

ISSN 2226-0099

Міністерство освіти і науки України
Херсонський державний аграрно-економічний університет



Таврійський науковий вісник

Сільськогосподарські науки

Випуск 120



Видавничий дім
«Гельветика»
2021

*Рекомендовано до друку вченою радою Херсонського державного аграрно-економічного університету
(протокол № 1 від 31.08.2021 року)*

Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки / Херсонський державний аграрно-економічний університет. Херсон : Видавничий дім «Гельветика», 2021. Вип. 120. 358 с.

На підставі Наказу Міністерства освіти і науки України від 14.05.2020 № 627 (додаток 2) журнал внесений до Переліку фахових видань України (категорія «Б») у галузі сільськогосподарських наук (101 – Екологія, 201 – Агрономія, 202 – Захист і карантин рослин, 204 – Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва, 207 – Водні біоресурси та аквакультура).

Журнал включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus International
(Республіка Польща)

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 24814-14754ПР від 31.05.2021 року.

Статті у виданні перевірені на наявність плагіату за допомогою програмного забезпечення
StrikePlagiarism.com від польської компанії Plagiat.pl.

Редакційна колегія:

Аверчев Олександр Володимирович – проректор з наукової роботи та міжнародної діяльності Херсонського державного аграрно-економічного університету, д.с.-г.н., професор – головний редактор

Ушкаренко Віктор Олександрович – завідувач кафедри землеробства Херсонського державного аграрно-економічного університету, д.с.-г.н., професор, академік НААН

Вожегова Раїса Анатоліївна – директор Інституту зрошуваного землеробства НААН України (м. Херсон), д.с.-г.н., професор, член-кор. НААН, заслужений діяч науки і техніки України

Шахман Ірина Олександрівна – доцент кафедри екології та сталого розвитку імені професора Ю.В. Пилипенка Херсонського державного аграрно-економічного університету, к.географ.н., доцент

Домарацький Євгеній Олександрович – доцент кафедри рослинництва, генетики, селекції та насінництва Херсонського державного аграрно-економічного університету, д.с.-г.н., доцент

Лавренко Сергій Олегович – доцент кафедри землеробства Херсонського державного аграрно-економічного університету, к.с.-г.н., доцент

Лавриненко Юрій Олександрович – заступник директора з наукової роботи Інституту зрошуваного землеробства НААН України (м. Херсон), д.с.-г.н., професор, чл.-кор. НААН

Коковихін Сергій Васильович – заступник директора Інституту зрошуваного землеробства НААН України, д.с.-г.н., професор

Србіслав Денчіч – член-кор. Академії наук і мистецтв та Академії технічних наук Сербії, д.ген.н., професор (Сербія)

Осадовский Збигнев – ректор Поморської Академії, д.біол.н., професор (Слупськ, Республіка Польща)

ЗЕМЛЕРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО, ОВОЧІВНИЦТВО ТА БАШТАННИЦТВО

AGRICULTURE, CROP PRODUCTION,
VEGETABLE AND MELON GROWING

УДК 631.615:633.853.34

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.1>

ПРОДУКТИВНІСТЬ КУКУРУДЗИ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА УДОБРЕННЯ В УМОВАХ ЗРОШЕННЯ НА ПІВДНІ УКРАЇНИ

Вожегова Р.А. – д.с.-г.н., професор,
академік Національної академії аграрних наук України, директор,
Інститут зрошуваного землеробства
Національної академії аграрних наук України
<https://orcid.org/0000-0002-3895-5633>

Марковська О.Є. – д.с.-г.н., професор,
в. о. завідувача кафедри ботаніки та захисту рослин,
Херсонський державний аграрно-економічний університет
<https://orcid.org/0000-0002-4810-7443>

Малярчук А.С. – к.с.-г.н., старший науковий співробітник,
Інститут зрошуваного землеробства
Національної академії аграрних наук України
<https://orcid.org/0000-0001-5845-269X>

Котельников Д.І. – к.с.-г.н., головний агроном,
Фермерське господарство «ЮКОС і К»
<https://orcid.org/0000-0002-8889-8841>

У статті наведено результати дослідження з обґрунтування оптимального способу і глибини основного обробітку темно-каштанового ґрунту під кукурудзу за різних доз внесення мінеральних добрив з використанням післяжнивних решток у короткій ротацийній сівозміні на зрошенні. Завданнями дослідження передбачено визначення агрофізичних властивостей ґрунту, забур'яненості посівів та продуктивності кукурудзи залежно від досліджуваних факторів. Експериментальна частина роботи виконувалася впродовж 2009–2016 рр. на дослідних полях Асканійської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту зрошуваного землеробства НААН України, розташованій у зоні дії Каховської зрошувальної системи, в чотирирічній зерно-просапній сівозміні з наступним чергуванням культур: кукурудза на зерно, ячмінь озимий, соя, пшениця озима. Під час експерименту використовували польовий, кількісно-ваговий, візуальний, лабораторний, розрахунково-порівняльний, математично-статистичний методи, а також загальновізнані в Україні методики й методичні рекомендації.

Найменший показник щільності складення шару ґрунту 0–40 см ($1,14 \text{ г/см}^3$) встановлено за чизельного обробітку на 28–30 см у системі різноглибинного безполицевого обробітку ґрунту в сівозміні. Максимальні значення його ($1,28 \text{ г/см}^3$) відповідали варіанту із системою No-till. За чизельного розпушування на 28–30 см також визначено мінімальний рівень забур'яненості – $8,9 \text{ шт./м}^2$ з вегетативною масою бур'янів $28,7 \text{ г/м}^2$, що менше за контроль (оранка на 28–30 см в системі диференційованого основного обробітку ґрунту у сівозміні) на 17,6 та 8,9%, відповідно. Проведення сіви кукурудзи в попередньо необроблений ґрунт на фоні тривалого застосування системи No-till у сівозміні збільшувало забур'яненість посівів кукурудзи за кількістю бур'янів майже вдвічі та в 7,5 рази – за їхньою вегетативною масою. Найвища урожайність кукурудзи в досліді ($11,44 \text{ т/га}$) сформована у варіанті чизельного розпушування на 28–30 см в системі безполицевого різноглибинного обробітку ґрунту в сівозміні і за внесення добрив у дозі $N_{180}P_{40}$ з використанням післяжнивних решток. Приріст урожаю при цьому склав $1,22 \text{ т/га}$ (за $НІР_{05} - 0,33 \text{ т/га}$).

Ключові слова: щільність складення, забур'яненість, продуктивність, кукурудза, обробіток ґрунту, система.

Vozhegova R.A., Markovska O.Ye., Malyarchuk A.S., Kotelnikov D.I. Corn productivity under different systems of basic soil tillage and fertilization under irrigated conditions of southern Ukraine

The article presents the results of a study to substantiate the optimal method and depth of the main tillage of dark chestnut soil for corn at different doses of mineral fertilizers together with post-harvest residues in a short-rotation crop rotation under irrigation. The objectives of the study are to determine the agrophysical properties of the soil, weediness of crops and productivity of corn, depending on the studied factors. The experimental part of the work was performed in 2009–2016 on the experimental fields of the Askaniya State Agricultural Research Station of the Institute of Irrigated Agriculture of NAAS of Ukraine, which is located in the area of Kakhovka irrigation system, in four-field grain-row crop rotation with the following alternation of crops: corn, soybeans, winter wheat. During the experiment, field, quantitative-weight, visual, laboratory, calculation-comparative, mathematical-statistical methods and generally accepted in Ukraine methods and methodical recommendations were used. The lowest density of soil layer 0–40 cm – 1.14 g/cm^3 was under chisel tillage at 28–30 cm in the system of different depth tillage without tillage in crop rotation. Its maximum values – 1.28 g/cm^3 , corresponded to the variant with the No-till system. Also, for chisel loosening at 28–30 cm, the minimum level of weeds was determined – 8.9 pcs./m^2 with a vegetative mass of weeds of 28.7 g/m^2 , which is less than the control (plowing at 28–30 cm in the system of differentiated basic tillage in crop rotation) by 17.6 and 8.9%, respectively. Sowing corn in previously untreated soil against the background of long-term use of the No-till system in crop rotation increased the weediness of corn crops by the number of weeds almost 2 times and 7.5 times by their vegetative mass. The highest yield of corn in the experiment – 11.44 t/ha , was formed in the variant of chisel loosening at 28–30 cm in the system of boardless multi-depth tillage in crop rotation and fertilizer application at a dose of $N_{180}P_{40}$ together with the post-harvest residues of the preceding crop. The increase in yield was 1.22 t/ha for $LSD_{05} 0.33 \text{ t/ha}$.

Key words: density of soil, weediness, productivity, maize, tillage, system.

Постановка проблеми. Кукурудза займає лідируючі позиції серед зернових культур за рівнем урожаю та валовими зборами, що обумовлено її високим генетичним потенціалом продуктивності та сталим попитом на світовому ринку. За останні роки в Україні площа посівів цієї культури зросла з 1,5 до 5,0 млн. га, а валові збори перевищили 30 млн. тон, що значно збільшило експортний потенціал нашої держави.

Через розміщення основної маси кореневої системи кукурудзи здебільшого в шарі ґрунту 30–60 см культура значно реагує на глибину обробітку та поживний режим [1, с. 5]. Саме тому в технології її вирощування важливими складовими елементами є система основного обробітку ґрунту та удобрення, які в сучасних умовах ведення зрошуваного землеробства повинні забезпечити отримання високих і сталих урожаїв на засадах ресурсозбереження – оптимізації витрат поливної води, паливно-мастильних матеріалів, підвищення окупності добрив тощо [2, с. 44]. До того ж раціональна система основного обробітку ґрунту та удобрення

дозволяє нівелювати негативний вплив зрошувальної води, важкої сільськогосподарської техніки на фізико-механічні властивості ґрунту, який призводить до підвищення його щільності складення, зменшення пористості, водопроникності, погіршення газообміну, умов для росту та розвитку рослин, і, як наслідок, зниження врожайності культури [3, с. 35].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження різних систем основного обробітку ґрунту та удобрення проводилися в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України впродовж багатьох років. Тривалий час традиційним способом основного обробітку ґрунту під кукурудзу в Україні вважався глибокий полицевий, за якого врожайність була вищою на 0,3–0,4 т/га, ніж за мілкого [4, с. 85]. У дослідженнях А.М. Малієнка, В.П. Кирилюка за безполицевого обробітку врожайність кукурудзи зменшувалася порівняно з оранкою на 0,34–1,02 т/га [5, с. 100]. У дослідженнях, проведених упродовж 2015–2016 рр. на чорноземах опідзолених в умовах лівобережного Лісостепу України, максимальна врожайність кукурудзи на зерно гібрида ДКС 3203 (Monsanto) була у варіанті традиційної оранки 9,21 т/га, що на 0,77 т/га вище за показники у варіанті мінімального обробітку та на 1,56 т/га – нульового обробітку ґрунту [6, с. 154].

Нині результатами багаторічних експериментальних досліджень і виробничим досвідом доведено, що застосування традиційної системи обробітку ґрунту з обертанням скиби не завжди виправдане. Внаслідок підвищення посушливості клімату, розвитку процесів ерозійної деградації ґрунтів, пошуку ресурсощадних технологій вирощування сільськогосподарських культур все більшого значення набувають мінімізовані способи основного обробітку ґрунту, в тому числі й сівба в попередньо необроблений ґрунт на фоні органо-мінеральних систем удобрення [7, с. 100]. Ще всередині минулого сторіччя відмічено позитивну реакцію кукурудзи на глибокий плоскорізний обробіток ґрунту в умовах Степу України за високої культури землеробства [8, с. 100]. У досліджах, проведених у південно-західній частині Лісостепу, найвищий середній урожай зерна (7,2 т/га) отримано у варіанті плоскорізного обробітку на глибину 23–25 см і фрезерного – на 5–6 см. Заміна оранки мілким і поверхневим обробітками не впливала негативно на рівень урожаю зерна кукурудзи [9, с. 159].

Дискусійним нині є питання щодо застосування No-till у технології вирощування кукурудзи. В.О. Савченко, С.Я. Кобак, О.Я. Панасюк відмічали незначне зменшення врожайності зерна кукурудзи за нульового обробітку у просапній сівозміні із співвідношенням сої і кукурудзи 1:1 в умовах Лісостепу Правобережного. Зниження урожайності зерна на 12–13% встановлено за використання No-till лише на ділянках, де кукурудзу вирощували повторно один – два роки [10, с. 159]. Не дивлячись на суперечливість даних щодо можливості запровадження системи No-till за вирощування кукурудзи, науковці вважають, що для отримання позитивного результату від сівби в попередньо необроблений ґрунт потрібно не менше 10 років. За цей час створиться потужний запас післяжнивних решток, а показники родючості досягнуть свого природного рівня. Дослідженнями А.В. Бикіна, О.В. Тарасенка в зоні Лісостепу визначено істотне зменшення урожайності кукурудзи в перші роки застосування прямої сівби порівняно з оранкою. Однак якість зерна на фоні внесення однакової дози добрив $N_{120}P_{100}K_{100}Mg_{60}$ виявилася кращою [11, с. 6].

