицької Х. Це дозволило автору визначити рамки трактування категорії «фінансово-економічний потенціал адміністративно-територіальної одиниці» як здатність, можливості та перспективи залучення і використання наявних та потенційних ресурсів для забезпечення розвитку територіальної громади (Patytska, 2018). Серед елементів потенціалу місцевих громад Белявцевою В. запропоновано надавати пріоритетного значення соціальній відповідальності, моралі та духовності, корпоративній культурі, іміджу та приналежності до системи (району, громади) (Belavceva, 2019). Наукові підходи до визначення категорії «фінансовий потенціал» (результативний, системний, ресурсний, ресурсно-цільовий, процесно-ресурсний, структурний) виокремлено у

дослідженнях Щур Р. (Shchur, 2018). Куценко Т. і Сіренко Я. запропоновано інструментальну модель забезпечення фінансової спроможності та розвитку об'єднаних територіальних громад в Україні, складовими якої є бюджетна, інвестиційна, грантова, кредитна, земельні ресурси ОТГ і співробітництво громад (Kutsenko & Sirenko, 2019). Систему показників оцінювання потенціалу об'єднаних територіальних громад на основі розрахунку підіндексів забезпеченості фінансовими, трудовими та виробничими ресурсами запропоновано Лещух І. (Leshchukh, 2019). Міщенко Д. наголошує, що «надзвичайно велику роль у структурі бюджетного потенціалу регіону відіграє податкова складова, тому необхідним є впровадження заходів щодо підвищення ефективності місцевих податків і зборів шляхом удосконалення їх адміністрування та створення повної та прозорої системи обліку, що дасть змогу забезпечити здійснення ефективного фінансового контролю» (Mishchenko, 2019). Аналіз публікацій науковців дає підстави стверджувати, що проблеми нарощення потенціалу територіальних громад для їх сталого розвитку потребують додаткового дослідження.

Мета статті – обґрунтування інструментів нарощення потенціалу бюджетів об'єднаних територіальних громад.

Матеріали та методи

В основу статті покладено дослідження вітчизняних науковців, матеріали Міністерства фінансів України, інформацію із сайту ініціативи «Децентралізація» та данні окремих ОТГ, а також дослідження автора.

Для виокремлення інструментів нарощення потенціалу бюджетів територіальних громад використано такі наукові методи: діалектичний метод пізнання (для визначення економічної сутності потенціалу бюджетів територіальних громад); системний аналіз (для ідентифікації складових потенціалу бюджетів територіальних громад); порівняльний аналіз (для зіставлення потенціалу різних територіальних громад); абстрактно-логічний (для формування теоретичних узагальнень та висновків); графічної візуалізації (для наочного представлення результатів дослідження) тощо.

Результати досліджень та обговорення

У концепції сталого розвитку міських і сільських поселень України, яка сформована відповідно до світових викликів, обумовлено, що пріоритетним наразі вбачається сталий розвиток, спрямований на створення економічного потенціалу та повноцінного життєвого середовища для сучасного та наступних поколінь. Європейською хартією місцевого самоврядування (1985 р.), повноваження з регулювання і управління суттєвою часткою суспільних справ в інтересах місцевого населення надано місцевим органам самоврядуванням. Таким чином, саме на органи місцевого самоврядування покладено обов'язки з формування оптимального потенціалу та раціонального його використання задля сталого

розвитку місцевих територій.

Термін «потенціал» в академічному словнику визначено як «сукупність усіх наявних засобів, можливостей, продуктивних сил тощо., що можуть бути використані у певній галузі, ділянці, сфері» (Bilodid, 1976). У науковій літературі економічний потенціал трактується як «система, основними підсистемами якої є інвестиційний, інноваційний, природно-ресурсний і трудовий потенціали, що характеризуються відповідними економічними ресурсами. При цьому, до ресурсного складу економічного потенціалу регіону відноситься: економічно активне населення регіону, зокрема зайняте населення і безробітні; природні ресурси регіону виробничого призначення, зокрема розвідані та враховані, а також залучені у виробництво; основні засоби, зокрема виробничого і невиробничого призначення; запаси й ресурси предметів виробничого призначення (предметів праці) та предметів тривалого користування; нематеріальні ресурси, зокрема науково-технічна і економічна інформація» (Semenova & Rudenko, 2012).

Відтак, потенціал територіальної громади можна визначити як комплекс природного, виробничого, демографічного, фінансово-економічного, інвестиційно-інноваційного, трудового і соціального потенціалів з відповідним ресурсним забезпеченням та можливостями розвитку (рис. 1).

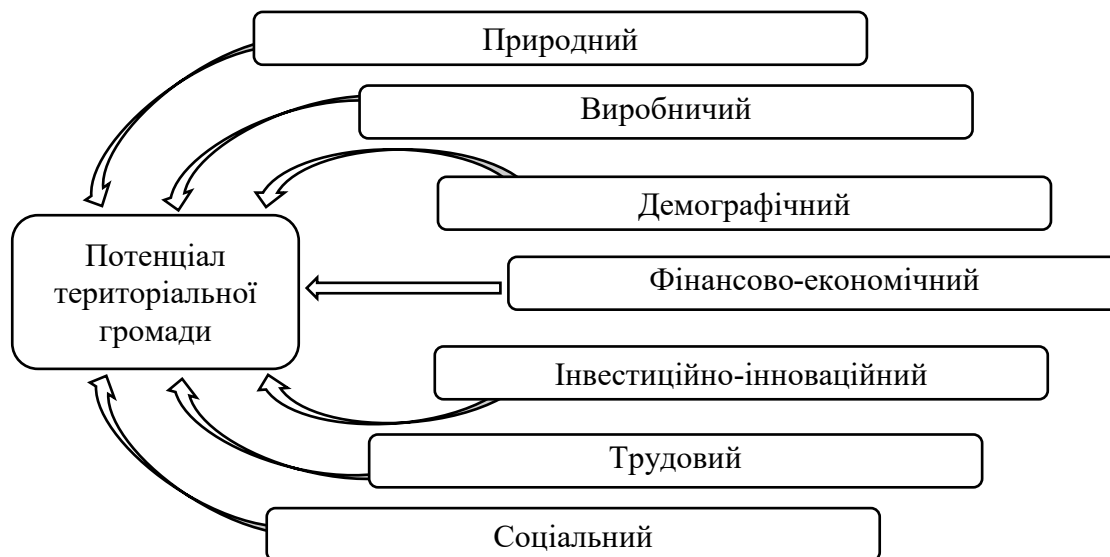


Рис. 1. Потенціал територіальної громади

Джерело: власні дослідження.

Природний потенціал громади сформовані на території громади (клімат, ґрунти, характеризується природними умовами, які корисні копалини, забезпеченість водою та

енергією, наявність лісу тощо), які часто визначають сферу зайнятості населення і впливають на їх потреби. Виробничий потенціал відображує наявність на території громади виробничих структур і можливість їх інтеграції чи розвитку. Демографічний, трудовий та соціальний потенціали характеризуються наявністю населення різних вікових груп і форм зайнятості з різним рівнем професійної компетентності, що безпосередньо впливає на потреби у соціальній інфраструктурі й окреслює можливості продукування місцевих ініціатив. Інвестиційно-інноваційний потенціал охоплює реальні можливості використання інвестиційних ресурсів чи інноваційних проєктів з метою сталого розвитку даної територіальної громади. Чільне місце серед складових потенціалу територіальної громади займає фінансово-економічний потенціал, який віддзеркалює особливості формування та використання місцевого бюджету і позабюджетних фондів.

Варто зазначити, що ресурси, які формують потенціал територіальної громади, можна виокремити у дві великі групи: базові та набуті. До базових варто віднести природні умови, територію, населення різних вікових груп і форм зайнятості

різного рівня професійної компетентності, а також соціально-економічний рівень розвитку регіону, в якому знаходиться територіальна громада. Натомість до набутих ресурсів, відповідно, будуть віднесені ті матеріальні та нематеріальні цінності, які громада сформувала у процесі свого розвитку: матеріальні та нематеріальні активи, об'єкти соціальної та транспортної інфраструктури, імідж громади тощо. Особливим ресурсом, який громада формує і, в залежності від активності її членів, освоює – є власні та залучені доходи місцевих бюджетів.

Практичний досвід свідчить, що у територіальних громадах відсутній комплексний підхід нарощення потенціалу й ефективного його використання. Окремі елементи потенціалу існують самостійно і незалежно один від одного, не забезпечуючи синергетичного ефекту від взаємодії. Зокрема, аналіз впливу розміру ОТГ та чисельності населення на обсяг власних доходів на 1 мешканця громади вказує на незалежність цих факторів (табл. 1). Відтак, маємо підстави стверджувати, що наявність відповідного ресурсного потенціалу не є вичерпною передумовою для зростання громади.

Таблиця 1. Оцінка впливу окремих елементів ресурсного потенціалу ОТГ на розмір власних доходів на 1-ого мешканця

Область	Назва громади	Площа ОТГ, км ²	Чисельність населення, тис.ос.	Чисельність населення на 1 км ²	Власні доходи на 1-ого мешканця за 2018 р., грн
Дніпропетровська	Троїцька	239,3	2,7	11	25 501,60
Полтавська	Сенчанська	125,1	3	24	24 085,70
Дніпропетровська	Слобожанська	166,4	14,6	88	21 693,60
Волинська	Боратинська	92	7,5	81	17 577,30
Житомирська	Оліївська	131,3	5,3	40	16 137,80
...	...	...	...	...	...
Ів.-Франківська	Космацька	105,7	8,3	78	633,3
Волинська	Велимченська	110,9	3,8	34	597,3
Рівень тісноти зв'язку власних доходів ОТГ на 1-го мешканця за 2018 р. (коефіцієнт кореляції r)		0,0307	-0,0845	-0,0868	1

Джерело: наведено та розраховано за даними сайту ініціативи «Децентралізація» (2019).

Очевидно, що ключовим важелем повинно бути якісне кваліфіковане управління, яке, використовуючи базові ресурси та формуючи достатній потенціал бюджету, зможе

активізувати решту інструментів сталого розвитку територіальної громади.

Потенціал бюджету складається з наступних надходжень місцевих бюджетів, які закріплені

Бюджетним кодексом України: податкових (обов'язкові платежі); неподаткових (від власності, підприємницької діяльності, фінансових санкцій та інших доходів, що не відносяться до обов'язкових податків, зборів та платежів); доходів від операцій з капіталом (надходження від продажу основного капіталу, дорогоцінних металів і дорогоцінного каміння, державних запасів товарів, землі та нематеріальних активів); трансфертів (кошти, одержані від інших органів державної влади, органів місцевого самоврядування, інших держав або міжнародних організацій на безоплатній та безповоротній основі) (Umanets, 2018). У зв'язку з цим, нарощення потенціалу бюджетів територіальних громад може здійснюватись у площині одного чи декількох елементів дохідної частини місцевого бюджету:

1) Податкові надходження відображають суми стягнених: податків на майно та з доходів фізичних осіб, акцизного й єдиного податків, на прибуток комунальних підприємств, туристичного збору та збору за місця паркування транспортних засобів й інших зборів.

Аналітичні дані за період 2014–2018 рр. свідчать, що у більшості ОТГ податкові надходження становлять 95% від усіх власних доходів, з них 65–80% належить надходженням від податку з доходів фізичних осіб та єдиному податку. Однак, помітним є досвід громад, на території яких розміщені потужні підприємства з великою кількістю найманих працівників, що забезпечує значне зростання доходів місцевого бюджету, де частка від ПДФО перевищує 80%.

Поряд з цим, потрібно зазначити, що такі податкові платежі як земельний податок та орендна плата за землю у структурі власних доходів місцевих бюджетів займають близько 15%, а екологічний податок та рентна плата – менше ніж 1%. Враховуючи, що наразі не сформовано достовірної інформації щодо кількості земель, які передані в оренду, та земель, які знаходяться у власності юридичних і фізичних осіб на території місцевих громад, є підстави вважати, що дані інвентаризації земель сприятимуть значному розширенню об'єктів оподаткування, що забезпечить додаткові надходження до місцевих бюджетів.

Важливо, що встановлюючи ставки місцевих податків та зборів громади, досить часто застосовують відносно низький їх рівень,

оскільки свідомо проявляють лояльність до бізнес-структур, які працюють на території громади. Саме підвищення ставок за місцевими податками і зборами може стати дієвим інструментом нарощення потенціалу територіальних громад.

2) Доходи від неподаткових надходжень пов'язані з низкою послуг, які можуть надавати місцеві органи влади (видача ліцензій та державна реєстрація). Досвід громад свідчить, що «найкраще адміністративні збори та платежі адмініструються в тих ОТГ, де створені ЦНАПи» (Bochi, 2018).

Також до неподаткових надходжень відносять орендну плату за користування цілісним майновим комплексом та іншим майном, що перебуває в комунальній власності. Проте більшість громад не здають в оренду цілісні майнові комплекси та інше майно, що перебуває у комунальній власності, оскільки відсутня повна інвентаризація майна громад, що призводить до недоотримання потенційних доходів місцевого бюджету.

Окремим елементом неподаткових надходжень місцевих бюджетів є плата за розміщення тимчасово вільних коштів місцевих бюджетів. Багато громад активно використовує даний інструмент з метою накопичення коштів та їх прирощення за рахунок нарахованих банківських відсотків. Однак, досить часто тимчасово вільні кошти досить тривалий період зберігаються на депозитах всупереч можливості їх активного використання. Це пов'язано з низьким рівнем ініціативності органів місцевого самоврядування та самої громади, що суттєво гальмує її розвиток.

Важливо, що у більшості територіальних громад функціонують комунальні підприємства, частина прибутку від діяльності яких повинна надходити до бюджету громади. Проте більшість з них декларують свою збитковість, звужуючи вагомe джерело доходів місцевого бюджету.

3) Доходи від операцій з капіталом охоплюють незначну частину можливих надходжень до місцевих бюджетів. Сюди відносять доходи від реалізації майна, дорогоцінних металів і дорогоцінного каміння, державних запасів товарів, землі та нематеріальних активів. Ця частина доходів місцевих бюджетів може бути нарощена лише за

умови достовірної ідентифікації базових об'єктів, об'єктивної їх оцінки та справедливої реалізації.

4) Міжбюджетні трансферти складають найбільшу частку доходів у більшості територіальних громад. Такі надходження пов'язані з отриманням різноманітних грантів від міжнародних донорів, фінансуванням з Державного фонду регіонального розвитку (ДФРР) проєктів місцевого розвитку, базовою чи додатковою дотацією з державного бюджету місцевим бюджетам на здійснення переданих видатків з утримання закладів освіти та охорони здоров'я.

В межах цього джерела надходжень до місцевих бюджетів помітною є низька активність населення при формуванні місцевих ініціатив. Експерти відмічають обмежену кількість і низьку якість проєктів, які подаються до ДФРР або на грант.

Натомість кошти освітньої та медичної субвенцій використовуються нерационально та необґрунтовано. Наприклад, у кошторисах витрат на освіту мають місце завищені витрати, а медична субвенція часто використовується на оплату комунальних послуг та енергоносіїв у медичних закладах, що суперечить цільовій спрямованості цих субвенцій.

Окреслені проблеми суттєво посилюються низькою активністю населення у формування місцевих ініціатив і відсутністю дієвого контролю за діяльністю органів місцевого самоврядування. У результаті, доходи місцевих бюджетів потребують суттєвого доопрацювання, що стримує нарощення існуючого та можливого потенціалу.

Висновки

Проведене дослідження дає підстави стверджувати, що територіальні громади мають можливості для нарощення свого потенціалу, зокрема в частині фінансово-економічної складової. Обґрунтовано, що вагомими інструментами нарощення потенціалу бюджетів територіальних громад може стати натупне: підтримка і розвиток потужних підприємств з великою кількістю найманих працівників, що забезпечить значні надходження від ПДФО; інвентаризація земель, яка сприятиме значному розширенню об'єктів оподаткування, що забезпечить додаткові надходження від земельного податку та орендної плати за землю;

інвентаризація майна, що перебуває в комунальній власності забезпечить можливість передачі такого майна в оренду; підвищення ставок за місцевими податками і зборами в інтересах місцевої громади, а не бізнес-структур; розширення послуг, що надаються органами місцевого самоврядування; підвищення мотивації місцевого населення до розробки місцевих ініціатив та здійснення громадського контролю за діяльністю органів місцевого самоврядування.

References

Beliavceva, V. V. (2019). Tsinnisnyi pidkhd do perebudovy administratyvno-terytorialnoho ustroiu v Ukraini. [The Value Approach to Restructuring the Administrative and Territorial Organization in Ukraine]. *Biznes Inform*, 6, 89–94. doi: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2019-6-89-94> [in Ukrainian].

Bilodid I. K. (Ed.) (1976). *Slovyk ukrainskoi movy* (Vol. 7, p. 402). Kyiv : Naukova dumka [in Ukrainian].