Більшість науковців рекомендують диференційований підхід до застосування способів основного обробітку ґрунту. За результатами багаторічних досліджень, економічної та енергетичної оцінок сільськогосподарським підприємствам зони зрошення Південного Степу України задля збереження основних показників

родючості темно-каштанового ґрунту та отримання сталої продуктивності польових культур на засадах ресурсозбереження запропоновано проведення диференційованої системи основного обробітку в коротких ротаційних сівозмінах із оранкою на 20–22 см під кукурудзу на зерно та дисковим обробітком під сою на 12–14 см із щільованням до 40 см та м'яким безпліцевим розпушуванням ґрунту під озими зернові культури на фоні органо-мінеральної системи удобрення з внесенням на 1 га сівозмінної площі $N_{97,5}P_{60}$ та побічної продукції сільськогосподарських культур сівозміни для збереження родючості тривало зрошуваного темно-каштанового ґрунту та рівноважного гумусного стану [12, с. 51; 13, с. 147; 14, с. 294].

Постановка завдання. Мета дослідження – обґрунтування оптимального способу і глибини основного обробітку темно-каштанового ґрунту під кукурудзу за різних доз внесення мінеральних добрив з використанням післяжнивних решток у короткій ротаційній сівозміні на зрошенні. Завданнями дослідження передбачено визначення агрофізичних властивостей ґрунту, забур'яненості посівів та продуктивності кукурудзи залежно від досліджуваних факторів.

Експериментальна частина роботи виконувалася впродовж 2009–2016 рр. на дослідних полях Асканійської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту зрошуваного землеробства НААН України, розташованої у зоні дії Каховської зрошувальної системи, в чотирипільній зерно-просапній сівозміні з наступним чергуванням культур: кукурудза на зерно, ячмінь озимий, соя, пшениця озима. Досліджували фактори, наведені нижче.

Фактор А (основний обробіток ґрунту):

- оранка на глибину 28–30 см в системі диференційованого обробітку ґрунту в сівозміні;
- дисковий обробіток ґрунту на глибину 12–14 см в системі м'якого безпліцевого обробітку впродовж ротації сівозміни;
- чизельний обробіток на 28–30 см в системі безпліцевого різноглибинного обробітку ґрунту;
- нульовий обробіток в системі тривалого застосування його в сівозміні з сівою спеціальними сівалками в попередньо необроблений ґрунт.

Фактор В (система удобрення):

1. Органо-мінеральна система удобрення з внесенням $N_{120}P_{40}$ + післяжнивні рештки.
2. Органо-мінеральна система удобрення з внесенням $N_{150}P_{40}$ + післяжнивні рештки.
3. Органо-мінеральна система удобрення з внесенням $N_{180}P_{40}$ + післяжнивні рештки.

ґрунт дослідного поля темно-каштановий середньо суглинковий із низькою забезпеченістю азотом та середньою – рухомим фосфором і обмінним калієм. Уміст гумусу в орному шарі – 2,3%. Рівноважна щільність складення дорівнює 1,38 г/см³, вологість в'янення – 7,8%, найменша вологоємність – 22,4%.

Режим зрошення забезпечував підтримання передполивного порогу зволоження під посівами кукурудзи на рівні 70% НВ в шарі ґрунту 0–50 см. Під час експерименту використовували польовий, кількісно-ваговий, візуальний, лабораторний, розрахунково-порівняльний, математично-статистичний методи, а також загально визнані в Україні методики і методичні рекомендації [15, 16].

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідженням впливу різних систем основного обробітку на показники щільності складення темно-каштанового ґрунту встановлено її найменший рівень – 1,14 г/см³ у шарі ґрунту 0–40 см на

початку вегетації кукурудзи за чизельного обробітку на 28–30 см в системі різноглибинного безполицевого розпушування. На рівні оранки на 28–30 см в системі диференційованого обробітку ґрунту (контроль) цей показник складав $1,16 \text{ г/см}^3$ (табл. 1).

Таблиця 1
Щільність складення шару ґрунту 0–40 см під посівами кукурудзи за різних систем основного обробітку, (середнє за 2009–2016 рр.), г/см^3

Система, спосіб, глибина, прийом основного обробітку ґрунту	Шар ґрунту см	Початок вегетації	Кінець вегетації
Диференційована, 28–30 см (о)	0–10	1,03	1,12
	10–20	1,15	1,24
	20–30	1,20	1,26
	30–40	1,25	1,35
	0–40	1,16	1,24
Безполицева мілка одно глибинна 12–14 см (д)	0–10	1,14	1,19
	10–20	1,32	1,38
	20–30	1,31	1,45
	30–40	1,28	1,35
	0–40	1,26	1,34
Безполицева різноглибинна, 28–30 см (ч)	0–10	0,94	1,00
	10–20	1,16	1,07
	20–30	1,19	1,16
	30–40	1,25	1,27
	0–40	1,14	1,13
No-till	0–10	1,25	1,25
	10–20	1,28	1,44
	20–30	1,32	1,42
	30–40	1,28	1,38
	0–40	1,28	1,37

Примітка: о – оранка, д – дисковий обробіток, ч – чизельний обробіток

Заміна глибокого чизельного обробітку дисковим розпушуванням на 12–14 см в системі мілкового одного глибинного обробітку збільшила щільність складення до $1,26 \text{ г/см}^3$, що вище за контроль на 8,6%. Однак максимальна щільність складення за нульового обробітку ґрунту становить $1,28 \text{ г/см}^3$, що перевищує контроль на 10,3%. Перед збиранням урожаю ґрунт ущільнився в середньому на 5,0% порівняно з початком вегетації, проте загальна тенденція стосовно способів основного обробітку збереглася. В цей час найменший рівень щільності складення в шарі ґрунту 0–40 см ($1,13 \text{ г/см}^3$) спостерігали за чизельного обробітку на 28–30 см в системі різноглибинного безполицевого обробітку, що менше за контроль на 9,7%. Використання дискового розпушування на 12–14 см на фоні мілкового безполицевого одноглибинного обробітку ґрунту викликало збільшення щільності складення до $1,34 \text{ г/см}^3$, що перевищує контроль на 8,9%. Водночас максимальна щільність складення ($1,37 \text{ г/см}^3$) у досліді сформувалася за нульового обробітку ґрунту в сівозміні, що перевищує контроль на 10,5%.

Аналізуючи вплив способів, прийомів і глибини основного обробітку ґрунту за різних доз мінеральних добрив на забур'яненість посівів кукурудзи, встановлено її мінімальний рівень – 8,9 шт./м² з масою 28,7 г/м² у варіанті чизельного розпушування на 28–30 см в системі різноглибинного безполицевого обробітку ґрунту у сівозміні, що менше за контроль на 17,6 та 8,9% відповідно. Застосування дискового обробітку на 12–14 см в системі беззмінного мілкого одноглибинного безполицевого обробітку ґрунту в сівозміні спричинило збільшення забур'яненості до 15,6 шт./м² з масою бур'янів 46,0 г/м² (на 44,4 та 46,0% відповідно). Максимальний рівень забур'яненості посівів (20,3 шт./м²) із масою бур'янів 237,2 г/м² встановлено за системи No-till під кукурудзу на фоні тривалого його застосування в сівозміні, що перевищує контроль майже в 2 рази за кількістю бур'янів та в 7,5 рази за їхньою вегетативною масою (табл. 2).

Таблиця 2

Забур'яненість посівів кукурудзи за різних способів і глибини основного обробітку ґрунту (середнє за 2009–2016 рр.)

Система, спосіб, глибина, прийом основного обробітку ґрунту (Фактор А)	Доза добрив (Фактор В)							
	N ₁₂₀ P ₄₀		N ₁₅₀ P ₄₀		N ₁₈₀ P ₄₀		Середнє (А)	
	шт./м ²	г/м ²	шт./м ²	г/м ²	шт./м ²	г/м ²	шт./м ²	г/м ²
Диференційована, 28–30 см (о)	6,7	15,7	9,5	33,3	16,2	45,5	10,8	31,5
Безполицева мілка одноглибинна 12–14 см (д)	10,5	35,2	15,2	46,7	21,0	56,2	15,6	46,0
Безполицева різноглибинна, 28–30 см (ч)	8,6	27,2	8,6	30,7	9,5	28,1	8,9	28,7
No-till	17,1	171,5	21,9	276,2	21,9	264,0	20,3	237,2
Середнє (В)	10,7	62,4	13,8	96,7	17,2	98,5		
НІР ₀₅ (А) – 0,9 шт./м ² ; 1,5 г/м ² НІР ₀₅ (В) – 4,2 шт./м ² ; 2,4 г/м ²								

Примітка: о – оранка; д – дисковий; ч – чизельний

На забур'яненість посівів також впливали системи удобрення. Так, у середньому за фактором В за системи удобрення із внесенням N₁₂₀P₄₀ + післяжнивні рештки забур'яненість посівів кукурудзи склала 10,7 шт./м² з масою бур'янів 62,4 г/м². Підвищення дози азотного добрива до N₁₅₀P₄₀ + післяжнивні рештки призвело до зростання забур'яненості на 29,0%, а вегетативної маси – на 55,0%. За максимальної дози азотного живлення N₁₅₀P₄₀ + післяжнивні рештки сформувався найбільший рівень забур'яненості – 17,2 шт./м² із масою бур'янів 98,5 г/м², що вище за контроль на 60,7 та 57,8% відповідно.

Згідно з вищенаведеними результатами сформувалась і продуктивність кукурудзи. Так, у середньому за фактором А застосування оранки на 28–30 см у системі диференційованого обробітку ґрунту в сівозміні забезпечило формування врожайності кукурудзи на рівні 10,4 т/га. Заміна оранки глибоким чизельним обробітком на 28–30 см сприяла збільшенню врожайності на 0,4 т/га (за НІР₀₅ – 0,33 т/га).

Мінімальний рівень продуктивності (9,11 т/га) встановлено за сівби культури в попередньо необроблений ґрунт, що в середньому нижче за диференційований обробіток на 12,4% (табл. 3).

Таблиця 3

Урожайність кукурудзи за різних систем, способів і глибини основного обробітку ґрунту та доз добрив (середнє за 2009–2016 рр.), т/га

Система основного обробітку ґрунту	Спосіб і глибина обробітку ґрунту (А)	Система удобрення (В)			Середнє по фактору А
		N ₁₂₀ P ₄₀	N ₁₅₀ P ₄₀	N ₁₈₀ P ₄₀	
Диференційована	28–30 (о)	9,89	10,44	10,87	10,40
Безполицева мілка одноглибинна	12–14 (д)	9,65	10,29	10,75	10,23
Безполицева різноглибинна	28–30 (ч)	10,22	10,74	11,44	10,80
No-till		8,84	9,14	9,34	9,11
Середнє по фактору В		9,65	10,15	10,60	
NIP ₀₅ (А) – 0,33 т/га; NIP ₀₅ (В) – 0,24 т/га					

Примітка: о – оранка, д – дисковий обробіток, ч – чизельне розпушування

За дози добрив N₁₂₀P₄₀ з використанням післяжнивних решток урожайність кукурудзи в середньому за фактором В склала 9,65 т/га. Застосування дози N₁₅₀P₄₀ збільшило продуктивність культури на 0,5 т/га або 5,2% (за NIP₀₅ – 0,24 т/га), а найбільша врожайність (10,60 т/га) отримана за дози N₁₈₀P₄₀ на фоні дії післяжнивних решток, що більше за контроль на 0,95 т/га (на 9,8%). Найвища врожайність кукурудзи в досліді (11,44 т/га) сформована у варіанті чизельного розпушування на 28–30 см в системі безполицевого різноглибинного обробітку ґрунту в сівозміні та внесення добрив у дозі N₁₈₀P₄₀. Приріст урожаю при цьому склав 1,22 т/га (за NIP₀₅ 0,33т/га).

Висновки. Найменший показник щільності складення шару ґрунту 0–40 см (1,14 г/см³) встановлено за чизельного обробітку на 28–30 см в системі різноглибинного безполицевого обробітку ґрунту в сівозміні. Максимальні його значення (1,28 г/см³) відповідали варіанту із системою No-till. За чизельного розпушування на 28–30 см визначено мінімальний рівень забур'яненості – 8,9 шт./м² з вегетативною масою бур'янів 28,7 г/м², що менше за контроль (оранка на 28–30 см в системі диференційованого основного обробітку ґрунту в сівозміні) на 17,6 та 8,9% відповідно. Проведення сівби кукурудзи в попередньо необроблений ґрунт на фоні тривалого застосування системи No-till у сівозміні збільшувало забур'яненість посівів кукурудзи за кількістю бур'янів майже вдвічі та в 7,5 рази – за їхньою вегетативною масою. Найвища урожайність кукурудзи в досліді (11,44 т/га) була сформована у варіанті чизельного розпушування на 28–30 см в системі безполицевого різноглибинного обробітку ґрунту в сівозміні та внесення добрив у дозі N₁₈₀P₄₀ з використанням післяжнивних решток. Приріст урожаю при цьому склав 1,22 т/га (за NIP₀₅ – 0,33 т/га).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Циліорик О. І. Ефективність мінімального обробітку ґрунту під кукурудзу в умовах Північного Степу України. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. 2016. № 2 (40). С. 5–9.