Bochi, A. (2018). Prykhovanyi klondaik: yak rozkryty potentsial biudzhetyv obiednanykh terytorialnykh hromad. [Hidden Klondike: How to unlock the potential of united territorial communities' budgets]. Retrieved from <https://voxukraine.org/uk/prihovaniy-klondajk-yak-rozkryty-potentsial-byudzhetyv-ob-yednanih-teritorialnih-gromad> [in Ukrainian].

Kutsenko, T. & Sirenko, Ya. (2019). Zabezpechennia finansovoi spromozhnosti terytorialnykh hromad yak priorytet detsentralizatsii upravlinnia [Ensuring the financial capacity of territorial communities as a priority for decentralized management] Retrieved from http://ir.kneu.edu.ua/bitstream/handle/2010/30350/MO_2019_7.pdf?sequence=1&isAllowed=y [in Ukrainian].

Leshchukh, I. V. (2019). Metodychnyi pidkhd do otsiniuvannia endohennoho investytsiinoho potentsialu obiednanykh terytorialnykh hromad [Methodical Approach to the Evaluation of the Endogenous Investment Potential of the United Territorial Communities] *Oblik i finansy*, 2, 159–162. doi: [https://doi.org/10.33146/2307-9878-2019-2\(84\)-159-163](https://doi.org/10.33146/2307-9878-2019-2(84)-159-163) [in Ukrainian].

Mishchenko, D. A. (2019). Formuvannia ta zmitsnennia biudzhethnoho potentsialu rehionu: instytutsiinyi aspekt [Formation and Strengthening of the Budget Potential of the Region: the Institutional

Aspect] *Efektivna ekonomika*, 2. Retrieved from <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6876>. doi: 10.32702/2307-2105-2019.2.5 [in Ukrainian].

Patytska, Kh. (2018). Формування фінансово-економічного потенціалу територіальних громад в умовах реалізації реформи місцевого самоврядування [The financial and economic potential formation of territorial communities in the conditions of local self-government reform realization]. (Dysertatsiia kandydata ekonomichnykh nauk). Derzhavna ustanova «Instytut rehionalnykh doslidzhen imeni MI Dolishnoho NAN Ukrainy», Lviv [in Ukrainian].

Semenova, V. F. & Rudenko, O. I. (Eds.) (2012). *Doslidzhennia rivnia vykorystannia ekonomichnoho*

potentsialu rehionu [Study of the level of utilization of the economic potential of the region] (2 th ed.). Odesa : Odeskyi natsionalnyi ekonomichnyi universytet [in Ukrainian].

Shchur, R. (2018). Finansovyi potentsial terytorialnykh hromad: teoretychnyi analiz. [Financial Potential Territorial Communities: Theoretical Analysis]. *Ekonomika ta derzhava*, 5, 60–64 [in Ukrainian].

Umanets, L. V. (2018). Formuvannia dokhodiv terytorialnykh hromad: pozytyvni zrushennia ta problemy [Formation of Income of Territorial Communities: Positive Shifts and Problems]. *Podilskyi visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika*, 28, 286–293 [in Ukrainian].

doi: 10.33249/2663-2144-2019-83-10-58-63

UDC 620.92.579.66

AN ESTIMATION OF THE ENERGY POTENTIAL OF BIOGAS OF UKRAINE**A. Hrytsai, Z. Masliukova**

e-mail: biomassa@ukr.net

The Institute of Renewable Energy, National Academy of Science of Ukraine
20 a, Hnata Khotkevicha Str., Kyiv, 02094, Ukraine

On account of the growing interest in the fuel and energy complex of Ukraine to efficient use of renewable energy resources in order to supplement and replace the traditional fossil energy sources, there is a need for an objective analysis and evaluation of available renewable resources to generate the heat and electricity. One such alternative energy source is biogas. The purpose of this work is to evaluate the technically achievable energy potential of biogas of Ukraine, which can be obtained from animal waste and from landfills of solid household waste. The objectives of the study are, first, an analysis of the livestock and poultry population and the mass of municipal solid waste in Ukraine as a resource base for renewable energy sources; second, to calculate the technically achievable energy potential of biogas obtained as a result of the energy conversion of the biomass used. The analysis of the livestock and poultry population and the mass of municipal solid waste shows that the largest number of livestock is kept in farms in Poltava, Cherkasy and Chernihiv regions, the smallest one is in Zakarpattia region. The largest number of pigs in Ukraine is in the Donetsk and Kiev regions, the smallest one is in the Transcarpathian and Luhansk regions. With regard to municipal waste, the largest amount was generated in Kharkiv, Dnipropetrovsk and Kyiv regions, the smallest one is in Kherson, Lugansk and Volyn regions.

The biogas energy potential calculations were performed using the mathematical relationships known and adapted to quantify biogas energy potential from animal manure (or poultry manure) and from the organic component of landfills.

An estimation of the technically achievable energy potential of biogas (the amount of energy in terms of conventional fuel which can be obtained from the biomass available for energy conversion in existing energy generating installations with characteristic technical and economic parameters) from the manure of animals or the breeding of poultry their different types (cattle, pigs, chickens) and from solid waste household waste landfills were conducted both in each oblast and in Ukraine as a whole. According to the estimation the technically available energy potential of biogas of Ukraine is 1.6 mln tons of fuel equivalent, or 1.1 mln tons of oil equivalent. The scale of possible utilization of technically available energy potential of biogas by regions of Ukraine is represented by the table 2. Most of all due to the use of this potential it is possible to reduce the consumption of organic fuel in Kharkiv, Vinnitsa, Cherkasy, Dnipropetrovsk and Kyiv regions, where it is 98 ... 269 thousand tons of fuel equivalent, or 69...188 thousand tons of oil equivalent. The prospect of further research is to evaluate the scale of energy use of Ukraine's biomass and to calculate the estimated capacity of future bioenergy plants.

Key words: biogas, energy potential, animal manure, bird droppings, solid household waste.

ОЦІНКА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ БІОГАЗУ УКРАЇНИ**А. Г. Грицай, З. В. Маслюкова**

e-mail: biomassa@ukr.net

Інститут відновлюваної енергетики НАН України,
вул. Гната Хоткевича, 20 а, м. Київ, 02094, Україна

Зважаючи на посилення тенденції у паливно-енергетичному комплексі України щодо ефективного використання відновлюваних енергетичних ресурсів з метою доповнення та заміни традиційних джерел енергії, виникає необхідність об'єктивного аналізу та оцінки наявних відновлюваних ресурсів для отримання теплової та електричної енергії, одним з яких є біогаз. Метою цієї роботи є оцінка

технічно-досяжного енергетичного потенціалу біогазу України, що може бути отриманий з відходів тваринництва та з полігонів твердих побутових відходів. Завданнями дослідження є, по-перше, аналіз чисельності поголів'я худоби та птиці та маси твердих побутових відходів в Україні як ресурсної бази відновлюваних енергетичних джерел; по-друге, проведення підрахунків технічно-досяжного енергетичного потенціалу біогазу, отриманого внаслідок енергетичного перетворення використаної біомаси. Внаслідок аналізу чисельності поголів'я худоби і птиці та маси твердих побутових відходів встановлено, що найбільша чисельність поголів'я великої рогатої худоби утримується в господарствах у Полтавській, Черкаській та Чернігівській областях, найменша – в Закарпатській області. Найбільшим поголів'я свиней в Україні є у Донецькій та Київській, найменшим – у Закарпатській та Луганській областях. Що стосується побутових відходів, то найбільша їхня кількість утворилась у Харківській, Дніпропетровській та Київській областях, найменша – в Херсонській, Луганській та Волинській областях.

Розрахунки енергетичного потенціалу біогазу здійснювалися за математичними залежностями, відомими та пристосованими для отримання кількісної оцінки енергетичного потенціалу біогазу із гною тварин (або посліду птиці) та з органічної складової полігонів твердих побутових відходів.

Оцінку технічно-досяжного енергетичного потенціалу біогазу (кількості енергії в перерахунку на умовне паливо, яку можливо отримати при використанні доступної для енергетичного перетворення біомаси в існуючих енергогенеруючих установках, що мають характерні для сьогодення техніко-економічні параметри) із гною тварин або посліду птиці для найбільш розповсюджених їхніх видів (великої рогатої худоби, свиней, курей) та з полігонів твердих побутових відходів проведено як по кожній області, так і загалом по Україні. Згідно з проведеною оцінкою, технічно-досяжний енергетичний потенціал біогазу України становить 1,6 млн т у.п., або 1,1 млн т н.е. Масштаби можливого використання технічно-досяжного енергетичного потенціалу біогазу по областях України відображені в таблиці 2. Найбільше за рахунок використання цього потенціалу можливо зменшити споживання органічного палива в Харківській, Вінницькій, Черкаській, Дніпропетровській та Київській областях, де він становить 98...269 тис. т у.п., або 69...188 тис. т н.е. Перспективою подальших досліджень є оцінка масштабів використання енергетичних ресурсів біомаси України та розрахунки прогнозованої потужності майбутніх біоенергетичних установок.

Ключові слова: біогаз, енергетичний потенціал, гній тварин, послід птиці, тверді побутові відходи.

Вступ

Відновлювані джерела енергії з біомаси є важливою складовою в енергобалансі країн світу. В Європі послідовно використовується стратегія, згідно з якою до 2020 року в країнах ЄС має вироблятися 20 % енергії з відновлюваних джерел. Частка енергетики на біомасі складає: у Данії – понад 7 % усієї енергетики; в Австрії – 12 %, у Швеції – 21 %, а у Німеччині – понад 24 %. Загалом у ЄС щорічно із біомаси отримують 14 % загальної потреби у енергії.

Україна в умовах постійного зростання дефіциту традиційних видів паливних ресурсів також намагається провадити свою стратегію в галузі енергетики відповідно до норм ЄС, тобто залучати до паливно-енергетичного комплексу країни її власні енергоресурси, до яких, насамперед, належать відновлювані джерела енергії, зокрема, біогаз.

Питанням виробництва та використання біогазу як альтернативного джерела енергії приділяли значну увагу у своїх наукових доробках такі дослідники, як Гелетуа Г. Г. (Geletuha, 2015; Geletuha, 2017), Голуб Г. А. (Golub, 2015), Дубровін В. О. (Dubrovin, 2013), Кучерук П. П. (Kucheruk, 2016), Матвеев Ю. Б. (Matveev, 2016), Трофімов І. Л. (Trofimov, 2016) та інші.

Кожна область України має власну сировинну базу, придатну для виробництва біогазу, використання якого дає можливість отримання теплової та електричної енергії. Однак обсяги сировини в кожній області різні. У зв'язку з цим становить інтерес оцінка технічно-досяжного енергетичного потенціалу біогазу як по кожній області, так і загалом по Україні, що і є метою цього дослідження.

Оцінка технічно-досяжного енергетичного потенціалу біогазу України дає змогу визначити

можливість, доцільність та обсяги енергетичного використання власних відновлюваних джерел енергії як на державному, так і обласному рівнях. За наявності відомостей стосовно цього потенціалу можливо визначити пріоритетні проекти енергетичного використання біомаси, обґрунтувати їхню економічну ефективність та доцільність фінансування, залучення інвестицій.

Матеріали та методи

Для аналізу ресурсної бази біомаси, придатної для теплових та енергетичних потреб, було використано статистичні відомості згідно з офіційним сайтом Держстату України щодо різних областей України, що стосуються чисельності поголів'я худоби, птиці та маси твердих побутових відходів. Розрахунки технічно-досяжного енергетичного потенціалу біогазу здійснювалися за відомими та застосованими відповідно до прийнятих припущень математичними залежностями (Dubrovin, 2013).

Результати досліджень та обговорення

Для обчислення технічно-досяжного енергетичного потенціалу біогазу скористаємося методикою, наведеною у роботі (Dubrovin, 2013).

Біогаз із гною тварин або посліду птиці

Оцінка виконується за припущень:

1. Розрахунки виконуються тільки для найбільш розповсюджених видів, а саме: великої рогатої худоби (ВРХ), свиней, курей.

2. Біогаз отримується шляхом анаеробного бродіння гною або посліду без додавання рослинного силосу.

3. Враховуючи те, що на практиці доцільно використовувати потенціал лише тих господарств, де є максимальна кількість худоби та птиці, можна припустити, що реальний енергетичний потенціал становитиме приблизно 60–70% від обрахованого, що також важливо для питань енергетичної безпеки країни.

Технічно-досяжний енергетичний потенціал біогазу із гною тварин (або посліду птиці) обчислюється за залежністю:

$$E_1 = \frac{n \cdot \beta \cdot \alpha \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot Q_1}{Q_2}, \quad (1)$$

де E_1 – технічно-досяжний енергетичний

потенціал біогазу із гною тварин (або посліду птиці), т у. п. /рік; n – кількість худоби або птиці, що утримується на тваринницьких сільськогосподарських підприємствах, голів; β – питомий вихід екскрементів від однієї голови тварин у перерахунку на суху органічну речовину (COP) за рік, т COP/гол·рік; залежить від умов утримання тварин; для ВРХ дорівнює 1,5 т COP/гол·рік; для свиней – 0,2 т COP/гол·рік; для курей – 0,02 т COP/гол·рік (Dubrovin, 2013); α – максимальний потенціал утворення метану з розрахунку на 1 кг сухої органічної речовини гною/посліду (приймається для ВРХ 193 м³ CH₄/т COP; для свиней – 450 м³ CH₄/т COP; для курей – 320 м³ CH₄/т COP); K_1 – коефіцієнт утворення відходів, що характеризує кількість тварин, які утримуються у закритих приміщеннях; для ВРХ $K_1 = 0,62$; для свиней та курей $K_1 = 1$; K_2 – коефіцієнт доступності відходів, що характеризує кількість гною, яку можливо зібрати і доставити існуючими технічними засобами до біогазової установки, приймається за 0,93 (Geletuha, 2011); Q_1 – теплота згоряння метану, яка становить 35,9 МДж/м³ CH₄; Q_2 – теплота згоряння умовного палива, приймається за 29300 МДж/т у.п.

Зазначимо, що метановий потенціал гною та посліду залежить від технології отримання біогазу. Для сучасних біогазових установок вихід метану становить від 0,5 до 1 м³ біогазу з 1 м³ реактора за добу при використанні моносубстратів гнойових відходів.

Що стосується коефіцієнта утворення відходів у формулі (1), то, з урахуванням переважної практики випасання худоби протягом теплого періоду року на пасовищах, слід зазначити:

- для ВРХ враховується втрата частини гною в період випасання. При цьому, вважається, що корови переважно утримуються безприв'язним способом впродовж усього року; телята утримуються впродовж холодного періоду (210 діб) у приміщеннях, а в літній період (156 діб) – утримуються в загонах; телиці випасаються у полі впродовж 156 днів на рік по 12 годин на добу;

- для свиней, що утримуються в господарствах усіх видів, коефіцієнт утворення відходів буде однаковим з урахуванням домінуючої практики їхнього утримання у

приміщеннях;

- для птиці, що утримується на птахофабриках, враховано втрату частини придатних для ефективного бродіння відходів у вигляді посліду, беручи до уваги переважну практику виходу птиці поза приміщеннями для їхнього утримання.

Також слід зазначити, що гній тварин та послід птиці період зберігання втрачає свій метановий потенціал. Теплота згоряння метану та умовного палива в залежності (1) стали за часом і не впливають на зміну теплоенергетичного потенціалу біогазу.

Біогаз із полігонів твердих побутових відходів (ТПВ)

Оцінка технічно-досяжного енергетичного потенціалу біогазу полігонів твердих побутових відходів виконується за припущення, що біогаз отримується з органічної речовини – домінуючої складової комунальних відходів. З полігону біогаз видобувається системою видобувних свердловин.

З урахуванням зазначеного, технічно-досяжний енергетичний потенціал обчислюється за залежністю (Dubrovin, 2013):

$$E_2 = \frac{M \cdot \alpha \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot Q_3}{Q_2}, \quad (2)$$

де E_2 – технічно-досяжний енергетичний потенціал біогазу з органічної складової полігонів твердих побутових відходів, т у. п. /рік; M – маса твердих побутових відходів, які щорічно утворюються в Україні, т/рік; α – вихід метану з однієї тонни побутових відходів, приймається за $85 \text{ м}^3/\text{т}$; K_3 – коефіцієнт технічної доступності, який визначає ефективність збору біогазу на полігоні, приймається за $0,75$ (Dubrovin, 2013); K_4 – частка ТПВ, що перебуває в анаеробних умовах та може продукувати біогаз, приймається за $0,67$ (Geletuha, 1998); Q_3 – теплота згоряння метану становить $35,9 \text{ МДж/м}^3$ (Dubrovin, 2013). Решта умовних позначень відповідає прийнятим раніше.

В табл. 1 наведено чисельність поголів'я худоби та птиці, що утримуються на фермах та птахофабриках України, та маса твердих побутових відходів. Наведену статистику взято на офіційному сайті Держстату України без урахування тимчасово окупованої території Автономної Республіки Крим, м. Севастополя та тимчасово окупованих територій у Донецькій та Луганській областях.

Таблиця 1. Чисельність поголів'я худоби і птиці та маса твердих побутових відходів*

№ з/п	Області	Чисельність поголів'я худоби та птиці, тис. голів			Кількість побутових відходів, млн тонн
		велика рогата худоба	свині	птиця	
1	2	3	4	5	6
1.	Вінницька	81	91	24107	0,23
2.	Волинська	45	82	4635	0,16
3.	Дніпропетровська	32	280	15325	1,24
4.	Донецька	28	423	3181	0,57
5.	Житомирська	55	40	583	0,21
6.	Закарпатська	2	20	– *	0,32
7.	Запорізька	19	145	2527	0,44
8.	Івано-Франківська	12	215	1773	0,25
9.	Київська	83	395	19913	2,43
10.	Кропивницька	26	134	157	0,22
11.	Луганська	17	26	– *	0,15
12.	Львівська	18	263	3616	0,40
13.	Миколаївська	17	41	739	0,36
14.	Одеська	22	64	136	0,95
15.	Полтавська	143	229	2692	0,33
16.	Рівненська	30	34	2213	0,19
17.	Сумська	75	51	1259	0,32

Закінчення таблиці 1

1	2	3	4	5	6
18.	Тернопільська	31	164	2043	0,17
19.	Харківська	89	99	3147	1,18
20.	Херсонська	15	63	3558	0,07
21.	Хмельницька	68	163	4519	0,22
22.	Черкаська	118	222	21200	0,24
23.	Чернівецька	8	52	1036	0,28
24.	Чернігівська	106	99	241	0,35
Всього		1140	3395	118600	11,28

Примітка: *дані не оприлюднюються з метою забезпечення виконання вимог Закону України "Про державну статистику" щодо конфіденційності статистичної інформації.

Джерело: www.ukrstat.gov.ua

Як бачимо з таблиці, найбільша чисельність поголів'я великої рогатої худоби утримується в господарствах у Полтавській, Черкаській та Чернігівській областях, найменша – в Закарпатській області. Найбільшим поголів'я свиней в Україні є у Донецькій та Київській областях, найменшим – у Закарпатській та Луганській областях. Що стосується побутових

відходів, то найбільша їхня кількість утворилась у Харківській, Дніпропетровській та Київській областях, найменша – в Херсонській, Луганській та Волинській областях.

За залежностями (1), (2) було обчислено річний технічно-досяжний енергетичний потенціал біогазу для різних регіонів України. Результати розрахунків наведено в табл. 2.

Таблиця 2. Технічно-досяжний енергетичний потенціал біогазу України

Області	Технічно-досяжний енергетичний потенціал біогазу України					
	біогаз, що може бути отриманий з гнойових відходів та посліду птиці		біогаз, що може бути отриманий на полігонах твердих побутових відходів		сумарний технічно-досяжний енергетичний потенціал біогазу	
	тис. т у.п.	тис. т н.е.	тис. т у.п.	тис. т н.е.	тис. т у.п.	тис. т н.е.
Вінницька	141	98,7	12	8,4	153	107,1
Волинська	36	25,2	8	5,6	44	30,8
Дніпропетровська	103	72,1	65	45,5	168	117,6
Донецька	51	35,7	30	21	81	56,7
Житомирська	14	9,8	11	7,7	25	17,5
Закарпатська	2	1,4	17	11,9	19	13,3
Запорізька	26	18,2	23	16,1	49	34,3
Івано-Франківська	26	18,2	13	9,1	39	27,3
Київська	142	99,4	127	88,9	269	188,3
Кропивницька	14	9,8	11	7,7	25	17,5
Луганська	4	2,8	8	5,6	12	8,4
Львівська	40	28	21	14,7	61	42,7
Миколаївська	9	6,3	19	13,3	28	19,6
Одеська	8	5,6	50	35	58	40,6
Полтавська	51	35,7	17	11,9	68	47,6
Рівненська	18	12,6	10	7	28	19,6
Сумська	21	14,7	17	11,9	38	26,6
Тернопільська	27	18,9	9	6,3	36	25,2
Харківська	36	25,2	62	43,4	98	68,6
Херсонська	25	17,5	4	2,8	29	20,3
Хмельницька	45	31,5	12	8,4	57	39,9
Черкаська	141	98,7	12	8,4	153	107,1
Чернівецька	10	7	15	10,5	25	17,5
Чернігівська	24	16,8	18	12,6	42	29,4
Разом	1014	709,8	591	413,7	1605	1123,5

Джерело: розраховано авторами на основі (Dubrovin, 2013).

Висновки

В Україні є значна сировинна база, що придатна для виробництва біогазу. Згідно з результатами дослідження технічно-досяжний енергетичний потенціал біогазу, що може бути отриманий з відходів тваринництва та з полігонів твердих побутових відходів, становить 1,6 млн т у.п., або 1,1 млн. т н.е. За рахунок використання цього потенціалу можливо у найбільшій мірі зменшити споживання органічного палива в Київській, Дніпропетровській, Черкаській, Вінницькій та Харківській областях.

References

- Dubrovin, V. O., Holub, H. A., Dragnev, S. V., Heletukha, H. H., Zheliezna, T. A., Matveev, Yu. B. & Maslyukova, Z. V. (2013). *Metodyka uzahalnenoyi otsinky tekhnichno-dosyazhnoho enerhetychnoho potentsialu biomasy* [The methodology of the assessment of technically achievable energy potential of biomass]. Kyiv: Viol-Print Ltd. [in Ukrainian].
- Geletuha, G. G., Zheleznaya, T. A., Kucheruk, P. P., Olejnik E. N. & Triboj A. V. (2015). *Bioenergetika v Ukraine: sovremennoe sostojanie i perspektivy razvitija*. Ch. 2 [Bioenergy in Ukraine: state of the art and prospects for development. Part 2] *Promyslova teplotehnika*, 3 (37), 65–73. doi: org/10.31472/ihe.3.2015.08 [in Russian].
- Geletuha, G. G. & Martsenyuk, Z. A. (1998). *Energeticheskiy potentsial biomassyi v Ukraine* [An energy potential of biomass in Ukraine]. *Promyshlennaya teplotehnika*, 4 (20), 52–55 [in Russian].
- Heletukha, H. H. & Zheliezna, T. A. (2017). *Stan ta perspektyvy rozvytku bioenergetyky v Ukraini* [State of the art and prospects for bioenergy development in Ukraine]. *Promyslova teplotehnika*, 2 (39), 60–64. doi: org/10.31472/ihe.2.2017.09. [in Ukrainian].
- Heletukha, H. H., Kucheruk, P. P., Matvieiev, Yu. B. & Khodakivska, T. V. (2011). *Perspektyvy vyrobnytstva biogazu v Ukraini* [The prospects for the production of biogas in Ukraine]. *Vidnovliuvana enerhetyka*, 3 (26), 73–77 [in Ukrainian].
- Holub, H. A. & Kukharets, S. M. (2015). *Syrovynna baza ta efektyvnist vyrobnytstva biogazu* [The raw material base and biogas production efficiency]. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. Ser. Tekhnika ta enerhetyka APK*, 1 (212), 11–20 [in Ukrainian].
- Kucheruk, P. P. (2016). *Doslidzhennia kinetychnykh parametriv pry periodychnomu metanovomu brodinni sumishi hnoiovykh vidkhodiv ta sylosu kukurudzy* [The researches of the kinetic parameters at the periodic methane fermentation of the animal manure and silage of corn mixture]. *Vidnovliuvana enerhetyka*, 1 (44), 73–78 [in Ukrainian].
- Matveyev, Yu. B. & Kutsyy, D. V. (2016). *Issledovaniye potentsiala obrazovaniya biogaza pri sbrazhivanii pishchevykh otkhodov* [The investigation of biogas generation potential during digestion of food waste]. *Vidnovliuvana enerhetyka*, 3 (46), 73–80 [in Russian].
- Trofimov, I. L., Yakovlieva, A. V., Ivanchenko, O. V., & Vieriahina, L. S. (2016). *Analiz potentsialu tverdykh pobutovykh vidkhodiv yak syrovyny dlia vyrobnytstva alternatyvnykh palyv v Ukraini* [Analysis of municipal solid waste potential for production of alternative fuels in Ukraine]. *Enerhetyka: ekonomika, tekhnolohii, ekolohiia*, 2, 105–111. doi: org/10.20535/1813-5420.2.2016.72630 [in Ukrainian].

doi: 10.33249/2663-2144-2019-83-10-64-71

UDC 631.354:633.1

TECHNICAL MEANS INFLUENCE ON DENSITY, INJURY AND QUALITY OF GRAIN SEEDS**D. Derevjnko, E. Sukmaniuk, S. Chychlyuk, O. Derevjnko**

e-mail: derevyanko.dmutro@gmail.com, sukmanyukolena@gmail.com

Zhytomyr National Agroecological University

7, Staryi Blvd, Zhytomyr, 10008, Ukraine

One of the main tasks of agricultural industry of Ukraine is the population food support. It is necessary to increase grain production to 80-100 million tons, including winter crops, for its implementation. It is necessary to have high quality seeds annually in the range of 1.8–2.0 million tons, since the area of wheat sowing is at least 6.0 million hectares, winter barley – 1.2 million hectares, and rye – 0.3 million hectares to ensure the sowing of the forecasted areas and to maximize the yield of winter wheat and rye. The quality of the seeds improvement by reducing their macro- and micro-injuries during harvesting and the impact of these processes on the seeds strength is the aim of the research. Grains and seeds injuries, especially micro-injuries while harvesting, post-harvest cultivation and sowing in some years reach 50–60% or more, which affects the quality and yield significantly. Industrial, experimental and laboratory studies were carried out on winter wheat and rye varieties at the forest-steppe and Polissya farms of Ukraine – Vinnytsia, Zhytomyr and Cherkasy regions. According to the research results the appearance and direction of the cracks and their quantities formation in most cases depends on the direction of the external forces and internal grains biological characteristics especially on the ripening state humidity and the timing and methods of harvesting. In addition to the cracks, the endosperm, the micro injury of the embryo and the seed and flower shells have also a significant effect on the strength of grains. We take the angular and translational acceleration of the deformation of the grain part For the independent parameters, by which we optimize the energy of grain acceleration in order to minimize the passage of the deformation process and micro-injury of the seeds. Additionally, we do the angular acceleration at the point of contact of the grain with the spherical surface of the working bodies of the drum and rotary threshing machines. Theoretical calculations and justification of drum and rotary threshing machines influence on seeds of grain crops injury and deformation are carried out. The application of theoretical calculations by mathematical modeling method of technical means operation processes during the gathering and industrial, experimental and laboratory studies were carried out on winter wheat and rye varieties at the forest-steppe and Polissya farms of Ukraine – Vinnytsia, Zhytomyr and Cherkasy regions. Such calculations and graphic dependencies confirm experimentally – production studies that macro- and especially micro injuries of winter wheat seeds and rye when harvested by rotary threshing machine is much smaller than the drum that significantly affects the quality of the seeds.

Key words: seeds, macro-injuries, micro-injuries, strength, cracks, deformation, quality, threshing machines.

**ВПЛИВ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ НА МІЦНІСТЬ,
ТРАВМУВАННЯ І ЯКІСТЬ НАСІННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР****Д. А. Дерев'янюк, О. М. Сукманюк, С. Б. Чичилук, О. Д. Дерев'янюк**

e-mail: derevyanko.dmutro@gmail.com, sukmanyukolena@gmail.com

Житомирський національний агроекологічний університет

бульвар Старий, 7, м. Житомир, 10008, Україна

Для забезпечення посіву прогнозованих площ і отримання максимально високої врожайності озимої пшениці та жита необхідно мати щороку високоякісного насіння у межах 1,8–2,0 млн тонн, адже площі посіву пшениці становлять не менше 6,0 млн га, озимого ячменю – 1,2 млн. га, а жита – 0,3 млн га. Метою досліджень є покращення якості насіння шляхом зниження його макро- і мікротравмування під час збирання та впливу цих процесів на міцність зернівок. Для досягнення мети були поставлені завдання: обґрунтувати та провести теоретичні розрахунки впливу робочих органів зернозбиральних агрегатів на міцність, деформування та травмування насіння. Методика дослідження побудована на базі застосування

розрахункових диференціальних рівнянь, інтегруванні, перетворенні, скороченні, позначенні, сучасних методах комп'ютерних розрахунків та графічних визначеннях на основі використання законів механіки.

Травмування зерна і насіння, особливо мікротравмування під час збирання, післязбирального оброблення та сівби в окремі роки сягають 50–60% і більше, що суттєво впливає на якість і урожайність. За результатами досліджень встановлено, що виникнення і направлення утворення тріщин і їх кількості у більшості випадків залежить від різних чинників дії зовнішніх сил та внутрішніх біологічних особливостей зернівки, особливо від вологості стану дозрівання та строків і способів збирання. На міцність зернівки, крім тріщин, мають також суттєвий вплив мікротравми зародка, ендосперму та насінневої і квіткової оболонок. За незалежні параметри, за допомогою яких проводимо оптимізацію енергії прискорення зернівки з метою мінімізації проходження процесу деформації та мікротравмування насіння, приймаємо кутове та поступальне прискорення деформації об'єму частини зернівки. Проведено теоретичні розрахунки та обґрунтування впливу барабанних і роторних молотильних апаратів на деформацію і травмування насіння зернових культур. Застосування методу теоретичних розрахунків шляхом математичного моделювання процесів роботи технічних засобів під час збирання, а виробничі, експериментальні та лабораторні дослідження проводилися на сортах озимої пшениці та жита у господарствах Лісостепу і Полісся України – Вінницької, Житомирської і Черкаської областей. Розрахунки і графічні залежності підтверджують експериментально-виробничі дослідження, що макро- і особливо мікротравмування насіння озимої пшениці і жита при збиранні роторним молотильним апаратом значно менші, ніж барабанним, що суттєво впливає на якість насіння. Подальші дослідження щодо зниження травмування насіння зернових культур та покращення його якості необхідно проводити у взаємозв'язку і комплексі із його деформацією та міцністю під час проходження всього технологічного процесу.

Ключові слова: насіння, макротравмування, мікротравмування, міцність, тріщини, деформація, якість, молотильні апарати.

Вступ

Вирішення продовольчого забезпечення населення є одним з головних завдань агропромислового комплексу країни. Для його виконання необхідно збільшити валове виробництво зерна до 100 млн тонн, у тому числі озимих зернових культур. Для посіву прогнозованих та запланованих площ і отримання збільшення урожайності озимих зернових та їх валового виробництва, необхідно щороку підготовляти більше 2 млн тонн високоякісного насіння. Адже відомо, що озима пшениця, жито та інші дуже важливі цінні зернові культури, які займають великі площі посіву і відіграють значну роль, насамперед, у продовольчому забезпеченні. В зв'язку з цим, виникає нагальна потреба у забезпеченні насінням з високими показниками якості. Відомо, що тільки високоякісне насіння за всіх інших однакових можливостей забезпечує формування більшої частини майбутнього врожаю. Поряд з цим важливим є той факт, що існує до певної міри відставання із удосконаленням, виробництвом і запровадженням новітніх технічних засобів та технологій збирання.

Дослідження (Derevjnko, 2012; Golovach, 2017) показують, що вдосконалення впливу

робочих елементів технічних засобів під час технологічних процесів на зниження травмування зернівок, сприяє суттєвому покращенню якісних показників насіння та зростанню урожайності зернових культур. Важливим для теорії та практики є значення наукового обґрунтування теоретичних і експериментальних досліджень щодо нинішнього часу у вітчизняній агроінженерії були досить обмежені. А експериментальні, виробничі та лабораторні комплексні дослідження макро- і мікротравмування сучасних сортів зернових культур у агрозонах Лісостепу та Полісся зовсім відсутні. Тому проведення комплексних досліджень процесів зниження впливу робочих органів на травмування насіння на всіх стадіях його підготовки і сівби та покращення якості є актуальною науково-прикладною проблемою. А також є одним із головних невикористаних резервів підвищення урожайності та валового виробництва зерна.

У створенні фундаменту наукових основ теорії взаємовпливу робочих поверхонь механізмів та різних матеріалів, в тому числі зернової маси, значний внесок зробили такі відомі вчені (Golovach, 2017). Дослідження (Derevjnko, 2012; Zayets, Sukmaniuk & Grudovyi, 2017) свідчать, що травмування зернівок під час

обмолочування сягає 20 % і більше, а при доробленні зернового вороху і підготовленні насіння та сівби їх кількість значно зростає, інколи сягає 60–80 %.