2. Мальярчук М. П., Котельніков Д. І., Шепель А. В. Економічна ефективність вирощування кукурудзи на зерно за різних способів обробітку ґрунту та удобрення в сівозміні на зрошенні. *Зрошуване землеробство*. 2016. Вип. 65. С. 44–45.
 3. Мальярчук М. П., Котельніков Д. І. Вплив різної глибини та способу основного обробітку на агрофізичні показники та врожайність зерна кукурудзи. *Техніка і технології АПК*. 2015. № 5(68). С. 35–36.
 4. Циков В. С. Кукуруза: технологія, гібриди, семена. Днепропетровск : ВАТ “Заря”, 2003. С. 80–90.
 5. Малієнко А. М., Кирилюк А. П. Агротехнічні заходи контролю бур’янового ценозу у посівах кукурудзи на зерно. *Вісник Житомир. нац. агроєколог. ун-ту*. 2012. № 2(1). С. 95–102.
 6. Масик І. М., Захарченко Е. А. Продуктивність та економічна ефективність вирощування кукурудзи на зерно за різних систем основного обробітку ґрунту в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Вісник ХНАУ*. 2017. № 1. С. 147–154.
 7. Медведев В. В. Перспективи мінімалізації обробітки ґрунту в Україні. *Агроном*. 2007. № 4. С. 134–141.
 8. Круть В. М., Бенедичук Н. Ф., Швець Ю. А. Плоскорезна обробітка ґрунту під кукурудзу. *Кукуруза*. 1979. № 10. С. 18–19.
 9. Марущак А. М., Тиш М. А., Шевчук І. І. Особливості обробітку ґрунту під кукурудзу в умовах зональної технології її вирощування. *Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету*. 2015. № 23(2). С. 158–167.
 10. Савченко В. О., Кобак С. Я., Панасюк О. Я. Вплив обробітку ґрунту та співвідношення посівів сої і кукурудзи в короткоротаційних сівозмінах на щільність ґрунту в умовах Лісостепу Правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 3. С. 23–31.
 11. Бикін А. В., Тарасенко О. В. Вплив удобрення на продуктивність кукурудзи за прямої сівби. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2014. № 3. С. 1–8.
 12. Мальярчук М. П., Марковська О. С., Лопата Н. П. Продуктивність кукурудзи за різних способів основного обробітку ґрунту та доз внесення добрив в сівозміні на зрошенні Півдня України. *Зрошуване землеробство*. 2017. Вип. 67. С. 47–51.
 13. Скалій І. М. Вплив систем основного обробітку ґрунту в сівозміні на урожайність зерна кукурудзи. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. Серія агрономія. 2012. Вип. 176. С. 144–148.
 14. Markovska O., Maliarchuk M., Maliarchuk V., Ivaniv M., Dudchenko V. Modelling of humus balance under different systems of basic tillage and soil fertilization in crop rotations. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. № 10(5). С. 291–295.
 15. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Опришко В. П., Костоґриз П. В. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник. Київ : Дія, 2005. 288 с.
 16. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві : навч. посіб. / Ушкаренко В. О. та ін. Херсон : Айлант, 2008. 272 с.
-

УДК 631.527:633.34:631.6(477.72)
DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.2>

ЯКІСТЬ НАСІННЯ СОРТІВ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ЗА КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ

Ганжа В.В. – здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії,
Херсонський державний аграрно-економічний університет
Іванів М.О. – к.с.-г.н., доцент,
в. о. завідувача кафедри рослинництва та агроінженерії,
Херсонський державний аграрно-економічний університет

Обґрунтовано особливості формування якості насіння сортів сої різних груп стиглості залежно від обробітку біопрепаратами в умовах зрошення півдня України. Найвищу врожайність та вміст протеїну показав середньостиглий сорт Святогор за обробки препаратом Хелафіт комбі (5,73 т/га насіння та 41,2 % протеїну).

Встановлено стійку залежність між врожайністю, вмістом жиру і протеїну в насінні сої. Так, чим вища урожайність, тим більший вміст протеїну в насінні сої досліджуваних сортів і менший процент жиру.

Максимальна кількість протеїну накопичена рослинами в насінні середньостиглих сортів Даная (38,5–41,1 %) та Святогор (39,1–41,2 %). Вміст протеїну в насінні сої, що залежить від тривалості вегетаційного періоду сорту, змінювався в нашому дослідженні на контрольному варіанті від 37,2 % (у скоростиглого сорту Діона) до 39,1 % (у середньостиглого сорту Святогор).

Абсолютні показники вмісту протеїну в насінні значною мірою залежали від сорту й обробітку біопрепаратом Хелафіт комбі. Цей біопрепарат сприяв підвищенню вмісту протеїну в насінні всіх груп стиглості порівняно з необробленими ділянками від 5,2 % (у скоростиглого сорту Монарх) до 6,7 % (у середньостиглого сорту Даная). Встановлено, що біопрепарат Біо-гель істотно не впливав на якісні показники зерна сої.

Найвищий вміст жиру відмічений у насінні сорту Монарх, коливаючись у межах 18,4–21,2 % залежно від елементів технології вирощування.

Діапазон зміни вмісту жиру в насінні сої залежно від проведення обробітку препаратами і добору сортів свідчить про значний потенціал сої щодо накопичення жиру в насінні та можливість зростання валових зборів із площі посіву.

Встановлено сильний позитивний зв'язок між вмістом сирого протеїну та урожайністю насіння сої сортів Діона ($r = 0,842$); Монарх ($r = 0,884$); Аратта ($r = 0,887$); Софія ($r = 0,958$); Даная ($r = 0,882$); Святогор ($r = 0,811$).

Визначено, що в середньостиглого сорту Святогор максимальний вихід протеїну з гектара (2361 кг) спостерігається за обробки рослин препаратом Хелафіт комбі, а максимальний вихід жиру з гектара (1154 кг/га) – за обробки препаратом Біо-гель.

Ключові слова: соя, сорт, насіння, протеїн, олія, біологічні препарати.

Ganzha V.V., Ivaniv M.O. Seed quality of soybean varieties depending on the elements of technology under drip irrigation

The peculiarities of seed quality formation in soybean of different maturity groups depending on the treatment with biological products under the conditions of irrigation of the South of Ukraine are substantiated. The highest yield and protein content was shown by the medium-ripe variety Svyatogor after treatment with the drug Helafit combi – 5.73 t/ha of seeds and 41.2 % of protein.

There is a stable relationship between yield, oil and protein content in soybean seeds. Thus, the higher the yield, the higher the protein content in soybeans in the studied varieties and the lower the percentage of oil.

The maximum amount of protein was accumulated by plants in the seeds of medium-ripe varieties: Danaya – 38.5–41.1 %, Svyatogor – 39.1–41.2 %. The protein content in soybean seeds depends on the duration of the growing season of the variety and in our studies varied in the control variant from 37.2 % in the precocious variety Diona to 39.2 % in the medium-ripe variety Svyatogor.

The absolute values of the protein content in the grain largely depended on the variety and treatment with the biological product Helafit combi. The biological product Helafit

combi promoted the growth of protein in the seeds of all maturity groups in comparison with the untreated areas from 5.2 % (in the precocious variety Monarch) to 6.7 % in the medium-ripe variety Danaya. It was found that the biological product Bio-gel did not have a significant effect on the quality of soybean grain.

The highest oil content was in the seeds of the Monarch variety and ranged from 18.4 to 21.2 % depending on the elements of cultivation technology.

The range of changes in the oil content in soybean seeds in terms of treatment with drugs and varieties indicates a significant potential of soybeans for the accumulation of oil in the seeds and the growth of its gross harvest from the sown area.

A strong positive relationship was found between crude protein content and Diona soybean yield ($r = 0.842$); Monarch ($r = 0.884$); Aratta ($r = 0.887$); Sophia ($r = 0.958$); Danaya ($r = 0.882$); Svyatogor ($r = 0.811$).

It was determined that the maximum protein yield per hectare of 2361 kg was observed in the variant – medium-ripe variety Svyatogor under treatment with Helafit combi, maximum oil yield per hectare – 1154 kg/ha obtained in the variety Svyatogor, under treatment with Bio-gel.

Key words: soybean, variety, seeds, protein, oil, biological preparations.

Постановка проблеми. Соя є однією з найпродуктивніших бобових культур із високим вмістом сирого протеїну та жиру. Крім того, завдяки здатності вступати в симбіотичні взаємовідносини з бульбочковими бактеріями, соя є надзвичайно цінною культурою для забезпечення сталого розвитку агроєкосистем. Нині вона займає провідне місце у світовому виробництві сільськогосподарської продукції; обсяги площ, зайнятих під цією культурою, мають стійку тенденцію до збільшення. Отримання високих і стабільних урожаїв сої із високою якістю насіння є важливим завданням аграрного сектору України [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За сучасного розвитку харчової та кормової промисловості рівень урожайності не є кінцевим показником. Важливу роль відіграє якість сільськогосподарської продукції [2].

У сучасних умовах білок та жир – найцінніші сировинні продукти світового ринку, оскільки постійне зростання населення нашої планети вимагає інтенсифікації виробництва високоенергетичних продуктів харчування. Суттєве значення в розв'язанні цієї проблеми займає соя; завдяки багатому й різноманітному хімічному складу вона не знає собі рівних, здавна широко використовується як універсальна харчова, кормова й технічна культура. Вміст білка та жиру в насінні сої коливається у значних межах (38–43 % сирого протеїну, 19–25 % жиру, 25–30 % вуглеводів), що залежить від багатьох факторів: особливостей сорту, кліматичних і ґрунтових умов, забезпечення вологою, рівня і типу мінерального живлення [3, с. 111–115]. Вміст білка значною мірою залежить від гідротермічних умов року та досягає максимуму в разі недостатньої кількості опадів і підвищеної температури повітря, а жиру – великої кількості опадів та високої температури [4]. Синтез білкових сполук як форми запасних поживних речовин є складним процесом низки послідовних перетворень глюкози – продукту фотосинтезу у складі білкових сполук. Цей процес вимагає покращення мінерального живлення [5; 6, с. 15–17]. Дослідженнями вітчизняних науковців установлено, що застосування біологічних препаратів не тільки підвищує врожайність рослин, але й збільшує в них вміст повноцінного білка на 0,5–3,0 % і більше. Застосування мікроелементів (молібден, сірка, цинк) збільшує вміст білка в насінні сої до 30,8–36,2 % [7; 8].

Соя поєднує унікальні властивості як бобових, так і олійних культур. У її насінні міститься близько 40 % білка, до 26 % жиру, значна кількість вуглеводів, цукрів, пектинових і мінеральних речовин, низка вітамінів [9; 10]. Соевий білок добре збалансований за амінокислотним складом, містить велику частку незамінних поліненасичених жирних кислот в унікальному співвідношенні,

що максимально відповідає потребам організму людини [11]. Накопичення запасних поживних речовин рослинами сої значною мірою залежить від технологічних заходів, які оптимізують процеси живлення рослин упродовж вегетації [12–14].

Підвищити одночасно врожайність та якість насіння сільськогосподарських культур, родючість та енергетичний стан ґрунтів можливо за рахунок активізації біологічного потенціалу агроєкосистем та їхніх складових елементів на всіх рівнях, заміни значної частини антропогенної енергії внутрішньою енергією біологічних процесів [15, с. 225–231]. Підбір орієнтованих до конкретних агроєкологічних умов сортів із великим адаптивним потенціалом відповідно до агроєкологічних умов зони вирощування дозволяє підвищити продуктивність посівів за рахунок максимального використання генетичного потенціалу сільськогосподарських культур, оптимального застосування агротехнічних прийомів. Це створює сприятливі умови для розвитку рослини та знижує екологічну напругу в агроценозі [16; 17]. З огляду на підвищення частоти погодних аномалій оптимізація сортового складу сільськогосподарських культур є перспективним шляхом підвищення урожайності зерна сої високої якості [18].

Аналіз основних досліджень і публікацій свідчить про необхідність оптимального поєднання всіх чинників, які позитивно впливають на ріст і розвиток рослин. Правильне застосування елементів технології дає змогу отримувати високу врожайність сої [19].

Значне розширення посівів сої в Україні – один із шляхів збільшення виробництва білка, необхідного для харчування населення та годівлі худоби.

Одночасно слід враховувати, що у виробництві з'явилися сучасні сорти цієї культури з високим потенціалом врожайності, які потребують розробки ефективних сортових технологій. Упровадження останніх забезпечуватиме стабілізацію виробництва високоякісного насіння сої.

Постановка завдання. Мета дослідження – з'ясування впливу сорту та обробітку біопрепаратами на якісні показники насіння за оптимальної для кожної групи стиглості густоти рослин.

Дослідження проведено згідно з тематичним планом досліджень ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет» за завданням «Реалізація технологій вирощування основних сільськогосподарських культур». Польові досліді виконувалися в агрофірмі «Сиваське» Новотроїцького району Херсонської області, розташованій в агроєкологічній зоні Посушливий Степ та в межах дії Каховської зрошувальної системи. Ґрунт дослідної ділянки – темно-каштановий середньосуглинковий. Агротехніка вирощування сортів сої у досліді є загальноприйнятою для зони півдня України. Попередник – кукурудза. Досліді проводилися відповідно до загальноприйнятих методик у 2018–2020 рр. Статистичну обробку результатів дослідження здійснювали методом дисперсійного аналізу з використанням пакета комп'ютерних програм Agrostat [20; 21].

Об'єктом дослідження слугували сорти сої селекції Інституту зрошуваного землеробства НААН різних груп стиглості: скоростиглі – Діона, Монарх; середньоранні – Аратта, Софія; середньостиглі – Даная, Святогор.