За даними (Derevjnko, Sukmaniuk & Derevjnko, 2017) травмування зернівок під час обмолочування інколи сягає 30–35 %, а за підготовки насіння навіть більше 50 %, залежно від вологості структури зернового вороху та механічних навантажень. Дослідження (Derevjnko, 2019; Pascoe, 2015) свідчать, що при контактуванні зернівок з робочою поверхнею гвинта в залежності підняття витка найменша інтенсивність притиснення, а значить мікротравмування насіння перебуває в діапазоні $\alpha=5-10^\circ$. При збільшенні кута підняття до 15° і більше, інтенсивність зростання пропорційна до кута підняття витків гвинта.

За даними (Mellmann, Weigler & Scaar, 2019) при підсушуванні різних видів насіння необхідно обирати оптимальні режими з мінімальними витратами енергії, механічними навантаженнями для отримання якісного насіння. Результати досліджень (Suzuki et al., 2012) свідчать про вплив навіть стресових умов на якість насіння, тобто світла, температури, окислення. А в поєднанні з механічними навантаженнями, травмами і деформаціями якість насіння знижується. Дослідження (Zhou Xianrong et al., 2015) свідчать, що схеми сівозмін та різні екстракти одночасно із механічними впливами і деформаціями знижують якість насіння овочевих та зернових культур.

Таким чином, глибоке і всебічне вивчення фізико-механічних, біологічних особливостей насіння і розроблення нових технологій та модернізація робочих органів забезпечать мінімальну кількість мікротравмування зернівок, тріщин, деформацій. Слід зазначити, що комплексних теоретичних та експериментально-виробничих досліджень впливу робочих органів на міцність, руйнування, деформацію і травмування зернівок під час збирання і всіх наступних технологічних процесів підготовки насіння і сівби не проводилося. Тому результати дослідження повинні виправити і покращити вирішення цієї надзвичайно важливої проблеми.

Матеріали та методи

Метою дослідження є покращення якості насіння шляхом зниження його травмування на всіх стадіях процесу збирання, оброблення,

підготовки і сівби та розроблення обладнання для реалізації цих процесів у виробництві.

Для досягнення мети були поставлені такі завдання:

- обґрунтувати та провести теоретичні розрахунки впливу робочих органів зернозбиральних агрегатів на міцність, деформування та травмування насіння;

- обґрунтувати вплив різних видів травм на міцність, тобто зусилля руйнування, деформацію руйнування і максимальне напруження зернівок;

- запропонувати оптимальні режими роботи молотильних апаратів та їх впливу на міцність, деформацію, травмування насіння.

Для експериментальних досліджень було вдосконалено пневмосепарувальний пристрій з гумовим покриттям та запропоновано гумову футерівку корпусу, що впливає на зниження травмування насіння і покращення його якості. Запропоновано нову конструкцію окремого робочого органу, вловлювача-розподільника, що розміщується на кожному циліндричному решеті для калібрування і відбирання високоякісного насіння, робочі поверхні якого покриті гумою, що також знижує травмування. Теоретичні дослідження і розрахунки виконувалися шляхом математичного моделювання роботи технічних засобів та технологічних процесів, використання основних законів механіки і сучасних методів комп'ютерних розрахунків.

Експериментальні дослідження виконувалися в лабораторно-виробничих умовах із використанням натурних зразків та технічних засобів за розробленими і стандартними методиками. Шляхом мінімізації енергії прискорення (функції N) отримаємо систему диференціальних рівнянь, які описують деформацію та мікротравмування частини об'єму зернівки з урахуванням кутового та поступального прискорення.

Застосовано розрахункові диференціальні рівняння, інтегрування, перетворення, скорочення, позначення, сучасні методи комп'ютерних розрахунків та графічні визначення на основі використання законів механіки.

Експериментальні дослідження (Derevjnko, Sukmaniuk & Derevjnko, 2017), свідчать, що при падінні зернівки масою 0,005 г потрапляють на сферичну поверхню розподільника вібросепаратора радіусом 600 мм. Робочий орган

обертається з кутовою швидкістю ω 6 рад·с⁻¹ і сприяє виникненню тангенціальної деформації зернівок у площинні $O_1\xi\eta$, яка, відповідно, становить 0,021 та 0,025 мм. Збільшення лінійного U та кутового параметрів θ при одночасному зменшенні кутової швидкості з плином часу вказує на певний прогин поверхні зернівки. Тому від зіткнення із поверхнею барабанного або роторного апаратів, які обертаються із швидкістю ω 8-10 рад·с⁻¹ і більше, створюватимуться умови зростання деформації, мікротравмування та зниження якості насіння.

Результати досліджень та обговорення

Під час виконання технологічних процесів збирання, оброблення зернового вороху, підготовлення насіння і сівби слід враховувати вплив на зернівку зовнішніх та внутрішніх чинників, що спричиняє виникнення в зернівці напружень. Дані напруження спонукають до активного переміщення всієї органічної маси, внаслідок чого відстані між окремими частинками збільшуються, що викликає послаблення міцності, тобто спротиву до руйнування всієї зернівки. Під час подальшого протікання технологічного процесу відбувається поступове збільшення цих впливів, що призводить до зростання відстаней між атомами та сприяє створенню умов для подолання потенційного бар'єру при переході від стійкого стану рівноваги до нестійкого. В подальшому ця відстань між окремими шарами атомів стає дуже великою, що створює всі передумови для виникнення тріщиноподібного утворення – розриву, який, навіть після припинення навантаження, не зникається.

Проте руйнування зернівок, тобто утворення тріщин, слід розглядати як процес, що проходить дві стадії: зародження умов для утворення майбутньої тріщини, тобто фізичні особливості руйнування, і поширення її розвитку, або механіка руйнування. Процеси руйнування на кожній із цих стадій мають різні закономірності, зв'язки між якими до цього часу вивчені недостатньо. Але саме знання цього зв'язку дало б можливість повного розуміння процесу травмування та особливо взаємозв'язку між макротравмуванням і мікротравмуванням.

Серед критеріїв міцності важливе значення мають умови настання небезпечного стану в певній точці в час розгляду – класична теорія

міцності.

Під час стійкого механічного впливу тріщина нерухома під дією постійних зовнішніх навантажень. Для її розвитку, відповідно, необхідно збільшувати такі навантаження, тобто під дією зовнішніх чинників травма посилюється, а це відбувається тоді, коли коефіцієнт інтенсивності досягає критичної величини. Початок збільшення тріщини, тобто перехід межі тріщинуватості, і буде додатковим критерієм вирішення граничної рівноваги тіла з тріщиною.

Внаслідок поступового протікання процесу в кінці тріщини виникає пластична зона – це коли на початку розриву зусилля через неї не передається, але при зростанні напруги в кінці руйнування виникають додаткові зусилля в зоні пластичних деформацій.

У результаті зростання додаткових зусиль у зоні пластичних деформацій відбувається накопичення мікропошкоджень, які є основою створення умов для майбутнього розриву або тріщиноутворення, а потім і руйнування.

Таким чином, руйнування зернівки настає в тому випадку, коли максимальне напруження σ більше від допустимих напружень σ_1 , які виникають від механічних або інших впливів. Отже, щоб руйнування зернівки не відбувалося, необхідна умова $\sigma \leq \sigma_1$.

Розміри пластичної зони та інтенсивність пластичних деформацій у цій зоні регулюються коефіцієнтом інтенсивності K_{in} напруги та особливістю матеріалів. При цьому:

$$K_{in} = \sigma_1 \sqrt{L\pi}, \quad (1)$$

де L – довжина деформації зернівки.

Напруги в кінці тріщини змінюємо значенням допустимої напруги σ_1 в небезпечній точці, маючи на увазі, що саме в цієї точки настає початок тріщини. Напруга σ_1 бере тут участь ще й через те, що через порушення міцності ця небезпечна точка реально пов'язується з теорією міцності. Тому на стадії руйнування при виникненні тріщини міцність буде залежати від межі тріщинуватості та коефіцієнта запасу відносно неї.

У зв'язку з тим, що допустиме напруження σ_1 входить у рівняння з визначення коефіцієнта інтенсивності та межі тріщинуватості, отримаємо синтез умов міцності згідно з теорією утворення тріщин. У такому випадку, при $m=1$ та підставивши значення K та I у

формулу щодо визначення σ_1 , отримаємо:

$$\sigma_1 = \frac{K_{in} \sigma}{\sqrt{\pi L^2 \sigma_B + K_{in}^2}}. \quad (2)$$

Із даної формули видно, що при $L=0$, $\sigma_1=\sigma_B$ тобто при збільшенні L , σ_1 зменшується. У тих випадках, коли існує кілька тріщин різної довжини, найбільшу небезпеку становить та з них, яка першою починає розвиватися. В усіх випадках механізм розвитку тріщин одноманітний і відбувається з певними коливаннями.

Характер руйнування зернівок, тобто на скільки частіше і в якій площині—проходить руйнування, залежить від розповсюдження

тріщин і того, скільки їх при даному зовнішньому навантаженні досягло критичної довжини. Напрямок утворення тріщини залежить, у більшості випадків, від напрямлення дії зовнішніх сил та біологічного стану зернівки.

Виходячи з вищезазначеного, можна зробити висновок, що міцність зернівок залежить від травмування і виникнення в них тріщин, а із збільшенням їх розмірів відбувається руйнування, тобто макротравмування.

Із аналізу експериментальних досліджень видно, що зі збільшенням довжини тріщини зменшуються зусилля, прикладені для руйнування зернівок (рис. 1), і максимальне напруження (рис. 2), а коефіцієнт інтенсивності напруження зростає.

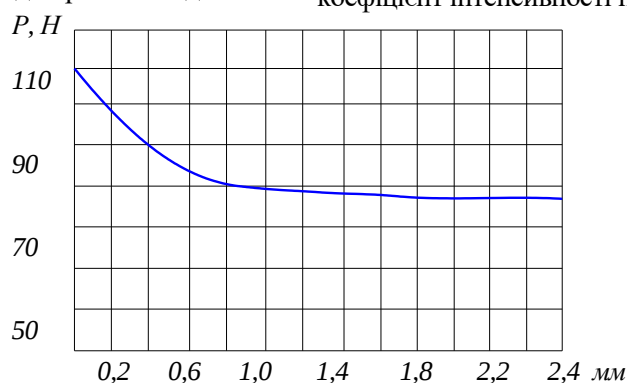


Рис. 1. Вплив довжини тріщини на зусилля, прикладені для руйнування зернівки

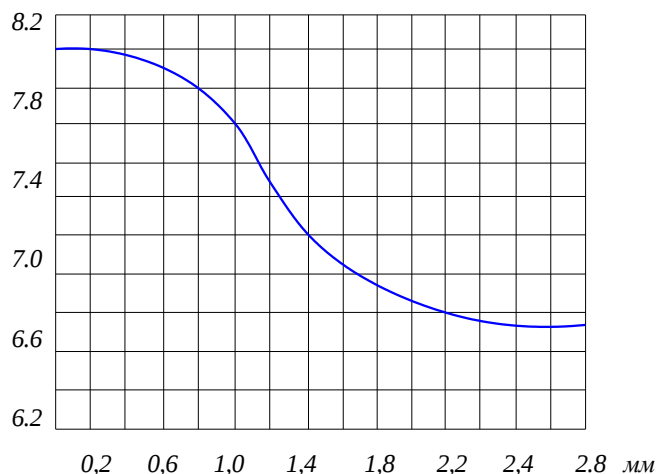


Рис. 2. Вплив довжини тріщини на максимальне напруження

На міцність зернівок впливають також травми зародка, ендосперму, оболонки, тобто мікротравми (табл. 1). Зернівки, в яких тріщини проникають на глибину 0,25–0,75 розміру

ендосперму або більше, мають значно меншу міцність порівняно з тими, які не мають пошкоджень.

Таблиця 1. Вплив різних видів травм на міцність зернівки

Вид травм	Зусилля руйнування Р, Н	Деформація руйнування ΔL , мм	Максимальне напруження σ
Вибитий зародок	46,5	0,15	3,46
Пошкоджений ендосперм	78,0	0,24	5,79
Пошкоджений зародок	84,4	0,22	6,30
Пошкоджена оболонка зародка і ендосперму	95,3	0,22	7,08
Пошкоджена оболонка ендосперму	103,6	0,22	7,69
Пошкоджена оболонка зародка	104,5	0,22	7,70
Без пошкоджень після обмолочування	108,3	0,22	8,07

Дані табл. 1 показують, що на міцність зернівок впливають зусилля, прикладені для руйнування зародка, ендосперму та оболонок.

Максимальне напруження впливає на зростання деформації, травмування та руйнування, тобто мікро - і макротравмування.

Чим більші навантаження отримують зернівки при проходженні технологічних процесів, тим менша їх міцність і більша можливість травмування.

Під час комплексних досліджень впливу робочих органів зернозбиральних молотильних агрегатів на травмування і якість зернівки виявлено, що головні ділянки найбільшого травмування та подрібнення знаходяться в місцях, де різко змінюється вектор швидкості хлібної маси. Вектор може змінюватися як за величиною, так і за напрямком, тому зона найбільшого травмування міститься у першій половині процесу обмолочування.

При порівнянні характеру першої половини обмолочування барабаними та роторними молотильними пристосуваннями стає очевидним, що ці ділянки значно «ощадливіші» у роторних молотарок. Тому мікротравмування та подрібнення зернівок у них значно менше, ніж у барабанних. Кількісна величина травмування зернівок виникає від ударного імпульсу сили, який визначаємо згідно з теоремою імпульсів:

$$m \cdot \bar{V}_2 - m \cdot \bar{V}_1 = \bar{S}(t), \quad (3)$$

де $\bar{S}(t) \int_{t_1}^{t_2} \bar{F}(t) dt$ – ударний імпульс, тобто імпульс сили, це фізична, векторна величина, що характеризує дію сили на зернівку за даний

проміжок часу, від якої залежатиме її міцність, деформація і травмування.

Побудувавши схеми зміни швидкості руху зернівок у барабанному і роторному молотильних апаратах та провівши відповідні теоретичні розрахунки, отримаємо відношення Р імпульсів ударяння на першій половині обмолочування барабанним агрегатом до роторного:

$$P = \frac{V_1^2 + V_{\text{кол}}^2 + 2V_1V_{\text{кол}} \sin \beta}{V_1^2 + (V_{\text{кол}} \cdot \cos \alpha)^2 - 2V_1V_{\text{кол}} \cos \alpha \cdot \sin(\alpha - \beta)}. \quad (4)$$

Згідно з отриманими розрахунками очевидно є значна перевага імпульсного ударяння при барабанному обмолочуванні над роторним.

Отримані результати наведені в табл. 2, 3 у вигляді відсоткових значень мікротравмування зернівок (функція y_1) і подрібнення зернівок (функція y_2) у залежності від частоти обертання ротора та барабана (х, об/хв).

Таблиця 2. Барабанний молотильний агрегат

x	400	500	600	650	700	750	800
y_2	0,45	0,60	0,88	1,25	1,95	2,15	2,65
y_1	18,4	20,5	24,5	25,10	25,80	27,50	30,50

Таблиця 3. Роторний молотильний агрегат

x	400	500	600	650	700	750	800
y_2	0,05	0,10	0,15	0,40	0,60	0,85	0,95
y_1	12,65	14,05	16,10	16,85	19,15	20,05	22,45

Експериментальні, виробничі та лабораторні дослідження впливу механічних навантажень за технологічних процесів від збирання до сівби, що проводилися у різних господарствах Лісостепу і Полісся України на різних сортах зернових

культур представлені у таблиці 4 Дані дослідження свідчать про суттєву різницю мікротравмування насіння озимої пшениці під час збирання барабанними у порівнянні з роторними молотильними апаратами, 54,45% і 27,50%. Так, у підприємстві ПП «Україна»

Житомирської області, під час обмолочування зернозбиральним молотильним апаратом барабанного типу, кількість макротравм зросла до 5,0%, а після роторного – 2,0%, тобто більше ніж у два рази.

Таблиця 4. Травмування насіння озимої пшениці під час збирання барабанними і роторними молотильними апаратами

Господарство	Стадії досліджень	Макротравми, %	Мікротравми, %				
			зародка		всього травм зародка оболонки	без пошкоджень	узагальнений показник травм
			вибитий	пошкоджений			
ПП «Україна» Житомирської області (Миронівська – 65)	в жатці	3,95	2,65	4,65	22,80	77,20	15,15
	після барабана	7,40	4,65	6,75	42,15	57,85	26,65
	в бункері	8,95	5,25	8,05	54,45	45,50	32,15
СФГ «Дніпро» Черкаської області (Миронівська – 65)	в жатці	3,05	2,15	3,90	20,15	79,85	7,40
	після ротора	4,20	2,65	2,95	23,85	76,15	9,05
	в бункері	5,05	3,25	3,95	27,50	72,50	10,45

Всього мікротравмованого насіння (табл. 4) у бункері, тобто після обмолочування барабанним апаратом, становило 54,45%, а після роторного – 22,5%, де очевидною суттєва різниця, більше ніж у два рази. Це пояснюється, насамперед, режимами роботи цих робочих органів і різницею кількості їх обертів до поступлення і проходження зернового вороху під час технологічного процесу.

Робочі органи під час технологічних процесів збирання зернових культур, підготовки насіння та сівби впливають на збільшення довжини тріщин при зменшенні зусиль, прикладених до макротравмування зернівок (рис. 1), та сприяють максимальним напруженням (рис. 2) і зростанню коефіцієнта інтенсивності напруження.

Вплив різних видів макро - і мікротравм діє на міцність зернівок (табл. 1), зокрема зусилля руйнування зростають більше ніж у 2,5 раза, деформація руйнування збільшується до 0,22 мм, максимальне напруження зростає більше ніж у два рази.

Висновки

У результаті теоретичних досліджень впливу робочих органів зернозбиральних апаратів і

зростання додаткових зусиль у зоні пластичних деформацій відбувається накопичення мікротравм. Які є основою створення умов для майбутнього розриву або тріщиноутворення, а внаслідок і руйнування. Тобто воно настає тоді, коли максимальне напруження σ більше від допустимого σ_1 , що виникає від механічних дій. Щоб руйнування не відбувалося, необхідна умова $\sigma \leq \sigma_1$, класична теорія міцності.

Враховуючи деформацію зернівок, межу тріщинуватості, коефіцієнт запасу відносно межі тріщинуватості, отримаємо синтез умов міцності. Напрямок утворення тріщин залежить у більшості випадків від направлення дії зовнішніх сил та біологічного стану зернівки. Тобто, міцність залежить від мікротравм, деформацій і виникнення тріщин (рис. 1, рис. 2, табл. 1), а із збільшенням їх розмірів відбувається руйнування зернівки, що негативно впливає на якісні показники.

Результати комплексних досліджень впливу робочих органів апаратів барабанного і роторного типу показали, що головні ділянки найбільшого травмування знаходяться в місцях, де різко змінюється вектор швидкості хлібної маси. Травмування, деформація та повне руйнування зернівок залежить від імпульсу сили, швидкості

руху зернового вороху і швидкості обертів барабана та ротора. Дані табл. 2, 3 та рис. 3, 4 показують, що із збільшенням обертів у барабанному апараті макротравмування зросло із 0,45% до 2,65%, а у роторному з 0,05% до 0,95%. Мікротравмування, відповідно, у роторному апараті зросло із 12,65% до 22,45%, тоді як у барабанному – досягло 31,50%, тобто значно більше.

Таким чином, враховуючи різні режими робочих органів досліджуваних молотильних апаратів, очевидний «ощадливий» вплив на макро – та мікротравмування насіння роторних апаратів. Це, в свою чергу, позитивно вплине на якість насіння, зростання урожайності та збільшення валового виробництва зернових культур.

Подальші дослідження зниження травмування насіння зернових культур та покращення його якості необхідно проводити у взаємозв'язку і комплексі із його деформацією та міцністю під час проходження технологічного процесу від сівби до завершення повного його підготовки відповідно до посівних кондицій першого класу згідно з Державними Стандартами України. Що, безумовно, буде основою суттєвого збільшення урожайності всіх зернових культур та досягнення валового виробництва зерна в країні до 100 млн тонн.

References

Derevjnko, D., Sukmaniuk, E. & Derevjnko, O. (2017). Grain crops injuries and drying modes while seeds preparation. *INMATEH – Agricultural*

Engineering, 53 (3), 89–94.

Orobinsky, V. I., Gievsky, A. M., Schwartz, A. A., Baskakov, I. V. & Chernyshov, A. V. (2018). Improving the efficiency of apparatus of exact seeding of small-seeded crops. *Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 10 (5S), 1226–1241.

Mellmann, J., Weigler, F. & Scaar, H. (2019). Research on procedural optimization and development of agricultural drying processes. *Drying technology*, 5, 569–578. doi:10.1080/07373937.2018.1494186.

Pascoe, R. D., Fitzpatrick, R. & Garratt, J. R. (2015). Prediction of automated sorter performance utilising a Monte Carlo simulation of feed characteristics. *Minerals Engineering*, 72, 101–107. doi:10.1016/j.mineng.2014.12.026.

Suzuki, N., Miller, G., Sejima, H., Harper, J. & Mittler, R. (2012). Enhanced seed production under prolonged heat stress conditions in *Arabidopsis thaliana* plants deficient in cytosolic ascorbate peroxidase 2. *Journal of Experimental Botany*, 1, 253–263.

Zayets, M., Sukmaniuk, E. & Grudovyi, R. (2017). Theoretical grounding of seeds valve opener settings for subsoil-spreading sowing method. *INMATEH – Agricultural Engineering*, 52 (2), 13–18.

Xianrong, Zh., Chunyu, X., Bo, J., Changman, L. & Xiuling, L. (2015). Allelopathic Effects of Water Extracts of *Brassica juncea* var. *tumida* Leaf on Seed Germination of Three Species of Crops. *Journal of Henan Agricultural Sciences*, 10, 117–121.

doi: 10.33249/2663-2144-2019-83-10-72-80

UDC 684.4.04

**FINITE ELEMENT SIMULATION THE MECHANICAL BEHAVIOUR
OF PRESTRESSED GLULAM BEAMS****S. Kulman, L. Boiko, Ya. Bugaenko, I. Zagursky**

e-mail: s_kulman@ukr.net

Zhytomyr National Agroecological University

7, Saryi Blvd, Zhytomyr, 10008, Ukraine

For many years, prestressed glued beams have been successfully used, for example, in construction as supporting structures. Based on the analysis of recent studies of prestressed wooden beams, the aim of the research was to develop a design with a reduced consumption of materials. The technical result is achieved in that the method of manufacturing a prestressed straight wooden beam consists in gluing thin pre-curved lamellas to the required height, after which the glued lamella block is cut in height along the longitudinal axis and then the cut parts are glued together with each other by their curved sides (surfaces). The purpose of the experiment was to investigate the bending stiffness of a rectilinear beam glued from curved lamellae in the case when there are no preliminary stresses in the lamellae, with the case of the presence of such stresses. The first load option was to create a pre-stressed state of the beam and determine the maximum normal stresses. The prestressed state of the lamellae in the bent and fixed (glued) position was simulated by stretching the upper layers of each of the lamellae during their global contact. When bent, it was found that each of the lamellae has stretched areas in the upper part with tensile stress from $SX = +25$ MPa to $SX = +35$ MPa and compressed regions in the lower part with compression stress from $SX = -30$ MPa to $SX = -60$ MPa. The second variant of the load was to create a workload on the top plane of the beam in the absence of prestressing. The maximum deflection in the middle of the beam was $URES = 1,535$ mm. The values of internal stresses in this case are in the range from $SX = -57$ MPa in the compressed zone to $SX = +82$ MPa in the tension one. The third variant of the load consisted in the presence of both prestressing and working load. The maximum deflection in the middle of the beam was $URES = 0,466$ mm. The values of the internal pressure with the range from $SX = -10$ MPa to $SX = -100$ MPa in the compressed area to $SX = +20$ MPa to $SX = +60$ MPa in tension one. The results of computational experiments show that by applying prestressed, in the direction opposite to the bending of the workload, we can compensate for the influence of the workload. It has been established that the application of the prestressing phenomenon makes it possible to create structures of rectilinear glued wooden beams of reduced material consumption, while the effect of increasing the carrying capacity of a wooden beam will be limited by the compressive strength of the material from which it is made. In order to obtain more accurate values of the increase in the coefficient of increasing the bearing capacity of the proposed construction of a wooden beams, it is planned to conduct in-vito experiments on a special software and hardware complex of the laboratory of mechanical tests of the Department of Forest Resources exploitation of the ZhNAU.

Key words: preliminary tension, wooden glued beams, reinforced wooden beams, pre-stressed wooden beams.

**ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЧНОЇ ПОВЕДІНКИ ПОПЕРЕДНЬО НАПРУЖЕНИХ ДЕРЕВ'ЯНИХ
КЛЕСНИХ БАЛОК МЕТОДОМ КІНЦЕВИХ ЕЛЕМЕНТІВ****С. М. Кульман, Л. М. Бойко, Я. П. Бугаєнко, Й. В. Загурський**

e-mail: s_kulman@ukr.net

Житомирський національний агроекологічний університет

бульвар Старий, 7, м. Житомир, 10008, Україна

Протягом багатьох років попередньо напружені клеєні балки успішно застосовуються, наприклад, в будівництві в якості несучих конструкцій. Метою дослідження ставилося розробка

конструкції із зменшеною витратою матеріалів. Спосіб виготовлення полягає в склеюванні тонких попередньо зігнутих ламелей до необхідної висоти, після чого склеєний ламельний блок розрізають по висоті уздовж поздовжньої осі, а потім розрізані частини склеюють між собою своїми вигнутими сторонами (поверхнями). Основне завдання – дослідити згинальну жорсткість прямолінійної балки склеєної з вигнутих ламелей в разі, коли попередні напруження в ламелях відсутні, з випадком наявності таких напружень. Перший варіант навантаження полягав у створенні попередньо напруженого стану балки і визначенні максимальних нормальних напружень. З'ясовано, що кожна з ламелей має при її вигині розтягнуті області у верхній частині з напругою розтягнення від $SX = +25$ МПа до $SX = +35$ МПа і стислі області в нижній частині з напругою стиснення від $SX = -30$ МПа до $SX = -60$ МПа. Другий варіант навантаження полягав у створенні робочого навантаження на верхню площину балки за відсутності попереднього напруження. Максимальний прогин склав $URES = 1,535$ мм. Величини внутрішніх напружень, при цьому, знаходяться в межах від $SX = -57$ МПа в стислій зоні до $SX = +32,47$ МПа в розтягнутій. Третій варіант навантаження складався в наявності як попереднього напруження, так і робочого навантаження. Максимальний прогин склав $URES = 27,49$ мм. Величини внутрішніх напружень, при цьому, знаходяться в межах від $SX = -10$ МПа до $SX = -100$ МПа в стислій зоні до $SX = +20$ МПа до $SX = +60$ МПа в розтягнутій. Результати обчислювальних експериментів показують, що, застосовуючи попередньо напружений стан, у напрямку, протилежному вигину від робочого навантаження, можна компенсувати вплив робочого навантаження. Встановлено, що застосування явища попереднього напруження дозволяє створювати конструкції прямолінійних склеєних дерев'яних балок зменшеної матеріаломісткості, а ефект збільшення несучої здатності дерев'яної балки обмежується міцністю на стиск матеріалу, з якого вона зроблена. У перспективі для отримання більш точних значень коефіцієнта збільшення несучої здатності запропонованої конструкції дерев'яних балок планується провести експерименти *in vitro* на спеціальному програмно-технічному комплексі лабораторії механічних випробувань Департаменту експлуатації лісових ресурсів ЖНАЕУ.

Ключові слова: попереднє напруження, дерев'яні клеєні балки, армовані дерев'яні балки, попередньо напружені дерев'яні балки.

Introduction

Lightweight constructions are one of the indicators of a developed civilization. All buildings, including vehicles, buildings, goods, etc., are becoming easier every year, and demand for them is increasing. Lightweight designs have attracted the attention of engineers over the years. However, frivolity can lead to the destruction of the structure (loss of structural stability), as it can lead to a decrease in the stiffness of the structure. Thus, the study of structural problems associated with stability becomes more important than ever. Pre-stressed structures have been successfully used for many years, for example, in construction as bearing beams. The wooden structure uses pre-stressed rectilinear beams, as well as dome wooden structures, glued along the radius of lamellae.

Patent for bent, glued bearing beams of two or more slats Hetzer received in 1906 (Hetzer, 1906). Novelty was not in the very gluing of wood, but in the addition of spatial forms of construction details by the method of bending. Bending of the glued beam

creates in each of its slats a pre-stressed state. In this case, the upper half of each lamella is in the pre-stretched, and the bottom in the pre-compressed state. Gluing lamellae allows one to fix these lamellas. Such beams are widely used in the construction of bridges and dome buildings. However, the curved shape of the beam limits its technological capabilities when creating flat surfaces.

A known method for increasing the flexural stiffness of wooden beams by creating a pre-stressed state (pre-stressed glulam beams). For example, a pre-stressed wooden beam includes a glued panel of boards, cabinets mounted at the ends of the beam, and pre-stressed fittings fixed to the ends of the cassette, the difference is that in order to enhance the bearing capacity by providing a long-lasting effect of the previous tension, provided derelexation knots, each of which is connected to the end of the armature, and the rack is provided with ribs, while the grooves are formed in the beam with the formation of a degree on its ends, which are located between the edges of the circulations of the dereleasing knots (Nakashidze, 1986).

Many attempts have been made at improving the load carrying capacity of glulam beams by the addition of reinforcement. The earliest of these utilised steel with either thin plates glued onto the outer laminates of beams, or bars bonded into pre-cut slots between laminates (Clarke *et al.*, 1993; Leijten, 1988). More recently, with the availability of materials such as pultruded glass fibre reinforced plastic (GRP) and carbon fibre reinforced plastic (CFRP), similar ideas have again been tried (Gentile, Svecova & Rizkalla, 2002). Indeed, there are companies that manufacture and supply stock ranges of reinforced beams. The principle aim of the reinforcement is to enhance further the strength of beams made from good quality timber rather than as a means of enhancing beams made from lower quality material.

Attempts have also been made at pre-stressing glulam by the use of high tensile steel tendons. Both post tensioning, with the tendons passing through pre-cut longitudinal grooves in the glulam and anchored off at end plates, and pre-tensioning with bonded tendons have been tried (Peterson, 1965). With the high modulus of elasticity of steel compared to that of timber, pre-stress losses due to elastic shortening of the timber at the transfer stage and to creep in the timber over the longer term were perceived as major problems. It is not surprising, therefore, that no commercially successful method of pre-stressing via the use of steel tendons is in existence.

The concept of pre-stressing glulam with GRP tendons is new and has been recommended as a realistic method of upgrading low grade glulam (Rodd & Pope, 2003). With GRP tendons it is considered that the problems of pressurising losses and of potential tendon debonding in pre-tensioned systems are less of a problem than with steel tendons. This is because GRP has a modulus of elasticity of only about 25% that of steel. This means that it has to be strained to a much higher level than steel in order to reach its limiting strength. Therefore, losses due to elastic and time dependent shortening of the timber after release the pre-tension force are relatively smaller than those with steel tendons. Also, the flat strip form in which GRP is readily available means that there is a relatively larger surface area than with the traditional round or square cross-section of steel tendons and, therefore, that bond stresses are lower, which would reduce risk of de-lamination.

In addition, the preliminary compression strength of the stretched beam zone (lower plane) can

be created by fixing in the compressed wood area in this zone, while in the compression zone of the beam under the action of the work load (upper plane), insert with a guaranteed tension is installed. Thus, in the upper zone of the beam, a preliminary tensile stress is created, while in the lower zone the previous compression stress (Anshari *et al.*, 2017). However, the disadvantage of such a design is its complexity, hence increasing labor costs for its manufacturing.

In this paper, 3-D finite element models have been developed by using commercial code *SolidWorks Simulation* to simulate the prestressing behaviour of reinforced glulam beams using prestressed wood lamelles. Glulam timber is modelled as orthotropic linear elastic materials in tension, and in compression in the embedding areas. Contact conditions between the prestressed wood lamelles are modelled.

Materials and methods

The purpose of this study is to continue to study the properties of prestressed wooden structures by simulating their mechanical behavior under load using the finite element method and verification of the calculated models obtained.

3-D finite element models were developed to simulate the pre-camber deflection and the pre-stress state of the glulam beams reinforced. In the modelling, the size of the glulam timber beam was 300 mm in length, 20 mm in depth, 20 mm in width. To simplify the model, some parameters were neglected, such as distortion in the grain, knots, temperature and density variation. Although there are strain rates and strain ratios in 3 directions of the L, R and T, the swelling ratio in the L direction was neglected.

Interaction between the glulam lamellas is modelled by defining both the tangential and the normal contact behaviour. Friction formulation is 'rough' in tangential behavior and 'Hard contact' for pressure-overclosure in normal behaviour.

Material properties of glulam used in the modelling were obtained from experiment results through shear and compression tests. Orthotropic elastic material properties for glulam are listed as follows.

Results of the research and discussion

The technical problem, the solution of which is aimed at the proposed method, is to increase the bearing capacity of the beam at a given height by

creating its pre-stressed state, as well as simplifying the construction of the beam, and expanding its technological capabilities.

The technical result is achieved by the fact that the method of manufacturing a pre-stressed straight beam is to glue thin pre-bent lamellae to the required height, after which the glued lamellar unit is cut in height along the longitudinal axis, and then the cut pieces are glued together by their curved sides (surfaces).

The manufacturing method is given in Fig. 1 – glued block of pre-folded lamellae. On Fig. 2 – a straight wooden beam is pre-stressed, after gluing the cut pieces between them with their curved sides.