Досліджували дію біопрепаратів Хелафіт-комбі та Біо-гель на якісні показники насіння сої за різної оптимальної для кожної групи стиглості густоти рослин.

У насінні на кінець вегетації визначали вміст розчинних цукрів у сухому матеріалі за Х.М. Починком [22, с. 122–127]. Вміст азоту визначали методом К'ельдаля [23, с. 225–227; 24, с. 156–161], жиру – методом екстракції апаратом

Сокслета [25, с. 234–237]. Статистичну обробку експериментальних даних виконано за В.А. Ушкаренком [21] із використанням програми Microsoft Excel 2010.

Для встановлення норми реакції сортів сої на технологічні прийоми досліджували вплив вітчизняних інноваційних біопрепаратів на урожайність зерна за різної густоти рослин на краплинному зрошенні з рівнем передполивної вологості ґрунту 80 % НВ у шарі 0–50 см. Повторність чотириразова, посівна площа ділянки третього порядку – 75 м², облікова – 50 м².

Виклад основного матеріалу дослідження. Розглядаючи результати наших попередніх досліджень урожайності сортів сої, зроблено висновок, що за кожною групою стиглості сортів існує своя оптимальна густота, за якою спостерігається максимальна врожайність сорту. Для сортів скоростиглої групи Діона і Монарх оптимальною є густота рослин 900 тис. рослин/га, для середньоранніх сортів Аратта, Софія – 700 тис. рослин/га, для середньостиглих сортів сої оптимальна густота рослин, за якою спостерігалась максимальна урожайність, – 500 тис. рослин/га [26].

Результати досліджень 2018–2020 рр. свідчать про істотний вплив досліджуваних факторів на якісні показники насіння сої.

Хімічний аналіз насіння сої показав, що група стиглості впливала на накопичення протеїну в зерні сої. У середньому за три роки дослідження максимальна кількість протеїну накопичена рослинами в насінні середньостиглих сортів Даная (38,5–41,1 %) та Святогор (39,1–41,2 %).

Нами встановлено, що насіння сорту Монарх відрізнялося найбільшим вмістом жиру, який коливався в межах 18,4–21,2 % залежно від елементів технології вирощування.

Найефективнішим препаратом виявився Хелафіт комбі: максимальний вміст протеїну в досліді показав сорт Святогор (41,2 %), що більше на 2,1 % порівняно з контрольним варіантом без обробки. Біопрепарат Хелафіт комбі сприяв підвищенню вмісту протеїну в насінні всіх груп стиглості порівняно з необробленими ділянками від 5,2 % (у скоростиглого сорту Монарх) до 6,7 % (у середньостиглого сорту Даная).

Встановлено, що біопрепарат Біо-гель не мав істотного впливу на якісні показники зерна сої.

Слід зазначити, що вміст протеїну в насінні сої, який залежить від тривалості вегетаційного періоду сорту, в нашому дослідженні змінювався на контрольному варіанті від 37,2 % (у скоростиглого сорту Діона) до 39,2 % (у середньостиглого сорту Святогор).

У групі скоростиглих сортів максимальну кількість протеїну відмічено в сорту Монарх за обробки препаратом Хелафіт комбі – 40,2 % (приріст 5,2 %), але одночасно спостерігалось зменшення вмісту жиру до 18,4 %, тобто на 13 % порівняно з контролем (табл. 1). Препарат Біо-гель не впливав на якісні показники скоростиглих сортів.

Головним продуцентом жиру в світі є соя. За обсягами виробництва серед інших жирів вона посідає третє місце, поступаючись лише соняшниковій і кукурудзяній [3].

Вміст жиру в насінні сої у нашому дослідженні, як і за повідомленнями інших дослідників [27], має зворотну залежність відносно вмісту протеїну.

Результати нашого дослідження свідчать, що в насінні сої у кінці вегетації за використання біопрепарату Хелафіт комбі збільшився вихід протеїну та одночасно зменшився вміст жиру (табл. 2).

Таблиця 1

Вміст протеїну та жиру в скоростиглих сортів сої залежно від обробки препаратами за оптимальної густоти 900 тис. рослин/га (середнє за 2018–2020 рр.)

Сорт (фактор А)	Біопрепарати (фактор В)	Урожайність насіння, т/га	Вміст, %		Вихід, кг/га	
			протеїну	жиру	протеїну	жиру
Діона	Контроль, без обробки	2,67	37,2	19,2	995	513
	Хелафіт комбі	2,93	40,1	18,1	1177	531
	Біо-гель	2,81	37,2	19,4	1047	546
Монарх	Контроль, без обробки	3,60	38,2	21,1	1374	759
	Хелафіт комбі	3,90	40,2	18,4	1569	719
	Біо-гель	3,74	38,2	21,2	1430	794

Таблиця 2

Вміст протеїну та жиру в середньоранніх сортів сої залежно від обробки препаратами за оптимальної густоти 700 тис. рослин/га (середнє за 2018–2020 рр.)

Сорт (фактор А)	Біопрепарати (фактор В)	Урожайність насіння, т/га	Вміст, %		Вихід, кг/га	
			протеїну	жиру	протеїну	жиру
Аратга	Контроль, без обробки	4,71	37,8	20,5	1782	964
	Хелафіт комбі	5,18	40,6	18,8	2104	976
	Біо-гель	4,94	37,9	20,5	1893	1034
Софія	Контроль, без обробки	4,62	38,4	20,2	1762	931
	Хелафіт комбі	5,09	40,8	18,2	2075	923
	Біо-гель	4,79	38,6	20,2	1847	1008

Таблиця 3

Вміст протеїну та жиру в середньостиглих сортів сої залежно від обробки препаратами за оптимальної густоти 500 тис. рослин/га (середнє за 2018–2020 рр.)

Сорт (фактор А)	Біопрепарати (фактор В)	Урожайність насіння, т/га	Вміст, %		Вихід, кг/га	
			протеїну	жиру	протеїну	жиру
Даная	Контроль, без обробки	5,22	38,5	20,5	2009	1071
	Хелафіт комбі	5,68	41,1	19,1	2334	1085
	Біо-гель	5,45	38,6	20,5	2104	1134
Святогор	Контроль, без обробки	5,25	39,1	20,6	2053	1081
	Хелафіт комбі	5,73	41,2	19,1	2361	1094
	Біо-гель	5,55	39,2	20,6	2175	1154

У групі середньостиглих сортів сої максимальний вміст жиру і протеїну відмічено в насінні сорту Святогор. Максимальний вміст жиру (20,6 %) спостерігався в контрольному варіанті. Максимальну кількість протеїну (41,2 %) отримано в тих варіантах досліді, де застосовували обробку препаратом Хелафіт комбі (більше на 2,1 % порівняно з контрольними ділянками без обробки).

Препарат Біо-гель не впливав на показники якості в групі середньостиглих сортів.

За результатами статистичної обробки експериментальних даних нами встановлено сильний позитивний зв'язок між вмістом сирого протеїну та рівнем урожайності насіння сої сортів Діона ($r = 0,842$); Монарх ($r = 0,884$); Аратта ($r = 0,887$); Софія ($r = 0,958$); Даная ($r = 0,882$); Святогор ($r = 0,811$).

Ця залежність описується рівняннями регресії: для сорту Діона – $y = 10,846x + 7,7604, R^2 = 0,7106$; для сорту Монарх – $y = 6,8047x + 13,372, R^2 = 0,7825$; для сорту Аратта – $y = 5,9958x + 9,1275, R^2 = 0,7869$; для сорту Софія – $y = 5,362x + 13,35, R^2 = 0,9182$; для сорту Даная – $y = 5,6522x + 8,5957, R^2 = 0,7788$; для сорту Святогор – $y = 3,9626x + 17,999, R^2 = 0,6579$. Де y – вміст сирого протеїну в насінні сої, %; X – урожайність насіння, т/га.

Відсоток протеїну в насінні сої помітно підвищувався зі збільшенням тривалості вегетаційного періоду сортів цієї культури. Так, у групі скоростиглих сортів вміст протеїну знаходився в межах 37,2–40,2 %, в групі середньоранніх – 37,8–40,8 %, в групі середньостиглих – 38,5–41,2 %. Аналогічна закономірність спостерігалась і за вмістом жиру, за виключенням скоростиглого сорту Монарх, який показав максимальну кількість жиру в досліді – 21,2 %. Вміст жиру в насінні скоростиглих сортів складав 18,1–19,4 % (за виключенням сорту Монарх), середньоранніх – 18,2–20,5 %, середньостиглих – 19,1–20,6 %.

Узагальнюючим критерієм комплексу виробництва – переробка насіння сої використовується показник загального вмісту протеїну та жиру як похідна величина від урожайності та масової частки протеїну й олії у насінні.

Встановлено, що обробіток препаратом Хелафіт комбі сприяє підвищенню вмісту протеїну від 40,1 до 41,2 % (приріст вмісту протеїну від обробки препаратом склав від 5,2 % до 6,7 %). Водночас під дією препарату зменшився вміст жиру в насінні (від 18,1 до 18,8 %, тобто на 1,1–2,7 %) (рис. 1).

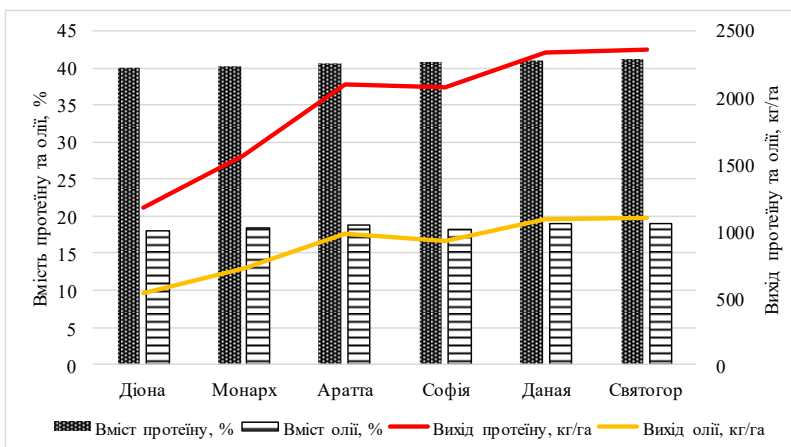


Рис. 1. Вплив препарату Хелафіт комбі на вміст протеїну та жиру в насінні сої (середнє за 2018–2020 рр.)

Урожайність насіння сої корегує отримання протеїну та жиру з одиниці площі. Нами виділені варіанти з високим вмістом протеїну та жиру. Максимальний вихід протеїну з гектару (2361 кг/га) відмічено на варіанті вирощування середньостиглого сорту Святогор за обробки Хелафіт комбі. Максимальний вихід жиру з гектару (1154 кг/га) отримано в сорту Святогор за обробки препаратом Біо-гель. Цей препарат не впливав на вміст протеїну та олії в насінні, але підвищував урожайність насіння всіх сортів. За рахунок збільшення врожайності збільшився вихід жиру з гектара від 4,6 % (сорт Монарх) до 8,3 % (сорт Софія).

Висновки та пропозиції. За результатами проведеного дослідження встановлено, що максимальна кількість протеїну накопичена рослинами в насінні середньостиглих сортів Даная (38,5–41,1 %) і Святогор (39,1–41,2 %). Вміст протеїну в насінні сої, який залежить від тривалості вегетаційного періоду сорту, в нашому дослідженні змінювався на контрольному варіанті від 37,2 % (у скоростиглого сорту Діона) до 39,2 % (у середньостиглого сорту Святогор).

Показники вмісту протеїну в зерні значною мірою залежали від сорту й обробітку біопрепаратом Хелафіт комбі. Цей препарат сприяв підвищенню вмісту протеїну в насінні всіх груп стиглості порівняно з необробленими ділянками на величину від 5,2 % (у скоростиглого сорту Монарх) до 6,7 % (у середньостиглого сорту Даная).

Встановлено, що найвищий вміст жиру відмічено в насінні сорту Монарх (18,4–21,2 % залежно від елементів технології вирощування).

Встановлено сильний позитивний зв'язок між вмістом сирого протеїну та рівнем урожайності насіння сої сортів Діона ($r = 0,842$); Монарх ($r = 0,884$); Аратта ($r = 0,887$); Софія ($r = 0,958$); Даная ($r = 0,882$); Святогор ($r = 0,811$).

Виявлено, що біопрепарат Біо-гель підвищував урожайність насіння, проте істотно не впливав на якісні показники насіння сої.

Максимальний вихід протеїну з гектару (2361 кг/га) спостерігався на варіанті середньостиглого сорту Святогор за обробки препаратом Хелафіт комбі; максимальний вихід жиру з гектару (1154 кг/га) отримано в сорту Святогор за обробки препаратом Біо-гель.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Стрижак А. М. Сучасний стан та перспективи розвитку виробництва насіння сої в Україні. *Таврійський науковий вісник*. 2018. Вип. 99. С. 141–147.
2. Аверчев О.В., Воєвода Н.В., Корженевська К.Р. Обґрунтування переробки нуту у харчової промисловості. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 116(1). С. 188–123. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.116.1.15>.
3. Бабич А. О., Бабич–Побережна А. А. Селекція, виробництво, торгівля і використання сої у світі. Київ: Аграрна наука, 2011. 548 с.
4. Хамаков Х. А. Урожай и качество семян зернобобовых в зависимости от сортовых особенностей и условий возделывания. *Зерновое хозяйство*. 2006. № 4. С. 30–31.
5. Глупак З. І. Урожайність та якість насіння сої залежно від строків сівби та глибини загорання насіння в умовах північно-східного Лісостепу України. *Вісник СНАУ*. 2011. Вип. 4. С. 126–132.
6. Пагика В. П., Панченко Г. М., Зарицький М. М. *Сільськогосподарська мікробіологія на допомогу аграрному виробництву* : зб. наук. розробок. Чернігів, 2001. 57 с.
7. Бабич А. О. Проблема білка: сучасний стан, перспективи виробництва і використання сої. *Корми і кормовиробництво*. 1992. Вип. 33. С. 3–13.
8. Бабич А. О. Сове поле України. *Агроном : науково-виробничий журнал*. 2010. № 1. С. 174–178.