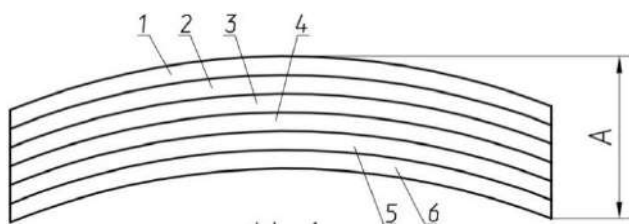


Fig. 1. Glued block of pre-folded lamellae

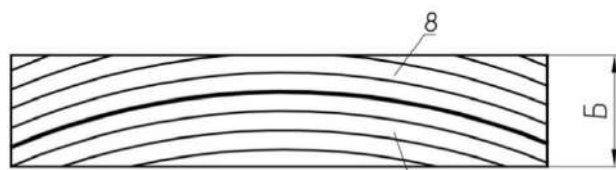
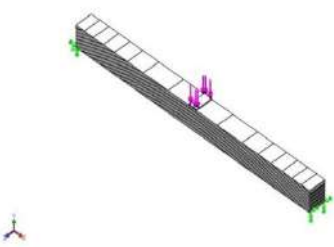


Fig. 2. Straight wooden beam that is pre-stressed

As a research object in the computing experiment, a beam size of 300 x 20 x 20 mm, glued from lamellae of a straight form of 300x20x3 mm in size from a material, the mechanical properties of which are presented in Table 1. The conditions of consolidation are the same for different variants of the load is adopted. In the *SolidWorks Simulation* terminology, the geometry of the lower transverse edges is fixed. They are shown on the link to the model in Table 1. Here is shown the workload in the form of force $P = 1000$ N on the upper plane of the beam in the middle of its passage. Design models were studied for four types of beams of the same size: solid from the array beam; beam glued from straight lamellae; curved beam slats with a radius of 1000 mm; beam of curved slats with a radius of 500 mm.

Table 1. Fixing conditions and material properties

Link to the model	Properties
	Type of model:
	Linear Elastic Isotropic
	Flow limit:
	1.12e+008 N/m ²
	Bulk density:
	600 kg/m ³
	Modulus of elasticity:
	1.4e+010 N/m ²
	Poisson coefficient:
	0.394

Grid of finite elements of the model is presented in Fig. 3. The purpose of the experiment was to investigate the flexural stiffness of the rectilinear beam glued from the curved lamellae in the absence of previous stresses in the lamellae, in the presence of such stresses. Methodological grid of computational experiments includes four variants of load conditions shown in Table 2.

In each of the options, the following values (symbols according to the *SolidWorks Simulation* program) were calculated: *Von Mises* – equivalent stress over Mises, MPa; *SX* – normal stress at bending cross section, MPa; *URES* – movement in the direction of the resultant load, mm.

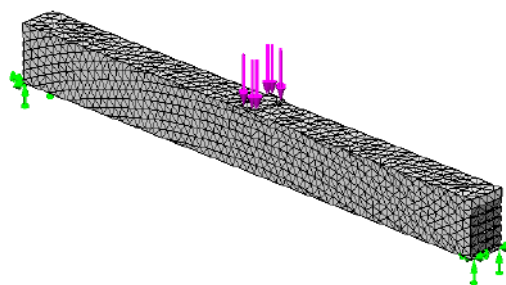


Fig. 3. Grid of finite elements of a straight-line beam patterned from pre-deformed lamellae
Results and discussion

The research results in *SolidWorks Simulation* are presented in Table 2.

The first version of the load was to create a pre-stressed beam and determine the maximum equivalent and normal stresses.

Pre-camber model. Figure 4 shows the simulated upward deflection, i.e. pre-camber, for a beam reinforced by gluing prestressed lamellae.

The pre-stressed state of the lamellae in a bent and fixed (glued) position was imitated by stretching the upper layers of each of the lamellae with their global contact. The diagram of normal stresses of the fourth type of glued beam under the action of the previous stress is shown in Fig. 9.

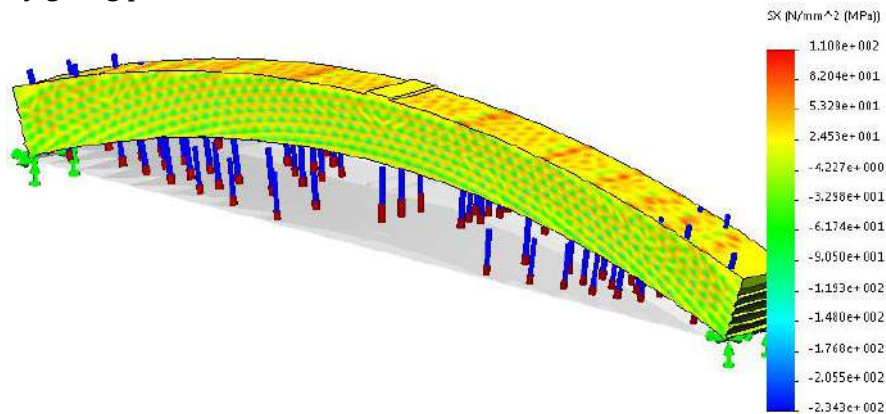
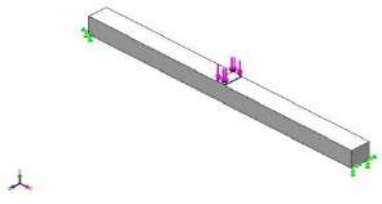
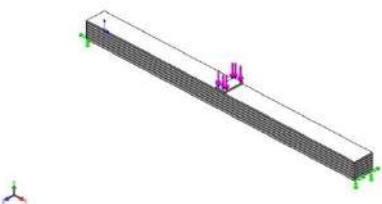


Fig. 4. Sections of pre-created normal stresses in each of the slats of the beam, modelling of precamber for a beam reinforced

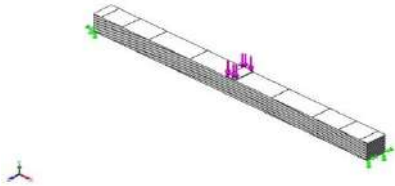
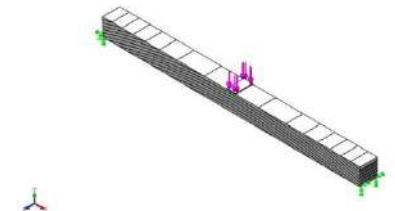
As it follows from Fig. 4 each of the slats has stretched areas at the upper part with a stretching stress of $SX = +25$ MPa to $SX = +30$ MPa and a

compressed area at the bottom with a compression stress of $SX = -30$ MPa to $SX = -60$ MPa.

Table 2. Methodological network of experiments and results of simulation studies

Beam type	Test results		
	MOR Von Mises, MPa	MOR SX, MPa	URES, mm
1	2	3	4
Solid from the array 	37,3	27,4	1,458
Glued straight lamellae 	38,1	31,1	1,466

End of table 2

1	2	3	4
Prestressed lamella radius 1000 	63,3	50,2	0,481
Prestressed lamella radius 500 	62,4	49,9	0,466

The second variant of the simulation was to create a working load on the upper plane of the beam in the absence of previous tension. The displacement

diagram of this variant is shown in Fig. 5. As we see, the maximum deflection in the middle of the beam was $URES = 1,535$ mm.

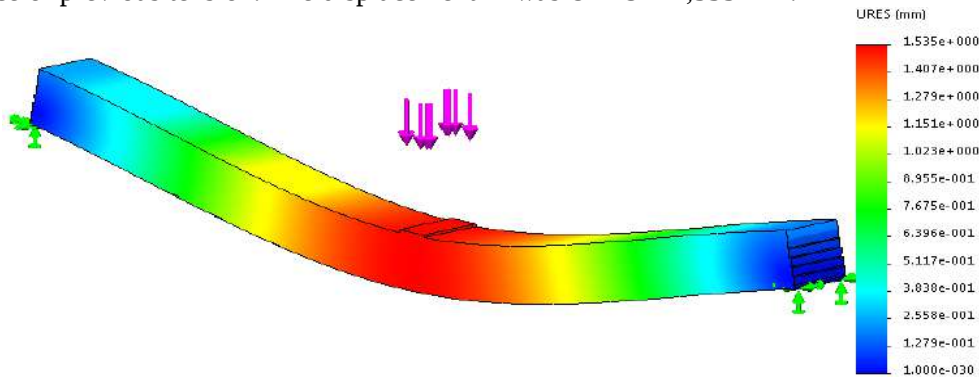


Fig. 5. Sheet displacement of beam without previous tension in the direction of bending load

The diagram of normal stresses when bending a beam is presented in Fig. 6. The values of internal stresses are in the range from $SX = - 57$ MPa in the

compressed zone to $SX = + 32.47$ MPa in the stretched.

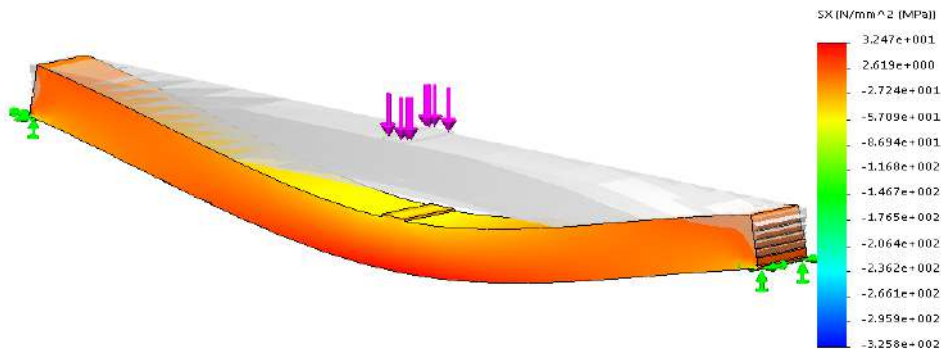


Fig. 6. Circuit of normal stresses in the beam without previous tension

The third version of the simulation was in the presence of both the previous tension and the workload. On Fig. 7. shows the diagram of

displacements for this option. The maximum deflection in the middle of the beam was $URES = 0.466$ mm.

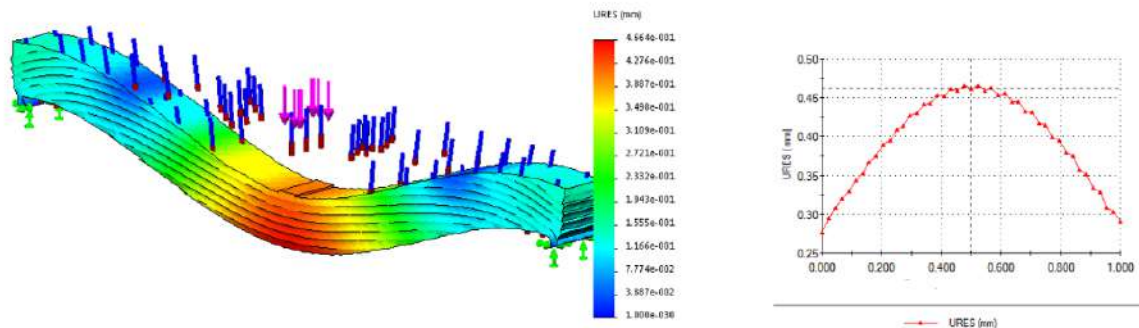


Fig. 7. The diagram of displacements of the pre-stressed beam in the direction of bending load (a); a parametric graph of the lower edge movement in the nodes (b)

The diagram of normal stresses in the bending of the beam in the event of a previous tension is shown in Fig. 8. The values of internal stresses are in the

range from $SX = -10$ MPa to $SX = -100$ MPa in the compressed zone to $SX = +20$ MPa to $SX = +60$ MPa in the stretched.

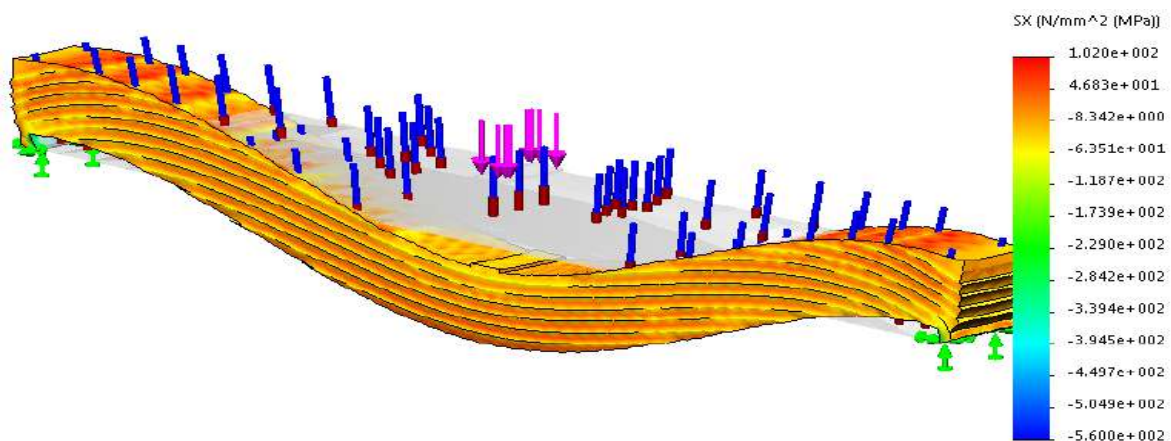


Fig. 8. Circuit of normal stresses in the prestressed glulam beam

In Fig. 9. Parameterized graphs of normal stresses are presented at design points of finite

elements for various glued lamellae starting from the lowest one.

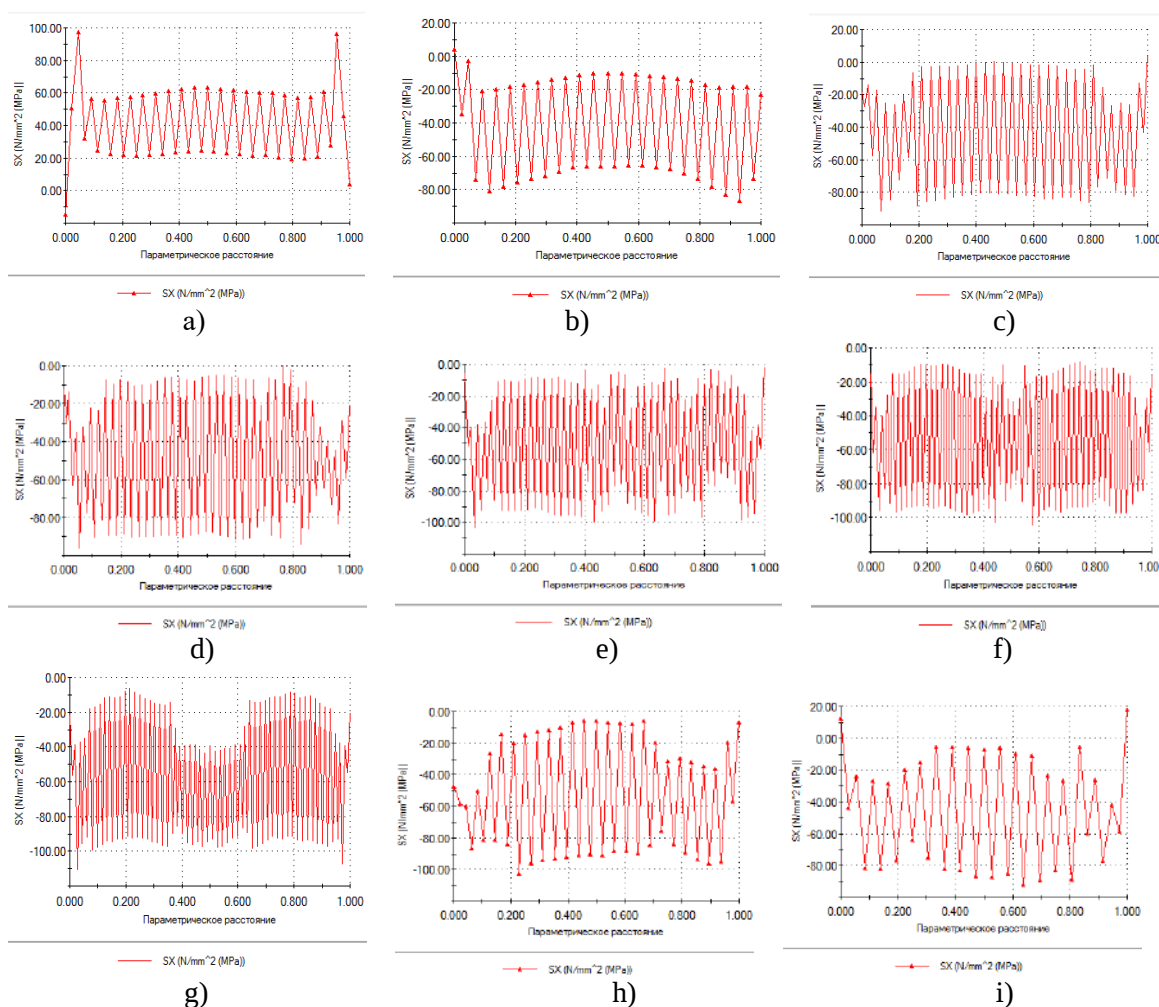


Fig. 9. Parameterized graphs of normal stress at design points of finite elements: a – the lower edge of the first lamella; b – second lamella; c – the third lamella; d – fourth; e – fifth; f – is the sixth; g – the seventh; h – the eighth; i – the ninth.

The results of the experiments presented in Table 2 indicate that for the initial and boundary conditions we adopted, the prestressing of the beam increases its carrying capacity by more than three times.

The use of the method provides for increasing the bearing capacity of the straight beam of rectangular cut at a given height, which will allow to expand technological possibilities and simplify the construction of the beam.

Conclusions

On the basis of the analysis of the obtained results of the simulation model, we can draw the following conclusions:

1. Application of the phenomenon of pre-stress

allows to create structures of rectilinear glued wooden beams of reduced material content.

2. In this case, the effect of increasing the bearing capacity of a wooden beams will be limited to the strength of the compression of the material from which it is made.

References

- Anshari, B., Guan, Z. W. & Wang, Q. Y. (2017). Modelling of Glulam beams pre-stressed by compressed wood. *Composite Structures*, 165, 160–170. doi: 10.1016/j.compstruct.2017.01.028.
- Bohannon, B. (1962). Pre-stressed wood members. *Forest Prod J*, 12 (12), 596–602.
- Clarke, J. W., Mclain, T. E., White, M. S. &

- Araman, P. A. (1993). Reinforcement of wood pallets with metal connector plates. *Forest Prod J*, 43 (10), 70–76.
- Gardner, D. J., Davalos J. F. & Munipalle, U. M. (1994). Adhesive bonding of pultruded fiber-reinforced plastic to wood. *Forest Prod J*, 44 (5), 62–66.
- Gentile, C., Svecova, D. & Rizkalla, S. H. (2002). Timber beams strengthened with GFRP bars: development and applications. *Compos Construction*, 6 (1), 11–20. doi: 10.1061/(ASCE)1090-0268(2002)6:1(11).
- Gilfillan, J. R., Gilbert, S. G. & Russell, D. R. (2000). Development of a structural composite using Irishgrown timber and fibre reinforcement. Vancouver, Canada : Proc. World Conf. on Timber Engineering.
- Hetzer. (1906). Patent DRP № 197773.
- Johns, K. C. & Lacroix, S. (2000). Composite reinforcement of timber in bending. *Can J Civil Eng*, 27 (5), 899–906. doi: 10.1139/100-017.
- Leijten, A. J. M. (1988). Steel reinforced joints with dowels and bolts. In *Proceedings of the international wood engineering conference* (Vol. 2, pp. 474–488). Seattle : Washington State University.
- Nakashidze, B. V. (1986). Patent RU № 1244259.
- Peterson, J. (1965). Wood beams prestressed with bonded tension elements. *J Struct Div ASCE*, 91 (1), 103–119.
- Plevris, N. & Triantafillou, T. C. (1995). Creep-behavior of FRP reinforced wood members. *ASCE_s J Struct Eng*, 121 (2), 174–186.
- Rodd, P. D. & Pope, D. J. (2003, April 21–24). Prestressing as a means of better utilising low quality wood in glued laminated beams. In *Proceedings of international conference on forest products*. Daejeon, Korea.
- Triantafillou, T. C. & Deskovic, N. (1992). Prestressed FRP sheets as external reinforcement of wood members. *ASCE_s J Struct Eng*, 118 (5), 1270–1284. doi: 10.1061/(ASCE)0733-9445(1992)118:5(1270).

doi: 10.33249/2663-2144-2019-83-10-81-85

UDC 619:617.7:637

POINTS SYSTEM OF DOGS' CLINICAL CONDITION WITH OSTEOCHONDROSIS DISSEMINANS**V. Klymchuk**

e-mail: vadvetdoctor@gmail.com

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

15, Heroiv Oborony Str., Kiev, 03041, Ukraine

The features of clinical evaluation and monitoring of the dynamics of therapy in dogs with osteoarthritis remain insufficiently studied. These questions, as well as the optimization of treatment regimens and monitoring of osteoarthritis in dogs, were the basis of our research.

Clinical (animal clinical examination), radiological (radiographic analysis of dog joints), and statistical methods were used for the study. The studies were conducted on 20 experimental animals (dogs). The approbation took place in eight veterinary clinics.

Thus, in our developed system of assessment of the condition of the diseased limb, in general, 15 parameters were included: signs of pain at rest, signs of pain in passive movements, signs of pain on palpation of the joint and periarticular tissues, crunch and crack during palpation of the joint during passive joint movements, nature difficulty in exiting a lying or sitting position, the duration of the start of lameness that occurs after state of rest, the nature of lameness in exercise, the duration of lameness after exercise, the nature of lameness in the whole day, joint narrowing of the joint, osteophytosis, deformation and disruption of the configuration of the joint surfaces, fragmentation of the articular cartilage, subchondral sclerosis, atrophy of the muscles acting on the joint. For better presentation and to simplify the diagnosis of the stage of osteoarthritis, we have been offered a special key in the form of a table filled out by a veterinarian for examination of a dog with joint pathology. However, in monitoring the treatment of arthropathy, the dynamics and its expression can be negative. The scoring system can significantly counteract the subjectivism of prognostic and dynamic assessment of arthropathy in dogs.

In the future planned to improve the system of evaluation of pathological processes of joints in dogs with the use of ultrasound and computed tomography of the joints.

Key words: scoring system of evaluation, arthropathy, pain sensitivity, lameness, diagnosis of osteoarthritis, dogs.

БАЛЬНА СИСТЕМА ОЦІНКИ КЛІНІЧНОГО СТАНУ СОБАК ЗА ОСТЕОАРТРОЗУ**В. В. Климчук**

e-mail: vadvetdoctor@gmail.com

Національний університет біоресурсів і природокористування України

вул. Героїв оборони, 13, м. Київ, 03041, Україна

Недостатньо вивченими залишаються особливості клінічної оцінки та моніторингу динаміки терапії у випадку остеоартрозів у собак. Ці питання, а також оптимізація схем лікування та моніторингу остеоартрозу у собак, були покладені в основу наших досліджень.

Для досліджень використовувалися клінічні (клінічний огляд тварин), рентгенологічні (аналіз рентгенограм суглобів собак) та статистичні методи. Дослідження проводилися на 20 піддослідних тваринах (собаках). Апробація проходила у восьми клініках ветеринарної медицини.

Таким чином, у розроблену нами систему оцінки стану хворої кінцівки загалом було включено 15 параметрів: ознаки болю в стані спокою, ознаки болю при пасивних рухах, ознаки болю при пальпації суглоба і періартикулярних тканин, хрускіт і тріск при пальпації суглоба під час пасивних рухів суглоба, характер труднощів при виході з положення лежачи або сидячи в положення стоячи, тривалість стартової кульгавості, яка виникає після стану спокою, характер кульгавості при фізичному навантаженні, тривалість кульгавості після фізичного навантаження, характер

кульгавості в цілому за день, звуження суглобової щілини, остеофітоз, деформація і порушення конфігурації суглобових поверхонь, фрагментація суглобового хряща, субхондральний склероз, атрофія м'язів, що діють на суглоб. Для очного представлення та спрощення діагностики стадії остеоартрозу нами запропонований спеціальний ключ у вигляді таблиці, що заповнюється ветеринарним лікарем за проведення обстеження собаки з патологією суглобів. При цьому, за моніторингу лікування артропатій динаміка та її бальне вираження може бути і у від'ємних значеннях. Бальна система дає змогу значно нівелювати суб'єктивізм прогностичної та динамічної оцінки за артропатій у собак.

В подальшому планується удосконалення системи оцінки патологічних процесів суглобів у собак із застосуванням УЗД та комп'ютерної томографії суглобів.

Ключові слова: бальна системи оцінки, артропатії, больова чутливість, кульгавість, діагностика остеоартрозу, собаки.

Вступ

У зв'язку з нераціональною селекційною роботою із породистими собаками, різко зросла кількість серед них тварин, що мають низку генетично детермінованих аномалій кістково-суглобового апарату. Більшість з цих природжених патологій призводять до порушень процесів формування кістяка, метаболізму тканин суглобів, що створює умови для виникнення нестабільності суглобів та розвитку внаслідок цього остеоартрозів. Останні можуть виникати і внаслідок інших причин: після травм, при віковій інволюції суглобового хряща тощо (Mele, 2007; Rychel, 2010; Bonagura & Twedt, 2014).

Нині доведено, що в основі дефектного гістогенезу суглобового хряща лежить порушення багатьох ланок ендокринного і мінерального обміну, що має генетичну детермінованість (Rychel, 2010; Bonagura & Twedt, 2014).

До теперішнього часу патогенетична терапія та прогностична оцінка остеоартрозів недостатньо вивчена, а оцінка клінічного стану собак за суглобової патології є досить суб'єктивною, що, відповідно, утруднює й об'єктивну оцінку ефективності їх лікування. Лише за останні п'ятнадцять років почали входити в клінічну практику методи медикаментозного впливу на деструктивний процес в тканинах суглоба, що перешкоджають розвитку остеоартрозу.

Розкриття патогенетичних механізмів остеоартрозів та розробка на цій основі ефективних методів лікувальної корекції та діагностики даної артропатії є однією з актуальних проблем ветеринарної хірургії (Mele, 2007; Nimand & Suter, 2011; Tobias & Jonston,

2012). Особливої актуальності її вирішення набуває у зв'язку з широким розповсюдженням остеоартрозів серед популяції собак «міського» утримання, поліфакторності і поліетіологічності захворювання, а також недостатньої ефективності методів консервативної терапії хворих собак.

Крім того, потребує удосконалення діагностика остеоартрозів у собак та уточнення клінічної симптоматики хвороби. Не зважаючи на наявні ґрунтовні відомості, щодо терапії остеоартрозів, багато принципово важливих аспектів цієї проблеми залишаються дискусійними. Зокрема, недостатньо вивчені особливості клінічної оцінки та моніторингу динаміки терапії у разі остеоартрозів у собак (Nimand & Suter, 2011; Tobias & Jonston, 2012). Ці питання, а також оптимізація схем лікування та моніторингу остеоартрозу у собак, були покладені в основу наших досліджень.

За мету було поставлено розробку та апробацію в клінічній практиці параметричної системи оцінки клінічного стану собак за суглобової патології на основі больової чутливості та рентгенологічних досліджень.

Матеріали і методи дослідження

Для досліджень використовувалися клінічні (клінічний огляд тварин), рентгенологічні (аналіз рентгенограм суглобів собак) та статистичні методи. Дослідження проводилися на 20-и піддослідних тваринах (собаках).

Нами було відібрано 10 найбільш характерних симптомів і ознак артропатій, які зазвичай використовують як критерії стану хворої кінцівки, які, в тому числі, можна застосовувати й при оцінці динаміки розвитку патологічного процесу. Для оцінки больового синдрому враховували ознаки болю у тварини в стані

спокою, при пасивних рухах кінцівки та при пальпації суглоба і периартикулярних тканин.

Для оцінки кульгавості визначали: кульгавість, що виникає при переході собаки зі стану спокою в стан руху, характер кульгавості при фізичному навантаженні, тривалість кульгавості після фізичного навантаження, характер кульгавості в цілому за день.

Крім того, для більш точного аналізу стану суглоба в систему оцінки були також включені 5 рентгенологічних ознак: звуження суглобової щілини, наявність остеофітів, порушення конфігурації (деформація) суглобових поверхонь (тріщини, ерозії, узури тощо), наявність фрагментації суглобового хряща (так звані суглобові миші), наявність субхондрального склерозу.

Таким чином, у розроблену нами систему оцінки стану хворої кінцівки загалом було включено 15 параметрів: ознаки болю в стані спокою, ознаки болю при пасивних рухах, ознаки болю при пальпації суглоба і периартикулярних тканин, хрускіт і тріск при пальпації суглоба під час пасивних рухів суглоба, характер труднощів при виході з положення лежачи або сидячи в положення стоячи, тривалість стартової кульгавості, яка виникає після стану спокою, характер кульгавості при фізичному навантаженні, тривалість кульгавості після фізичного навантаження, характер кульгавості в цілому за день, звуження суглобової щілини (рентгенологічно), остеофітоз (рентгенологічно), деформація і порушення конфігурації суглобових поверхонь (рентгенологічно), фрагментація суглобового хряща (рентгенологічно), субхондральний склероз (рентгенологічно), атрофія м'язів, що діють на суглоб.

Результати досліджень та обговорення

Розроблена і використана нами система оцінки клініко-рентгенологічного стану собак з суглобовою патологією, що включає 10 клінічних і 5 рентгенологічних ознак, є більш точним і об'єктивним методом відстеження динаміки симптоматики хвороби.

Приведена бальна система оцінки дає можливість не тільки встановити наявність чи відсутність остеоартрозу (ОА), але й чітко визначити стадію хвороби. Наш досвід застосування параметричної системи свідчить, що бальна система оцінки стану хворого суглоба

дає змогу значним чином нівелювати суб'єктивізм оцінки результатів клінічного огляду тварини й, відповідно, зробити оцінку клінічного стану значно більш об'єктивною. (Апробовано та впроваджено у практичну діяльність низки клінік ветринарної медицини: Державного підприємства «Центр охорони здоров'я тварин» м. Київ, «Чотири лапи» м. Київ, Деснянської районної в м. Києві державної лікарні ветринарної медицини, «Центр сучасної ветринарної медицини» м. Київ, «Ветеринарно-хірургічний центр «Шанс» м. Київ, ФОП Олійник О.А. м. Хмельницький, навчально-науково-виробничого клінічного центру «Ветмедсервіс» м. Київ та мережі клінік ветринарної медицини «АртВет» м. Київ.)

Ця система дозволяє вже при першому зверненні власника собаки в клініку ветринарної медицини чітко встановити стадію ОА й відповідно зробити обґрунтований прогноз щодо подальшого стану тварини та перспектив її лікування.

Проте, при першому клінічному огляді хворої на ОА собаки слід враховувати, що на початку розвитку ОА, відповідно до літературних даних, будь-які клінічні ознаки хвороби відсутні. Зміни виявляються лише на мікроскопічному рівні при проведенні гістологічних досліджень тканин суглоба (Nimand & Suter, 2011; Rychel, 2010). У своїй практиці ми з такими тваринами не стикалися, оскільки власники звертаються в клініку ветринарної медицини лише тоді, коли в собаки розвиваються клінічні ознаки, внаслідок чого вона відчуває той чи інший ступінь дискомфорту та спостерігаються ті чи інші порушення в різні фази функціонування суглоба (труднощі при вставанні, кульгавість тощо). У першу стадію ОА в собаки може спостерігатися кульгавість. Така кульгавість, згідно з літературними джерелами та результатами наших досліджень може бути як постійною, так і періодичною. Інші клінічні ознаки хвороби у багатьох випадках невиразні. Останнє зумовлює те, що багато власників собак на початку ОА не звертаються в клініки ветринарної медицини, оскільки нерідко вважають кульгавість наслідком випадкових травм. Коли хвороба переходить у хронічну фазу, її симптоми в цю стадію стають ще більш непостійними (Douglas et al., 1997; Smith et al., 2006; Bonagura & Twedt, 2014).

Для більш наявного представлення та

полегшення діагностики стадії ОА, за вигляді таблиці, який заповнюється лікарем запропонованою нами параметричною системою ветеринарної медицини при проведенні оцінки, нами запропонований спеціальний ключ у дослідження собаки з ОА (табл. 1).

Таблиця 1. Ключ для оцінки стадії остеоартрозу та прогнозу подальшого перебігу хвороби в собак

Ознака	Оцінка в балах									
Ознаки болю в стані спокою	0	1	1	2	3	3				
Ознаки болю при пасивних рухах	0	1	1	2	2	3	3	4		
Ознаки болю при пальпації суглоба і періартикулярних тканин	0		1	2	3		4			
Хрускіт і тріск під час пасивних рухів суглоба	0		1	2	3		4	5		
Характер труднощів при виході з положення лежачи або сидючи в положення стоячи	0	1	2	3	4	5	5	6		
Тривалість стартової кульгавості після стану спокою	0	1	2	3	4	5	6	7		
Характер кульгавості при фізичному навантаженні	0	1	2	3	4	5	6	6	7	
Тривалість кульгавості після фізичного навантаження	0	1	2	3	3	4	5			
Характер кульгавості в цілому за день	0	1	1		2		3			
На рентгені звуження суглобової щілини	0		0	1	1	2	3	4	5	
На рентгені виявляється остеофітоз	0		1	2	3		4	4	5	
На рентгені деформація і порушення конфігурації суглобових поверхонь	0		1	2	3	4	5	5	6	7
На рентгені фрагментація суглобового хряща (суглобові миші)	0		0		1	2	3	4	5	
На рентгені субхондральний склероз	0		0		1		1			
Атрофія м'язів, що діють на суглоб	0		0		1		1	2		
Стадія остеоартрозу	1		2		3		4			
Прогноз	Сприятливий		Обережний		Обережний чи несприятливий		Несприятливий			

Виходячи з даних літературних джерел та результатів власних досліджень, перша стадія ОА в цілому може оцінюватися від 0 до 9 балів. У другу стадію ОА симптоми хвороби також часто нестійкі. Виходячи з даних літературних джерел та результатів власних досліджень, ця стадія ОА в цілому може оцінюватися від 16 до 27 балів. Відповідно, третя стадія ОА може оцінюватися від 40 до 49 балів а четверта – від 58 до 69 балів.