9. Білявська Л. Г., Рибальченко А. М. Мінливість господарсько-цінних ознак сої в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Вісник ПДАУ*. 2019. № 1. С. 65–72.
10. Briguglio M., Eyherabide G., Liquez J. Variability in unitz tripsin inhibitor contents and activity in Argentinian soybean cultivars. *Developing a Global Soy Blueprint for a Safe Secure and Sustainable Supplu* : VIII World Soybean conference research. Beijing, China. 2009. August. P. 10–15.
11. Марченко Т. Ю. Мінливість господарсько-цінних ознак сої в умовах зрошення півдня України. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2012. № 3. С. 75–78.
12. Рябуха С. С., Чернишенко П. В., Посилаєва О. О., Серикова Л. Г. Урожайність та біохімічні якості насіння селекційного матеріалу сої. *Селекція і насінництво*. 2014. Вип. 105. С. 188–193.
13. Кушнір М. В. Вплив передпосівної обробки насіння та позакоренових підживлень на формування продуктивності сортів сої в умовах Лісостепу Правобережного. *Корми і кормовиробництво*. 2013. № 77. С. 167–173.
14. Лавриненко Ю. О., Клубук В. В., Мельник М. А., Марченко Т. Ю. Селекційно-агротехнічні аспекти збільшення виробництва сої в умовах зрошення. *Зрошуване землеробство* : збірник наукових праць. 2012. Вип. 58. С. 107–112.
15. Царенко О. М., Несветов О. О., Кабацький М. О. Основи екології та економіка природокористування. Курс лекцій. Практикум : навчальний посібник. 3-є вид., перероб. і доп. Суми: ВТД «Університетська книга», 2007. 592 с.
16. Михайлов В. Г., Шербина О. З., Романюк Л. С. Реакція сортів сої і селекційних номерів сої на зміну умов вирощування. *Корми і кормовиробництво*. 2001. Вип. 47. С. 27–29.
17. Шерепітько В. Еколого-адаптивні сорти сої. *Пропозиція*. 2006. № 4. С. 48.
18. Жеребо В. Технології вирощування та інтегрованого захисту посівів сої. *Пропозиція*. 2008. № 5. С. 68–74.
19. Marchenko T.Yu. Innovative elements of cultivation technology of corn hybrids of different FAO groups in the conditions of irrigation. *Natural sciences and modern technological solutions: knowledge integration in the XXI century* : collective monograph. Lviv-Torun : Liha-Pres, 2019. P. 137–153. DOI: <https://doi.org/10.36059/978-966-397-154-4/135-152>; URL: <https://catalog.lihapres.eu/index.php/liha-pres/catalog/book/63>.
20. Ушкаренко В. О., Нікішенко В. Л., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Дисперсійний і кореляційний аналіз результатів польових дослідів : монографія. Херсон: Айлант, 2009. 372 с.
21. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Методика польового дослідів (Зрошуване землеробство). Херсон : Гринь Д. С., 2014. 448 с.
22. Починок Х. Н. Методы биохимического анализа растений. Київ : Наук. думка, 1976. 334 с.
23. Ермаков А. И., Арасимович В. В., Ярош Н. П. и др Методы биохимического исследования растений / под ред. А.И. Ермакова. [3-е изд., перераб., доп.]. Л. : Агропромиздат, 1987. 430 с.
24. Разумов В. А. Массовый анализ кормов: справочник. М.: Колос, Сучасні проблеми біологічної науки та методика її викладання у закладах вищої освіти 1982. 176 с.
25. Обертюх Ю. В. Методика визначення вищих жирних кислот. В кн. Корми: оцінка, використання, продукція тваринництва, екологія. Вінниця, Генеза. 2008. 317 с.
26. Іванів М. О., Ганжа В. В. Біометричні показники та урожайність сортів сої різних груп стиглості залежно від елементів технології в умовах краплинного зрошення. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 117. С. 54–64.
27. Бабич А. О., Новохацький М. Л. Вплив прийомів технології вирощування на вміст сирого білка в зерні сої. *Корми і кормовиробництво*. 2001. № 47. С. 94–98.

УДК 631.526.325:[581.163+631.523]
DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.3>

ЕФЕКТИВНІ МЕТОДИ СЕЛЕКЦІЇ ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ СОРТІВ ТЮТЮНУ ШЛЯХОМ АПОМІКСИСУ ТА ГЕТЕРОЗИСУ

Глюдзык-Шемота М.Ю. – к. с.-г. н.,

асистент кафедри фундаментальних медичних дисциплін медичного факультету № 2,
Ужгородський національний університет

У статті наведено результати досліджень щодо впровадження на практиці ефективних методів селекції високопродуктивних сортів тютюну шляхом апоміксису та гетерозису. Забезпечення високого рівня продуктивності досягається шляхом поліпшення технічних показників та продуктивності тютюнової сировини в селекційній практиці, причому фундаментальну роль відведено вивченню мінливості та успадкуванню цінних господарських ознак під час гібридизації. Автором проаналізовано методики застосування апоміксису та доведено переваги цього методу над гетерозисними гібридами класичної селекції. У статті розкрито переваги селекції високопродуктивних сортів тютюну шляхом апоміксису та гетерозису. Апоміксис дозволяє закріпити ознаку високої стійкості проти хвороб, ефекту гетерозису, переведення стерильних форм на фертильну основу за потреби, а також забезпечує використання мутантів із комплексом цінних ознак у вигляді господарсько-цінного вихідного матеріалу. Апоміксис привертає велику увагу дослідників завдяки потенційній цінності для сільського господарства. Впровадження його властивостей може стати предикатом «зеленої революції», адже завдяки апоміксису будь-яка гібридна ознака може зафіксуватися у наступних поколіннях, зберігаючи корисні гібридні властивості батьківських форм. Варто приділяти все більше уваги вивченню генетичних механізмів рослинного гетерозису задля того, щоб зрозуміти регуляцію та режими активності ключових генів, які впливають на цей процес. Створення завдяки апоміксису клонального насіння збільшить фенотипову однорідність фермерських полів; останнє відіграє неоціненну роль для ефективного збору та переробки високопродуктивних сортів тютюну. Дослідження молекулярних і генетичних основ регуляції апоміксису має важливе значення для розуміння його еволюційних перспектив і впровадження елементів успішної селекції високопродуктивних сортів тютюну. Виявлення нових та рідкісних мікроознак, безпосереднє використання мутантів із набором цінних ознак у вигляді господарсько-цінного вихідного матеріалу, скорочення селекційного процесу та закріплення гетерозису можливе завдяки організованій селекції високопродуктивних сортів тютюну шляхом апоміксису.

Ключові слова: методи; селекція, високопродуктивні сорти, тютюн апоміксис, гетерозис, сорти, урожайність, економічна ефективність.

Hliudzyk-Shemota M. Effective methods of breeding high-yield tobacco varieties by means of apomixis and heterosis

The article presents the results of research on the application of effective methods of breeding highly productive tobacco varieties by means of apomixis and heterosis. Provision of high level productivity is achieved by improving technical indicators and productivity of tobacco raw material in breeding practice, the fundamental role is given to the study of variability and inheritance of valuable economic traits in hybridization. The author analyzed the methods of apomixis application and proved the advantages of this method over heterosis hybrids of classical breeding. The article reveals the advantages of selection of high-yield tobacco varieties by apomixis and heterosis. Apomixis allows us to fix the trait of high resistance to diseases, the effect of heterosis and transfer of sterile forms on a fertile basis if necessary and provides the use of mutants with a complex of valuable traits as economically valuable source material. Apomixis has attracted a lot of attention of researchers due to its potential value for agriculture. The introduction of its properties can be a predicate of the "green revolution", because thanks to apomixis any hybrid trait can be fixed in the next generations, preserving the useful hybrid properties of the parental forms. More and more attention should be paid to the study of genetic mechanisms of plant heterosis in order to identify the genes involved in it, to understand the regulation and modes of activity of key genes affecting plant heterosis. Creation of clonal seed due to apomixis will increase phenotypic homogeneity of farmers' fields, the latter

forming an invaluable aspect of efficient harvesting and processing of high-yield tobacco varieties. The study of the molecular and genetic basis of apomixis regulation is essential for understanding its evolutionary perspectives as well as for introducing elements for successful breeding of high-yield tobacco varieties. Identification of new and rare micro traits, direct use of mutants with a set of valuable traits as economically valuable source material, shortening of the breeding process and fixation of heterosis – all the above mentioned is possible due to organized breeding of high-yield tobacco varieties by apomixis.

Key words: *methods; breeding, high-yield varieties, tobacco apomixis, heterosis, varieties, yield, cost-effectiveness.*

Постановка проблеми. Сортовим рослинним ресурсам належить особлива роль в економічному та соціальному розвитку України. Основним напрямком останніх селекційних експериментів є створення високоврожайних та високоякісних сортів тютюну з оптимальним вегетаційним періодом. Відповідно до висновків науковців, протягом найближчих років весь світовий приріст виробництва продукції рослинництва буде досягнуто за рахунок селекції, тобто нових сортів, їхніх корисних властивостей та якісних показників. Низка нових сортів різних культур, створених вітчизняною селекцією, різняться найперше за морфологічними ознаками, біологічними властивостями, ступенем інтенсивності, якісними показниками, різним адаптивним рівнем стійкості до несприятливих факторів зовнішнього середовища тощо. Тютюн (*Nicotiana tabacum L.*) є однією з найважливіших комерційних рослинних культур у світі та відіграє помітну роль у розвитку національної економіки. Селекція з метою поліпшення стабільності високоякісного врожаю тютюну та стійкості до хвороб в останні роки набула особливої актуальності у зв'язку з мінливістю кліматичних умов. Значний прогрес досягнуто у вивченні гетерозису зернових культур, таких як рис і кукурудза. Детально описані в літературі гібридні системи виробництва (лінії цитоплазматичної чоловічої стерильності, лінії самосумісності), а також молекулярно-біологічні методи (редагування генів, трансгенез і нестатеве розмноження). Отже, методи та стратегії, запропоновані для вивчення генетичних механізмів гетерозису, можуть бути адаптовані для селекції високопродуктивних сортів тютюну. Наприклад, дослідження трансгенних ліній рослин тютюну продемонструвало, що підвищена РНКазна активність в апопласті зумовлює підвищення стійкості до вірусу тютюнової мозаїки, що свідчить про нову функцію s-подібних рибонуклеаз, спряжену з участю в системі неспецифічного захисту від вірусів [8].

Як відомо, трансгенні форми дають унікальні можливості для виявлення функцій окремих генів, міжгенних взаємодій і в підсумку – для реконструкції складних генних ансамблів, які контролюють формування морфологічних, біохімічних та фізіологічних характеристик рослин, механізми адаптації до мінливих умов навколишнього середовища.

Стрімкий розвиток технології редагування генів, системи стерильного редагування генів і системи MiMe (Cas9), впровадження нових біотехнологічних підходів сприятиме розвитку гібридного виробництва насіння [28]. Знання здатності до комбінування під час вибору батьківських ліній дає корисну підказку для створення високопродуктивних гібридів. Тому необхідно оцінювати генетичні можливості батьківських ліній у гібридній комбінації шляхом систематичних досліджень. Зауважимо, що молекулярні основи гетерозису є недостатньо вивченими. Хоча різні класичні моделі (домінування, наддомінування, епістаз) все ще актуальні, останні дослідження з епігеноміки, транскриптомної, протеомної, метаболічної і циркадних моделей демонструють нові ідеї. Мультигенні моделі запропоновані в якості основи для комплементации алельної та генної варіації

експресії, яка є основним ймовірним фактором, що сприяє гетерозису. Наведено переконливі докази ролі взаємодії алелей різних батьківських генів у перепрограмуванні генів, що контролюють стресостійкість, адаптованість і ріст гібридів загалом. Більшість епігенетичних досліджень обмежена *Arabidopsis thaliana* і *Zea mays*, проте ці дослідження на різних культурах, зокрема *Nicotiana tabacum* L., забезпечать вивіреною інформацією про роль епігенетичних механізмів у визначенні гетерозису. Зауважимо, що жодна з моделей окремо не здатна пояснити гетерозис, що свідчить про обмеження індивідуальної моделі. Отже, задля поліпшення технічних показників та продуктивності тютюнової сировини в селекційній практиці фундаментальне значення має вивчення мінливості та успадкування цінних господарських ознак під час гібридизації. Полігенами обумовлені господарсько-цінні ознаки культурних рослин. Достеменно відомо, що під час створення культурних сортів із певним набором ознак для селекції успіх гібридизації значною мірою залежить від підбору батьківських форм та наявності достатньої кількості селекційного матеріалу, що характеризується значною генетичною мінливістю досліджуваних ознак.