Проте оскільки перебіг ОА в кожній конкретній собаки має свої індивідуальні особливості, можливі й проміжні значення цифрових показників, що виходять за межі вище

наведених. У такому випадку стадія ОА визначається за кількісним переважанням показників для тієї чи іншої стадії ОА.

Також треба враховувати, що одна й та ж ознака може мати однаковий ступінь свого прояву на різних стадіях ОА. Так, при оцінці ознак болю в стані спокою тварина може час від часу посмикувати кінцівкою та намагатися перелягти на сторону здорової кінцівки (оцінка даної ознаки – 1 бал) як при першій, так і при другій стадіях ОА. Тому однобальна оцінка цієї ознаки в таблиці-ключі внесена в колонки, що відповідають обом цим стадіям.

При оцінці характеру кульгавості при фізичному навантаженні відсутність опори на кінцівку, але не при кожному циклі кроку (оцінка даної ознаки – 6 балів) може спостерігатися як при третій, так і при четвертій стадіях ОА. Тому шестибальна оцінка цієї ознаки в таблиці-ключі внесена в колонки, що відповідають обом цим стадіям.

При оцінці деформації і порушення конфігурації суглобових поверхонь на рентгені ураження 56–70 % загальної площі суглобової поверхні (оцінка даної ознаки – 5 балів) також може спостерігатися як при третій, так і при четвертій стадіях ОА. Тому п'ятибальна оцінка цієї ознаки в таблиці-ключі внесена в колонки, що відповідають обом цим стадіям. Це ж стосується й деяких інших ознак (див. табл.).

Якщо при заповненні таблиці-ключа однакові цифрові значення для певного показника є в колонках, що відповідають різним стадіям ОА, показник відзначається в обох колонках. Стадію ОА визначають за переважанням визначених значень.

Висновки

Запропонована нами бальна система оцінки ефективності лікування не може претендувати на максимальну об'єктивність, але включення в оцінку стану клінічної та рентгенологічної картини, а також самого власника собаки дозволяє максимально точно оцінювати динаміку ОА.

Крім того, ця система, завдяки своїй наочності, дає можливість легко та швидко оцінювати клінічний стан хворої тварини, що значно спрощує роботу лікаря ветеринарної медицини, якому важко тримати в голові та порівнювати великий об'єм словесної інформації, яка зазвичай характеризує всі аспекти ОА в

конкретної собаки.

Бальна система оцінки стану хворого суглоба дає змогу зробити оцінку клінічного стану значно більш об'єктивною.

В подальшому планується продовження апробації розробленої бальної системи оцінки у моніторингу динаміки лікування гострих патологічних процесів суглобів у собак. Дослідження можливості розширення системи оцінки артропатій із застосуванням УЗД та комп'ютерної томографії суглобів собак.

References

1. Douglas, S. W., Heritage, M. E. & Williamson, H. D. (1997). *Principles of Veterinary Radiography* (5th ed.). Eastbourne : Bailliere Tindall.
2. Suter, P. F. & Kohn, B. (2006). *Praktikum der Hundeklinik: begründet von Peter Suter*. Singhofen : Paul Parey Verlag.
3. Bonagura, J. D. & Twedt, D. C. (Eds.) (2014). *Kirk's current veterinary therapy XV*. Philadelphia, Pennsylvania: Saunders.
4. Tobias, K. M. & Johnston, S. A. (2012). *Veterinary surgery: Small animal*. Vancouver, Canada: Elsevier.
5. Mele, E. (2007). Epidemiology of osteoarthritis. *Veterinary Focus*, 17 (3), 4–10. doi: 10.1055/s-0034-1381772.
6. Rychel, J. K. (2010). Diagnosis and treatment of osteoarthritis. *Top Companion Animal Medicine*, 25 (1), 20–25. doi: 10.1053/j.tcam.2009.10.005.
7. Smith, G. K., Paster E. R., Powers, M. Y., Lawler D. F., Biery, D. N., Shofer F. S. ... Kealy R. D. (2006) Lifelong diet restriction and radiographic evidence of osteoarthritis of the hip joint in dogs. *Journal of American Veterinary Medical Association*. Sep. 1, 229 (5), 690–693. doi: 10.2460/javma.229.5.690.

**Правила для авторів, які подають матеріали до наукового журналу
«НАУКОВІ ГОРИЗОНТИ» • SCIENTIFIC HORIZONS»**

«Наукові горизонти» є науковим фаховим виданням, що видається 12 разів на рік, в якому друкуються статті з таких основних напрямів: аграрні науки та продовольство, ветеринарна медицина, електрична інженерія, механічна інженерія, міжнародні відносини, публічне управління та адміністрування, соціальні та поведінкові науки, управління та адміністрування.

Редакційна колегія збірника приймає до друку наукові статті українською, англійською та російською 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 МОНу України № 32 від 15.01.2018 р. «Про затвердження Порядку формування Переліку наукових фахових видань України».

Структура статті:

1. Індекс УДК (виключка по лівому краю).
2. Назва статті повинна відповідати її змісту (об'єм не більше 12 слів), (виключка по центру, прописними літерами, напівжирним шрифтом).
3. Ініціали та прізвища авторів (виключка по центру). Після прізвищ авторів слід позначити арабськими цифрами (індексами зверху) відповідність установам, в яких вони працюють.
4. Електронна адреса авторів (виключка по центру).
5. Повна офіційна назва та юридична адреса установи авторів (виключка по центру).
6. Анотація англійською мовою (не менше 1800 знаків, включаючи ключові слова) із зазначенням ініціалів та прізвищ авторів, назви статті, повної офіційної назви та юридичної адреси установи. Якщо стаття англійською мовою, то резюме подається, відповідно, українською та російською мовами.

Анотація мовою статті (не менше 1800 знаків, включаючи ключові слова). Анотація має бути інформативною (не містити загальних слів), структурованою (слідувати логіці викладення статті) та змістовною (розкривати основні результати досліджень). Перше речення – вступ (актуальність), друге та третє – коротко характеризує мету, завдання і методи досліджень, останнє – перспективи подальших досліджень. Результати досліджень займають близько 70 % об'єму анотації. Анотація не повинна бути перенасичена цифровим матеріалом, а також не

містити аббревіатури, виноски та посилання. Переклад на англійську мову має бути професійним без використання інтернет-ресурсів для перекладачів.

7. Ключові слова: 4–7 слів або словосполучень (курсив, виключка по ширині).

8. Текст статті (вирівнювання по ширині).

Виклад основного матеріалу здійснюється у такому порядку: *вступ; матеріали та методи; результати досліджень та обговорення; висновки.*

У *вступній частині* слід висвітлити сучасний стан проблеми на вітчизняному та світовому рівнях та дати аналіз останніх досліджень і публікацій з посиланнями на наукові видання за останні 5–10 років. Також необхідно обґрунтувати мету дослідження.

У розділі *матеріали та методи* необхідно розкрити загальну методiku проведених досліджень, навести використані методи. У теоретичних роботах розкрити методи розрахунків та гіпотези досліджень. Щодо загальновідомих методів, то досить дати посилання на літературне джерело.

Імовірність відмінностей показників отриманих даних слід обґрунтувати статистичним аналізом, посилаючись на конкретні методи, і вказати, за допомогою якої програми було зроблено статистичний аналіз одержаних результатів.

У розділі *результати досліджень та обговорення* необхідно представити основний матеріал дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Табличний або графічний матеріал обов'язково наводити з результатами статистичної обробки даних. Джерела посилань розміщують під таблицями та рисунками.

Висновки мають повно і конкретно відображати результати досліджень, відповідати меті та назві статті, дослівне дублювання в анотації неприпустиме.

9. References (виключка по ширині).

Транслітерований список використаної літератури слід подавати непронумерованим, латиницею (в стилі APA – American Psychological Association, (<http://www.apastyle.org/>), в алфавітному порядку згідно з вимогами світових реферативних

баз даних, з індексами DOI, наведеними на сайті <https://www.crossref.org>.

Транслітерувати український (російський) алфавіт латиницею потрібно відповідно до постанови КМУ від 27.01.2010 № 55. Іншомовні літературні джерела наводять мовою оригіналу. Для автоматичної транслітерації можна також скористатися сайтом <http://translate.meta.ua/ua/translit/>.

Використані джерела, позначені в дужках, необхідно розташовувати за роками, а не за алфавітом, а для одного року – за алфавітом (Ivashchenko, 2017; Romanchuk, 2018, Bondareva, 2019). В одних дужках не наводити більше 2–3 джерел.

У списку літератури мають бути посилання на джерела, що мають індекси DOI (не менше 30 %). Слід уникати самоцититування (не більше 10 %). Небажано використовувати інтернет-публікації, окрім наукових, тези доповідей, звіти, автореферати та дисертації (джерела мають бути доступними). Окремо необхідно подати список використаної літератури мовою оригіналу, оформлений відповідно до стандартів бібліографічного опису (ДСТУ 8302:2015).

Датою отримання рукопису вважається дата надходження його до редакції. У разі одержання рукопису, оформленого з порушенням цих правил, редакція залишає за собою право його не приймати, про що повідомляє авторів.

Англійський варіант статті приймається лише за умови її фахового перекладу. У разі надсилання англійського варіанту, перекладеного за допомогою інтернет-перекладачів (наприклад, Google), матеріали будуть відхилені.

Рукопис статті слід подавати у форматі *doc.*, виконаною у редакторі *Microsoft Word* (будь-яка версія). Обсяг статті – до 12 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, рисунки, графіки, формули подаються після посилання на них у тексті і мають бути пронумеровані арабськими літерами (орієнтація книжкова). Всі аббревіатури слід розшифровувати. У таблицях слова повинні бути написані повністю та вірно розставлені переноси. Примітки розміщуються безпосередньо під таблицею.

Формули мають бути написані у редакторі *Equation Editor*, змінні математичні величини у тексті відповідно до формул набираються курсивом. Рисунки та фото повинні бути розташовані по центру, обтікання зображення текстом не дозволяється, спосіб заливки «Узор» у чорно-білих тонах. 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.

Статті направляються до редколегії тільки в електронному вигляді. Назви файлів повинні відповідати прізвищу автора. Наприклад: Іванчук_Стаття, Іванчук_Відомості.

Окремим файлом до статті додаються відомості про авторів двома мовами: прізвища, імена, по батькові, назви і поштові адреси установ, де виконано роботу, а також контактні телефони, електронні адреси та ідентифікаційні номери ORCID кожного з авторів статті.

Наукові статті, що надійшли до редколегії, обов'язково проходять подвійне незалежне рецензування провідними спеціалістами у відповідній галузі науки. У разі повернення статті на доопрацювання, автор має врахувати всі зауваження редколегії. Рукописи, відхилені редакційною колегією, авторам не повертаються. Стаття, не рекомендована рецензентом до публікації, до повторного розгляду не приймається.

Якщо стаття прийнята до друку в журналі, автор має підписати угоду про передачу авторських прав. Угода надсилається на поштову (оригінал) або електронну адресу (сканована копія) редакції журналу.

Остаточне рішення про опублікування статті приймає редколегія журналу.

Адреса редколегії:

Т. М. Тимошук

тел.: (096) 493–30–24,

e-mail: schor.znau@gmail.com

(аграрні науки та продовольство,
ветеринарна медицина);

Н. О. Куровська

тел.: (096) 680–02–95,

e-mail: kurovska@gmail.com

(електрична інженерія, механічна інженерія,
міжнародні відносини, публічне управління
та адміністрування, соціальні та поведінкові
науки, управління та адміністрування)

Житомирський національний
агроєкологічний університет,
бульвар Старий, 7, м. Житомир, 10008, Україна

CONTENT

V. Gamayunova, T. Kasatkina INFLUENCE OF SPRING BARLEY NUTRITION OPTIMIZATION ON GRAIN QUALITY FORMATION IN THE SOUTHERN STEPPE OF UKRAINE.....	3
V. V. Moisiienko, O. M. Podolsky PRODUCTIVITY OF HILLETT WINTER BARLEY, DEPENDING ON THE ELEMENTS OF THE TECHNOLOGY OF GROWING.....	13
A. Zymaroieva THE PERSPECTIVES OF THE APPLICATION OF GEOGRAPHICALLY WEIGHTED PRINCIPAL COMPONENTS ANALYSIS FOR ESTIMATION OF MAIZE YIELDS SPATIAL VARIABILITY	20
T. Novikova PHOTOSYNTHETIC PRODUCTIVITY OF LENTIL UNDER THE ACTION OF BIOLOGICAL PREPARATIONS.....	28
O. Vasylyshina THE INFLUENCE OF SODIUM ALGINATE PROCESSING ON FRUITS OF CHERRY OF THE STORAGE.....	35
M. Patynska-Popeta INSTITUTIONAL BASES OF SOCIO-ECONOMIC AND FINANCIAL DEVELOPMENT UTC...	41
L. Umanets TOOLS TO INCREASE THE BUDGET POTENTIAL OF AMALGAMATED TERRITORIAL COMMUNITIES.....	51
A. Hrytsai, Z. Masliukova AN ESTIMATION OF THE ENERGY POTENTIAL OF BIOGAS OF UKRAINE.....	58
D. Derevjnko, E. Sukmaniuk, S. Chychlyuk, O. Derevjnko TECHNICAL MEANS INFLUENCE ON DENSITY, INJURY AND QUALITY OF GRAIN SEEDS.....	64
S. Kulman, L. Boiko, Ya. Bugaenko, I. Zagursky FINITE ELEMENT SIMULATION THE MECHANICAL BEHAVIOUR OF PRESTRESSED GLULAM BEAMS.....	72
V. Klymchuk POINTS SYSTEM OF DOGS' CLINICAL CONDITION WITH OSTEOHONDROSIS DISSEDANS	81
Requirements	86

ЗМІСТ

В. В. Гамаюнова, Т. О. Касаткіна ВПЛИВ ОПТИМІЗАЦІЇ ЖИВЛЕННЯ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО НА ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ЗЕРНА В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ.....	3
В. В. Мойсієнко, О. М. Подольський ПРОДУКТИВНІСТЬ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО СОРТУ ХАЙЛАЙТ ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ.....	13
А. А. Зимарова ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ГЕОГРАФІЧНО ЗВАЖЕНОГО АНАЛІЗУ ГОЛОВНИХ КОМПОНЕНТ ДЛЯ ОЦІНКИ ПРОСТОРОВОЇ ВАРІАБЕЛЬНОСТІ ВРОЖАЙНОСТІ КУКУРУДЗИ.....	20
Т. П. Новікова ФОТОСИНТЕТИЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПОСІВІВ СОЧЕВИЦІ ЗА ДІЇ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ.....	28
О. В. Василюшина ВПЛИВ ОБРОБКИ РОЗЧИНОМ АЛЬГІНАТУ НАТРІЮ НА ПЛОДИ ВИШНІ ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ.....	35
М. М. Патинська-Попета ІНСТИТУЦІЙНІ ЗАСАДИ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО ТА ФІНАНСОВОГО РОЗВИТКУ ОТГ.....	41
Л. В. Уманець ІНСТРУМЕНТИ НАРОЩЕННЯ ПОТЕНЦІАЛУ БЮДЖЕТІВ ОБ'ЄДНАНИХ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД.....	51
А. Г. Грицай, З. В. Маслокова ОЦІНКА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ БІОГАЗУ УКРАЇНИ.....	58
Д. А. Дерев'янка, О. М. Сукманюк, С. Б. Чичилук, О. Д. Дерев'янка ВПЛИВ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ НА МІЦНІСТЬ, ТРАВМУВАННЯ І ЯКІСТЬ НАСІННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР.....	64
С. М. Кульман, Л. М. Бойко, Я. П. Бугасенко, Й. В. Загурський ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЧНОЇ ПОВЕДІНКИ ПОПЕРЕДНЬО НАПРУЖЕНИХ ДЕРЕВ'ЯНИХ КЛЕСНИХ БАЛОК МЕТОДОМ КІНЦЕВИХ ЕЛЕМЕНТІВ.....	72
В. В. Климчук БАЛЬНА СИСТЕМА ОЦІНКИ КЛІНІЧНОГО СТАНУ СОБАК ЗА ОСТЕОАРТРОЗУ.....	81
Вимоги	86