Для збільшення генетичного різноманіття батьківських форм в селекційній практиці часто використовують мутагенез. Потенціал продуктивності та його збільшення найперше пов'язують зі збільшенням ефективності фотосинтезу тютюну та застосуванням гетерозисного ефекту. Відомо, що гетерозисні гібриди мають вищу продуктивність (на 30-40%) порівняно із сортами традиційної селекції. Такі гібриди більш адаптовані до біотичних та абіотичних стресів і дають стабільний урожай. Позитивна роль апоміксису полягає в тому, що він відкриває можливості задля сталого збереження гетерозиготності та пов'язаної з нею гібридної сили протягом багатьох поколінь.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Ще у 1763 р. німецький вчений Koelreuter першим представив конкретні докази того, що ріст гібридного тютюну достеменно вирізняється неабиякою швидкістю на противагу його батьківським лініям [25]. Вперше у світовій науці ним було запропоновано роз'яснення поняття «гібридна сила» та отримані міжвидові гібриди тютюну [28]. На початку ХХ століття у створеному відділі генетики і селекції Нікитського ботанічного саду активно вивчалася культура тютюну спочатку на базі зарубіжних сортів, насіння яких отримували з країн Північної і Південної Америки, Туреччини. Пізніше внаслідок проведених співробітниками НБС низки дослідів віддаленої гібридизації, поліплоїдії, експериментального мутагенезу були отримані посухостійкі вітчизняні сорти (Дюбек Нікитський 44, Американ 572 та інші), що дозволило створювати тютюнові плантації на півдні тогочасної УРСР [7]. Продовжувалися дослідження цитологічних особливостей одержаних гібридів та сортів, їхні каріо- та фенотипи, взаємозв'язок цих ознак. Варто зазначити фундаментальну роль у вітчизняній селекції тютюну праць М.Ф. Терновського. Науковцем були отримані поліплоїдні форми та радіаційні мутанти тютюну [11; 12]. П.М. Нерсисян, Ж.Г. Саакян зазначали, що, хоча теорія сприятливих домінуючих факторів порівняно з теорією наддомінування є більш доречною стосовно збереження ефекту гетерозису в наступних поколіннях гібридів, але в сучасному її розумінні вона не в змозі висвітлити повною мірою всі сторони цієї дилеми [9]. На думку авторів, для прояву гетерозису не всі домінантні гени є сприятливими, а також не варто відкидати роль рецесивних генів. Тобто в конкретних випадках корисними (в сенсі забезпечення гетерозису) є ознаки, що контролюються не домінантними, а сприятливими рецесивними генами [9]. За схрещування сортів, певна частка рівня сили яких знаходиться під

контролем рецесивних генів, внаслідок взаємного пригнічення сприятливих рецесивів несприятливими домінантами в F_1 має місце негативна трансгресія. Якщо ж схрещуються сорти, які разом із сприятливими рецесивами мають властивості сприятливих домінантів, нащадки будуть гетерозисними. На думку авторів, це уявлення про природу гетерозису відповідає повною мірою результатам досліджень про спадкування кількості листків тютюну. Отримані результати дозволяють стверджувати, що кількість листків як складна ознака контролюється двома групами незчеплених генів. При цьому гени однієї групи визначають тривалість вегетаційного періоду, іншої – частоту закладки листків. Отже, задля отримання сприятливої трансгресії за кількістю листків підбір пар для гібридизації має здійснюватися на основі врахування тривалості вегетаційного періоду та інтенсивності формування листка [9]. Серед значної кількості науковців, які розкривають безмежний потенціал апоміксису та гетерозису в селекції високопродуктивних сортів тютюну, варто виділити Баранову Є. Г., Іваницького К. І., Сучкова В. І. [1], Кочетова А.В., Шумного [8], Гончарова Н.П. [6], Дюльгерського І., Діманова Д. [19], Декстер-Буна А., Льюїса Р. С. [16; 17], та інших. Найзначніші досягнення в галузі селекції тютюнництва та визначення стійкості сортів і гібридів тютюну до хвороб та шкідників належать в Україні науковцям Ю.Ф. Саричеву, І.М. Пашенко, О.І. Савіній, О.О. Матієга та ін [10].

Ідея закріплення гетерозису через апоміктичне розмноження належить М. С. Навашину та Г. Д. Карпеченку. Як зауважують автори, розмноження без статевого процесу дозволить підтримати генетично однорідні рослини через насінну фазу необмежено довго. Отже, якщо рослини із статевим типом розмноження перетворити в ті, які розмножуються шляхом апоміксису, селекційні технології істотно зміняться, тобто революціонізуються [6]. Проведене цитогенетичне дослідження апоміктів-диплоїдів за схрещування *N. tabacum* та *N. Alata*. внаслідок чого Ю. Ф. Саричевим встановлено, що основою інтродукованого диплоїдного апоміксису є псевдогамія. Спермії *N. alata* беруть безпосередню участь в індукції апоміксису. Автор відмітив перспективну можливість апоміктичного індукування задля стійкого апоміктичного розмноження. Методичний супровід та значну пошукову роботу з підтвердження практичного застосування апоміксису та його ідентифікації здійснила О. І. Савіна [4; 10]. Важливим досягненням є розробка польового та лабораторного методів ідентифікації наявності апоміксису в гібридів. Серед фундаментальних надбань варто відмітити роль польового методу ідентифікації явища апоміксису, який полягає в кастрації квіток і подальшому відведенні їх під ізолятор для одержання насіння апоміктів [4; 10].

Отримані Л.П. Лобановою результати свідчать про можливість експериментально збільшити утворений зародковий мішок із додатковими яйцеклітинами та полярними ядрами, моделюючи умови вирощування. Оскільки зародковий мішок із додатковими гаметами слугує основою для апоміксису, поліембріонії та зміни плідності зародка й ендосперму, праці з експериментально індукованої полігаметії є нині досить цікавими.

Внаслідок оцінки врожаю листя тютюну було виявлено, що ABD101xGT7 та GT9xGT7 є найперспективнішими щодо використання гетерозису для отримання бажаних сегрегантів задля розвитку генотипів [22]. Метааналіз ролі гетерозису в «геномній ері» здійснили Das A. K. та інші [23]. Дослідженню генетичного контролю природної партенокарпії у тютюні шляхом оцінки набору різноманітних матеріалів та обраних гібридів F_1 присвячені дослідження Dexter-Boone A. E. [16; 17]. Загальновідомо, що тютюн є модельним видом у біології рослин.

Більш глибоке розуміння генетичного контролю, вивчення експресії природної партенокарпії, на думку автора, може виявитися корисним для розробки інноваційних методів селекції, адже новий генетичний механізм може бути ідентифікованим та потенційно використаним на інших культурах. Використання інноваційних технологій в агрономії описала Л.В. Цаценко. Автор, наводячи численні приклади, запевняє, що метод культури *in vitro* ізольованих пиляків нині вважається єдиним способом закріпити цінний гетерозисний ефект гібридів 1-го покоління [13].

Г.Д. Бялковська й інші описують технологію вирощування та показники економічної ефективності нового перспективного сорту тютюну Берлей 46 з хорошою якістю сировини, значною стійкістю до абіотичних та біотичних факторів. Виявленню нових та рідкісних мікроознак у тютюну, скороченню селекційного процесу на 4–6 років сприяє застосування апоміксису, закріплення гетерозису у вигляді господарсько-цінного вихідного матеріалу, використання мутантів із комплексом цінних ознак [3]. Результати низки авторських експериментів свідчать, що новий перспективний сорт тютюну Берлей 46, занесений до Державного реєстру сортів рослин України у 2017 р., має істотні переваги над іншими сортами за біологічними та господарсько-цінними ознаками: стійкістю до хвороб, шкідників і стресових погодних умов, високою урожайністю та якістю сировини. Дослідники також підкреслюють, що основною перевагою нового сорту Берлей 46 над сортом-стандартом Берлей 38 є передусім висока врожайність (до 31,6 ц/га), товарна якість сировини (вихід вищих товарних сортів становить 90–95%) і вміст нікотину (2,01–2,13%) [3]. Використання методу міжсорткової гібридизації за схрещування стійких сортів тютюну з генами від різних диких видів роду *Nicotiana* (таких як *debneyi*, *goodspeedii*, *megalosiphon* та інших), із сприйнятливими сортами дозволить отримати нові гібриди, що характеризуються високою стійкістю до пероноспорозу. Для розробки методів кількісної оцінки донорських властивостей рекомендованими є діалельні схрещування з оцінкою F_1 і F_2 в польових умовах на природному інфекційному фоні в різні роки. Таким чином, варто здійснювати добір селекційного матеріалу з польовою стійкістю на природному фоні, виключаючи вірулентні лінії збудників, задля посилення полігенної стійкості. Міжвидову гібридизацію, як спосіб інтрогресії генетичних систем стійкості до хвороб, вивчає О.Г. Баранова та інші [1]. Авторами описані триплекси гібридів *N. tabacum* з амфідиплоїдами за участі диких видів *N. tomentosa*, *N. tomentosiformis*, *N. otophora*, *N. setchellii* (Синта-1, Синта-2, Синта-3, Синта-4), що відрізнялися значною потужністю та характеризувалися у другому та наступних поколіннях розщепленням із домінуванням ознак диких видів. Останнє, на думку авторів, є найпростішим шляхом використання ефекту гетерозису цих міжвидових гібридів [1]. Сучасна біоінформатика для аналізу значного масиву даних, технології нового покоління секвенування (NGS), такі як повногеномне секвенування ДНК і РНК з високим покриттям, а також інші сучасні інструменти досліджень сприяють швидшому накопиченню інформації для розшифрування генетичних особливостей апоміксису.

Постановка завдання. Ми погоджуємося із твердженням Г. Бялковської [3], що необхідність безперервного створення та впровадження нових сортів тютюну обумовлена дією низки чинників, передусім «старінням сорту, появою нових хвороб і шкідників, новими технологіями в переробній галузі, розширенням ареалу вирощування, підвищенням вимог споживачів до якості продукції» [3]. Українською дослідною станцією тютюнництва створено низку сортів, які, на превеликий жаль, уже не відповідають вимогам виробництва за продуктивністю та технологічною

якістю сировини, втративши свою конкурентоздатність на тютюновому ринку України та світу. Тому нині виникла гостра необхідність створювати нові сорти та гібриди тютюну з екологічною адаптивністю, стійкістю до хвороб та якісним хімічним складом, які характеризуватимуться цінними господарськими показниками. Ми вважаємо, що впровадження ефективних методів селекції високопродуктивних сортів тютюну шляхом апоміксису та гетерозису лише сприятимуть оптимізації цих процесів.

Мета роботи – характеристика джерел господарсько-біологічних ознак задля використання в селекції, схем основних методів селекції вітчизняних сортів тютюну, а також апоміктних форм із метою закріплення гетерозису гібридів першого покоління за комплексом господарсько-цінних ознак.

Досягнення поставленої мети вбачали у ґрунтовному вивченні селекційно-генетичного потенціалу сортів тютюну різного еколого-географічного походження з урахуванням впливу ґрунтового-кліматичних факторів, отриманих під час використання польових і лабораторних методів селекції високопродуктивних сортів тютюну шляхом апоміксису та гетерозису. Під час написання роботи використано метод наукового дослідження, аналіз науково-методичних джерел із питань селекції високопродуктивних сортів тютюну шляхом апоміксису та гетерозису.

Виклад основного матеріалу дослідження. Одним із головних шляхів підвищення врожайності тютюну є створення та запровадження у виробництво нових сортів, а також розробка ефективної технології їх вирощування. В одному генотипі важливо поєднати високу продуктивність, стійкість до різних хвороб і хіміко-технологічні показники, властиві тим чи іншим сортотипам. У селекції тютюну використовують традиційні та нові селекційно-генетичні методи: внутрішньовидову та міжвидову гібридизацію, добір, цитоплазматичну чоловічу стерильність (ЦЧС), мутагенез, апоміксис, біотехнологію та інші. Основним методом виведення сортів тютюну нині є гібридизація, на її основі створено більшість сортів, впроваджених у виробництво. Отримання насіння гетерозисних гібридів, враховуючи аспекти витрат на працю та часу на гібридизацію, є вкрай обтяжливим. Але відкриття явища цитоплазматичної чоловічої стерильності (ЦМС) у багатьох сільськогосподарських культур, зокрема в тютюну, прискорили процес та забезпечили можливість отримання насіння гетерозисних гібридів. Здійснивши ґрунтовний аналіз наукових публікацій із цієї теми, ми не зустріли жодних заперечень щодо безсумнівної цінності індукованого диплоїдного аломіксису як ефективного методу селекції тютюну. Дослідження апоміктних форм тютюну за основними морфологічними ознаками виявили збереження гетерозису в наступних поколіннях і перспективи використання останніх задля прискорення селекційного процесу загалом.

Розроблення та впровадження високоврожайних сортів є базовою метою програм селекції рослин. Визначення батьківських комбінацій має певні труднощі, але надалі ці комбінації даватимуть високу частоту поліпшених похідних ліній. Висловлено припущення, що вимірювання гетерозису за врожайністю в ранніх поколіннях може слугувати прогностичним фактором потенціалу перехресної комбінації для отримання трансгресивних сегрегатів або ліній на противагу батьківським формам. Аналіз гетерозису може слугувати основою для перехресного відбору та підвищення ефективності програми селекції рослин. Використання статистичних методів дозволяє здійснювати оцінку впливу генів та навколишнього середовища на фенотиповий прояв ознаки, забезпечуючи краще розуміння генетичної основи мінливості та ефективно її використання в селекційній роботі із створення високопродуктивних сортів тютюну шляхом апоміксису та гетерозису.

Для з'ясування генетичної цінності батьківських сортів як компонентів для схрещування, передбачення розщеплення та появи потрібних рекомбінантів доцільно застосовувати метод діалельного аналізу. Цей метод дозволяє отримати інформацію про тип дії генів, встановити розподіл домінантних та рецесивних алелей у батьків, оцінити загальну і специфічну комбінаційні властивості. Залежно від умов дії зовнішніх чинників окремих сортів може запускати в генетичну систему як домінантні, так і рецесивні гени, що визначають ознаку. Зауважимо, що гени можуть «працювати» також адитивно, вступати в епістатичні взаємодії у гібридних комбінаціях. Дослідження спадкування морфологічних ознак фертильними гібридами різних типів демонструє неповну картину отриманого матеріалу, тому доцільно аналізувати їх і за біологічними властивостями, зокрема за врожайністю.

Гетерозис – це складне біогенетичне явище, спричинене поєднанням багатьох факторів, що виявляється у продуктивності гібридних нащадків. Класичні гіпотези аналізу генетичних механізмів гетерозису ґрунтуються на гіпотезах домінування та надомінування, наведених нами в літературному огляді; вони базуються на алельних взаємодіях та епістазі (неалельна взаємодія генів). Завдяки досягненням молекулярної біотехнології на рівні геному, транскриптому, протеому та епігеному дослідження гетерозису досягло значного прогресу. У статті представлено загальний огляд літератури про генетичну та епігенетичну регуляцію гетерозису в тютюну. Нами узагальнено гіпотези, які намагаються пояснити механізми генетичної регуляції гетерозису, та проведений аналіз досліджень різних авторів, що стосувалися, наприклад, кількісних ефектів локусу ознак та дії генів, пов'язаних із гетерозисом, на основі аналізу їхньої диференційної експресії у тютюну.

Для наступних обговорень нами пропонуються питання, пов'язані з врожайністю та гетерозисом. Зрозуміло, що класична генетична гіпотеза гетерозису не в змозі пояснити всіх її механізмів. У літературі є описи щодо взаємодії сайтів QTL та внесків різних ефектів QTL у гетерозис. Епігенетичні модифікації відіграють фундаментальну роль у формуванні фенотипів рослин, регулюючи транскрипцію генів та їхню експресію. Рекомбінація генетичної інформації, одержаної від батьків, зумовлює виникнення нових комбінацій епігенетичних модифікацій у поколінні F_1 . Епігенетичні модифікації здатні побічно впливати на виникнення гетерозису в F_1 , регулюючи експресію генів. Із бурхливим розвитком технології секвенування геномів ідентифікація локусів генів, можливо пов'язаних із гетерозисом, відбувається за допомогою дослідження генних асоціацій, що закладає основу для вивчення фенотипових відмінностей. Гетерозис врожаю та біомаси у гібридів F_1 може відбуватися через змінені схеми експресії генів, що контролюють такі біологічні функції, як фіксація вуглецю, метаболізм глюкози та циркадний ритм. Різні молекулярні маркери, такі як прості повтори послідовностей (SSR), проміжні прості повтори послідовностей (ISSRs), ампліфіковані поліморфізми довжини фрагментів (AFLP), випадкові ампліфіковані поліморфні ДНК (RAPD) та ампліфіковані поліморфізми, пов'язані з послідовністю (SRAPS), слугують молекулярною основою для побудови генетичних карт цінних ознак.

Важливою метою отримання високоврожайного гібридного насіння є забезпечення постійного гетерозису. Для ідентифікації генних локусів, які контролюють певні ознаки в популяції, поєднуючи фенотипи з генотипами, використовують метод GWAS. Завдяки унікальному гетерозисному фенотипу та його генетичним джерелам генетична популяція може складатися з різних популяцій. Сегрегована популяція F_2 вважається найкращою популяцією для вивчення гетерозису. Така популяція має не тільки частку ліній з гетерозиготними та гомозиготними

генотипами, але й комбінації алелей, що розподіляються рівномірно на кожному сайті. Де Вісенте та Танклі випадково поєднали популяцію RIL, отриману шляхом схрещування F_1 , задля отримання нової популяції, яка не тільки зберегла генотип популяції RIL, але й відтворила популяцію F_2 (тому її називають популяцією IF_2). Також існують різноманітні популяції F_1 , IL, $BILF_1$, та SSSL, які можна використовувати для дослідження гетерозису. Ми погоджуємося з дослідниками стосовно того, що за винятком досліджень з *Solanum lycopersicum L.* відсутні відповідні дослідження гетерозису з використанням цих популяцій, які могли б слугувати довідковою базою для проведення досліджень гетерозису на інших рослинах, зокрема *N. tabacum*. Адже, розуміння механізмів гетерозису допомагає селекціонерам вдосконалити сучасні сорти тютюну та створювати нові. Завдяки гібридному виробництву насіння можна використати технології сумісності та лінії ЦЧС для підтримки гібридної лінії F_1 . Крім того, деякі рослинні гормони або хімічні реагенти можуть використовуватися для регулювання статі рослин. Варто зауважити, що екзогенна регуляція не є повністю ефективною, вона може вплинути на чистоту гібридного насіння.

І. Дюльгерським та Д. Дімановим проведено спостереження та вимірювання довжини й ширини 7-8 та 13-14 листків 50 рослин кожної комбінації. Результати авторського експерименту демонструють, що ефект гетерозису найкраще проявляється за ширини 7-8 листків [19]. Гетерозис ширини листя більш виражений, ніж довжини. Це стосується також розміру листя: гетерозис краще помітний у нижній, ніж у верхній зоні положення стебла для збору врожаю. Отже, гетерозис є надійним методом для збільшення ширини листя в нижній зоні відбору.

У більшості перехреснозапильних організмів на ефект гетерозису позитивно впливає генетична відстань між батьківськими лініями, що гібридизуються. Для оцінки ефективності досліджуваного явища варто розрахувати вибіркове середнє арифметичне (x). Автори рекомендують визначати також гіпотетичний та реальний гетерозис за Омаровим (1975). Ми погоджуємося з авторами щодо важливості ознаки ширина листків виділених гібридних форм. Тому нами також проведено детальну оцінку прояву цієї ознаки в експериментальних гібридів. Закріплення ефекту гетерозису в апоміктів покоління A_1 за шириною листків висвітлено в нашій статті «Методологічне удосконалення застосування апоміксису в селекції тютюну» [4]. Науковці досліджували популяції P_1 , P_2 і F_1 , що виникли внаслідок десяти перехресних запиленнь місцевих та інтродукованих сортів тютюну Берлі. Що стосується довжини 7-8 листків, то в усіх досліджених комбінаціях значення реального гетерозису є трохи нижчим за значення гіпотетичного, хоча більш важливими для практики є значення реального гетерозису. Що стосується ширини індексу 7-8 листків, то в дев'яти із десяти гібридних комбінацій F_1 відмічено значний гетерозис. Чотири перехресні запилення свідчать, що можливий гетерозис більше 10%; переважно це було виражено в гібрида 1563. Гібрид 1555 демонстрував найвищі значення вираженого гіпотетичного та реального гетерозису щодо довжини листя, а також ширини 13-14 листків. Гетерозис ширини листків більш виражений, ніж їхньої довжини. Ефект гетерозису можна також прослідкувати в разі перехресного запилення, де в якості батьківської лінії для гібридизації взятий сорт Берлі [19].

Цитоплазматична чоловіча стерильність *Nicotiana*, отримана завдяки міжвидовим схрещуванням, дозволяє повніше використовувати явище гетерозису в селекційній практиці. Для практичного використання ЦЧС тютюну необхідно знати, який вплив чинить дикий вид на господарсько-цінні ознаки гібридів, отриманих на їхній основі, бо в одних випадках він позитивний, а в інших – негативний.

Під час гетерозисної селекції, що ґрунтується на цитоплазматичній чоловічій стерильності тютюну, важливим показником є насіннева продуктивність. Потенційними ефективними наслідками апоміксису є: негайна фіксація гетерозиготних генотипів, зокрема отриманих шляхом схрещувань, яка дозволяє оцінити рослину і відкриває можливості для нових стратегій і методів селекції культур, що розмножуються статевим і вегетативним шляхом; розмноження гібридного насіння безпосередньо фермером без необхідності постійної його закупівлі; усунення або зменшення захворюваності завдяки розширенню регіонів вирощування; усунення втрат врожаю, спричинених дією добрив чи несприятливих умов довкілля; значне збільшення врожайності культури; підвищення продуктивності місцевих адаптованих сортів без шкоди для агрономічних ознак у неавтономних апоміктів. Цей список можливих наслідків настільки вражаючий і настільки всеосяжний, що апоміксис цілком може стати найбільш вдалим шляхом реалізації ефективні методів селекції високопродуктивних сортів тютюну. Введення апоміксису в цільовий вид може бути досягнуто двома можливими механізмами: інтрогресією від апоміктичного родича або трансгенезом сконструйованої генетичної конструкції. Традиційні підходи розробки апоміктичних культур включають інтрогресію апоміктичних ознак. Нині розрізняють декілька типів апоміксису: апоспорію, адвентивну ембріонію, апогамію, партеногенез.

Результати оцінки кількості трансгенних копій за допомогою кількісної ПЛР та генотипування висвітлені у статті «Zhang Z., et al. Haploidy in tobacco induced by PsASGR-BBML transgenes via parthenogenesis». Застосування апоміксису в селекції тютюну сприяє скороченню селекційного процесу, закріпленню гетерозису, виявленню нових і рідкісних мікроознак тютюну, а також безпосередньому використанню мутантів із комплексом цінних ознак у вигляді господарсько-цінного вихідного матеріалу [21]. Виділяють дві основні стратегії вивчення молекулярно-генетичної регуляції апоміксису: 1) ідентифікація і характеристика генів, відповідальних за його прояв у природних апоміктів; 2) спроба індукувати його ознаки в рослин, що у природі розмножуються тільки статевим шляхом, за допомогою нокауту або експресії певних генів [2]. Під час створення нових сортів селекційний процес скорочується на 4–6 років, закріплюючи адаптивні ознаки високої стійкості проти хвороб. Під час добору апоміксис сприяє виділенню і закріпленню кращих рослин, тобто відкривається шлях комбінативної мінливості на основі часткового амфіміксису з наступним закріпленням гетерозиготних форм.

Апоміктичне розмноження та пов'язане з ним закріплення гетерозису вдосконалює методи селекції із підвищення якості та продуктивності тютюну. Останній є ідеальною культурою для такого розмноження внаслідок перехресного запилення та присутності факультативного регулярного апоміксису, який індукується шляхом одноразового схрещування ефективних гібридів першого покоління *N. alata*. Культурний тютюн (*Nicotiana tabacum* L.) є класичним амфідиплоїдом; гібриди між цим видом і близькоспорідненими диплоїдними родичами *Nicotiana* часто виявляють гетеротичні ефекти щодо швидкості росту та врожайності [4]. Нами проведено дослідження, основною метою якого є розкриття переваг застосування апоміксису як методу селекції щодо скорочення процесу створення сортів, закріплення ефекту гетерозису, підвищення насінневої продуктивності пізньостиглих сортів. Відпрацювання методологічних підходів щодо ефективного використання апоміксису як методу скорочення селекційного процесу та закріплення ефекту гетерозису дозволило нам удосконалити схеми скорочення селекційного процесу. Авторська розробка висвітлена в численних публікаціях [4].

Отже, метод апоміксису є цінним теоретичним та практичним надбанням сучасної науки, дозволяє вирішити низку практичних питань, які виникають під час селекції тютюну. Серед цінних доробок варто зазначити роль польового методу ідентифікації явища апоміксису, який заслуговує на подальше вдосконалення та практичне застосування. Для того, щоб ідентифікувати відібрані для селекційної роботи гаплоїдні саджанці тютюну, Z. Zhang та інші рекомендують аналізувати останні за допомогою проточної цитометрії на стадії 4-х листків [21]. Авторами проведено дослідження оцінки комбінаційної здатності за ознакою врожайності листків тютюну з використанням конструкції діалельного схрещування 6x6 за участі тридцяти гібридів і шести батьківських ліній тютюну FCV. Апробація свідчила, що серед тридцяти гібридів у дев'яти з них продемонстровано значні позитивні ефекти SCA. Батьки та гібриди F₁ значно відрізнялися за ефектами GCA і SCA відповідно. Лише два схрещування продемонстрували значний негативний ефект SCA. Аналогічні спостереження за ефектами GCA і SCA зареєстровані ще у 1976 році Дубеєм, Рамачандра, у 2015 році – Катба та іншими.

Кількість листя на рослині є однією з важливих діагностичних ознак підвищення врожайності тютюну FCV. Найвищі позитивні ефекти SCA спостерігалися за схрещування 2x4, за якими слідували 1x3, 6x1, 1x4 і 1x5. Встановлено, що ці гібриди можуть бути рекомендованими для отримання більш високих врожайів листя тютюну FCV. Дослідження дисперсії комбінативної здатності показало, що неадитивна дія генів переважала для всіх вивчених ознак, поліпшених за допомогою повторюваних схем відбору або гетерозисної селекції. Вибрані батьківські лінії із бажаним ефектом комбінативної здатності можуть використовуватися в декількох схемах схрещування для рекомбінації різних компонентів продуктивності [27]. Отже, важливим кроком є перевірка функціональності генів, що походять від апоміктичних видів та сприяють апоміксису під час перенесення до видів, що відтворюються статевим шляхом.

Враховуючи амфіплоїдне походження, тютюн (*Nicotiana tabacum*; $2n = 4x = 48$) може надати альтернативний сценарій для перевірки функціональності гену PsASGR-BBML у дводольних видів, де ген буде експресуватися в ди-гаплоїдній яйцеклітині. Результати оригінального дослідження демонструють нам, що трансген PsASGR-BBML, регульований специфічними промоторами, дозволив тютюну утворювати гаплоїдних нащадків за допомогою партеногенезу, як це раніше спостерігалось в рису та кукурудзи. Водночас у деяких сортів тютюну зареєстровано виробництво гаплоїдів шляхом самозапилення з частотою приблизно 0,01%. Використання гомозиготної лінії тютюну, що несе GmEF1a:DsRed: NOS в якості донора пилку, може дозволити ідентифікувати партеногенетичні ембріони, які можна відрізнити від ембріонів, що розмножуються статевим шляхом, через відсутність у них флуоресценції dSRed батьківської ознаки.

Незважаючи на своє походження від однодольних видів, наголошено, що ген PsASGR-BBML функціонує у дводольних видів, індуючи вироблення гаплоїдів у тютюну. Подальше дослідження генетичної мережі та взаємодії білків із транскрипційним фактором PsASGR-BBML може виявити відсутність моноспецифічних ко-факторів або наявність супресорів, які заважають повному потенціалу гена PsASGR-BBML для сприяння партеногенезу [21]. На підставі отриманих Л. Н. Каргіною даних, однією з перспективних мутацій є фасціація стебла тютюну, що зумовлює його ущільнення та значне збільшення кількості листя на рослині. Подібна спонтанна мутація спостерігалася на посівах тютюну двох різних сортів: Дюбек передгірний та Д. багатолістий. Дослідження нащадків багатолістих

форм, характер розщеплення ознаки та отримання константних багатолістих ліній і ліній із фасціацією тривають донині. Для отримання константних ліній використовується метод стимулятивного апоміксису. Таким чином, вивчення апоміксічних форм тютюну за основними морфологічними ознаками свідчить, що гібриди зберігають гетерозис у наступних поколіннях і можуть широко застосовуватися в селекційному процесі, прискорюючи його.

Охарактеризовано використання гетерозису для підтримки компонентів врожаю *Nicotiana tabacum* L. Унаслідок дослідження виявлена суттєва різниця між батьківськими лініями та гібридами. Гібрид GT 7хABD101 продемонстрував значний та позитивний стандартний гетерозис за показниками врожайності листків, кількості листків на рослині, висоті рослини, довжині та ширині листків, Інший гібрид GT7 також продемонстрував значний позитивний стандартний гетерозис згідно з аналізованими ознаками врожайності листків, висотою рослини, довжиною ширини листків та іншими якісними характеристиками. Обидва гібриди можуть бути рекомендовані для поліпшення селекції високопродуктивних сортів тютюну [26]. Звертає на себе увагу праця Abigail Dexter-Boone, Ramsey S. Lewis, в якій автори наголошують на тому, що гетерозис може бути стратегічним способом підвищення врожайності тютюну (*Nicotiana tabacum* L.). Грунтуючись на аналізі 14-батьківського діалелю, виявили, що середній рівень гетерозису середнього віку F_1 становить 10,3%, що значно вище, ніж попередні оцінки 1960-х років [17]. Тринадцять з дев'яноста одного досліджуваних гібридів значно домінували за показниками врожайності на противагу батьківським лініям. Гетерозис також може бути показником чудової алейної комплементарії батьківських ліній, що, в принципі, може бути зафіксовано в похідних інбредних ліній. Порівняння родини $F_{3:4}$ виявило позитивні кореляції між гетерозисом F_1 і бажаною трансгресивною сегрегацією [17]. Схрещування *N. tabacum* та синтетичного тютюну $4x$ (*N. Sylvestris* \times *N.otophora*) або $4x$ (*N. sylvestris* \times *N. tomentosiformis*) можуть надати сприятливу основу для інтрогресії у масштабах усього геному від диплоїдних родичів та дозволяють підвищити потенціал використання гібридів із високим ефектом гетерозису. Генотипування мікросателітних маркерів популяції F_2 , отриманої унаслідок схрещування K326х $[4x$ (*N. sylvestris* \times *N.otophora*)], було проведено для попереднього вивчення відносної важливості різних типів дії генів на гетерозис у вихідному міжвидовому схрещуванні. Результати продемонстрували роль як часткового домінування, так і надмірного домінування [20]. Досліджено шість сортів турецького тютюну та їхні 15 гібридів F_1 , за винятком реципрокних. Останні були оцінені за п'ятьма агрономічними та чотирма хімічними ознаками [27]. Середня врожайність гібридів була на 15,2% вище, ніж у батьківських ліній [24].

Світовий та вітчизняний селекційний досвід наочно демонструє, що використання апоміксису та гетерозису є економічно ефективними прийомами збільшення продуктивності рослин. Науковці підтверджують використання гетерозису F_1 як предиктора селекційних схрещувань з підвищеним потенціалом бажаних результатів. Кілька похідних родин $F_{3:4}$ продемонстрували врожайність значно кращу, ніж у відповідних гетеротичних гібридів F_1 , це вказує на можливість фіксації ефекту гетерозису в інбредних лініях. Прогресивний гетерозис, спричинений дозуванням у поліплоїдних гібридах, також є важливим складником генетичних механізмів гетерозису. Поліплоїдні системи дозволяють проводити експерименти, неможливі в диплоїдних системах. Однак поліплоїди мають гетерозиготні геноми та складні генетичні структури, причому неможливо оцінити їхні фенотипи

та генетичні структури, використовуючи диплоїдні критерії. Ця тема заслуговує на подальше дослідження.

Висновки і пропозиції. Проведене теоретичне дослідження дозволило сформулювати наступні висновки. Гетерозис – найбільше досягнення селекції рослин, біологічне явище, використання якого за створення гетерозисних гібридів F_1 дозволяє підняти врожайність на новий рівень – підвищити в середньому від 20 до 50% порівняно з вихідними сортами. Апоміксис привертає велику увагу дослідників завдяки потенційній цінності для сільського господарства. Впровадження його властивостей може стати предикатом «зеленої революції», адже завдяки апоміксису будь-яка гібридна ознака може бути зафіксована в наступних поколіннях, зберігаючи корисні гібридні властивості батьківських форм. Створення завдяки апоміксису клонального насіння збільшить фенотипову однорідність фермерських полів; останнє відіграє неоціненну роль для ефективного збору та переробки високопродуктивних сортів тютюну. Дослідження молекулярних і генетичних основ регуляції апоміксису має важливе значення для розуміння його еволюційних перспектив, а також для впровадження елементів успішної селекції високопродуктивних сортів тютюну. Незважаючи на те, що апоміксис вже давно розглядається в якості однієї з ключових платформ для створення технологій поліпшення сортів тютюну, нині лише фрагментарні нечисленні дослідження описують, як відбувається генетична і молекулярна регуляція цієї важливої ознаки. Ми вважаємо, що ця тема заслуговує на подальше ґрунтовне вивчення. Вирішення низки вищезазначених питань можливе завдяки впровадженню дієвих методів селекції високопродуктивних сортів тютюну шляхом апоміксису та гетерозису. Виявлення нових та рідкісних мікроознак, безпосереднє використання мутантів із набором цінних ознак у вигляді господарсько-цінного вихідного матеріалу, скорочення селекційного процесу та закріплення гетерозису можливе завдяки організованій селекції високопродуктивних сортів тютюну шляхом апоміксису.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Баранова Е. Г. Иваницкий К. И., Сучков В. И. Межвидовая гибридизация как способ интрогрессии генетических систем устойчивости к болезням. *Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной сельскохозяйственной и пищевой продукции*. 2015. С. 79–83.
2. Брюхин В. Б. Молекулярно-генетическая регуляция апомиксиса. *Генетика*. 2017. Вып. 53(9). С. 1001–1024.
3. Бялковська Г., Юречко А., Вельган Є., Пашенко, В. Новий перспективний сорт тютюну української селекції – Берлей 46. *Вісник аграрної науки*. 2020. Т. 98. № 5. С. 41–47.
4. Глюдзик М. Ю., Матієга О. О., Савіна О. І. Методологічне удосконалення застосування апоміксису у селекції тютюну. *Генетичні ресурси рослин*. 2014. № 15. С. 105–112.
5. Головаш Л. М., Роговий О. Ю., Павлик С. А. Екологічне вивчення нових сортів та гібридів сільськогосподарських культур на Устимівській дослідній станції рослинництва. *Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2012. № 14. С. 415–419.
6. Гончаров Н.П. Гончаров П.Л. Методические основы селекции растений; отв. ред. В.К. Шумный ; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т цитологии и генетики ; Рос. акад. сельскохозяйственных наук, Сиб. отд-ние, Сиб. НИИ растениеводства и селекции ; Том. гос. ун-т, Биол. ин-т. изд. 2-е, перераб. и доп. Новосибирск : Академическое изд-во "Гео", 2009. 427 с.

7. Каргина Л. Н. Изменчивость селекционных признаков табака. *Бюллетень Никитского ботанического сада*. 2009. Вып. 99. С. 84–86.
 8. Кочетов А.В., Шумный В.К. Трансгенные растения как генетические модели для изучения функций генов растений. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2016. Вып. 20(4). С. 475–481. doi: 10.18699/VJ16.179
 9. Нерсесян П. М., Саакян Ж. Г. Роль отбора в усилении трансгрессивной изменчивости в старших поколениях межсортовых гибридов табака. *Biological Journal of Armenia. Биологический журнал Армении*. 1970. Вып. 23(1). С. 26–33.
 10. Савина Е. И., Глюдзык М. Ю., Шейдик К. А. Анализ проявления эффекта апомиксиса у а1. *Актуальные вопросы современной науки*. 2014. № 37. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-proyavleniya-effekta-apomiksisa-u-a1> (дата обращения: 07.07.2021).
 11. Терновский М. Ф. Межвидовая гибридизация у *Nicotiana* – получение полиплоидных и гаплоидных растений. *Труды по прикл. бот., генет. и селекц. Сер. 2*. 1936. № 9. С. 125–130.
 12. Терновский М.Ф., Миссюра М.Т. Рентгеномутанты табака. *Сборник работ по селекции, генетике и семеноведению табака и махорки*. 1936. Т. 2, Вып. 132. С. 150–195.
 13. Цаценко Л. В. Инновационные технологии в агрономии: селекция и семеноводство : учеб. пособие. Краснодар : КубГАУ, 2020. 88 с.
 14. Шевченко С.В. Цитолого-эмбриологические исследования в Никитском ботаническом саду. *Бюллетень ГНБС*. 2010. №100. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsitologo-embriologicheskie-issledovaniya-v-nikitskom-botanicheskom-sadu> (дата обращения: 07.07.2021).
 15. Юдакова О.И. Системы репродукции растений. Апомиксис: учеб. пособие. Саратов, 2017. 48 с.
 16. Dexter-Boone A. E. Investigating Heterosis and the Genetic Control of Parthenocarpy in Tobacco. North Carolina State University, 2018. <https://repository.lib.ncsu.edu/bitstream/handle/1840.20/35350/etd.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 17. Dexter-Boone A., Lewis R. S. Heterosis in Flue-Cured Tobacco and Its Utility in Predicting Transgressive Segregation within Derived Populations of Inbred Lines. *Crop Science*. 2019. Vol. 59. No. 3. P. 957–967.
 18. Dhavala C. V., Papidandla U. M., Ullagaddi C., Thimmegowda G. C., Gandra S. V. Genetic Analysis and Trait Association in Multi-parent Advanced Generation Inter-Cross (MAGIC) F₂ Population of Tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). *Notulae Scientiae Biologicae*. 2017. Vol. 9(3). P. 392–396.
 19. Dyulgerski Y., Dimanov D. Study on heterosis behavior related to the leaves size by the tobacco of Burley variety group. *Acta Agriculturae Serbica*. 2012. No 17(34). P. 75–82.
 20. Hancock W. G., Lewis R. S. Heterosis, transmission genetics, and selection for increased growth rate in a *N. tabacum* × synthetic tobacco cross. *Molecular breeding*. 2017. Vol. 37(4). P. 53.
 21. Haploidy in tobacco induced by PsASGR-BBML transgenes via parthenogenesis / Z. Zhang et al. *Genes*. 2020. Vol. 11. No. 9. P. 1072.
 22. Heterosis for cured leaf yield and its component traits in bidi tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). / H. K. Chaudhari et al. *Research in Environment and Life Sciences*. 2017. Vol. 10(7). P. 606–611.
 23. Heterosis in Genomic Era: Advances in the Molecular Understanding and Techniques for Rapid Exploitation / A. K. Das, et al. *Critical Reviews in Plant Sciences*. 2021. T. 40. Vol. 3. P. 218–242.
 24. Kara S. M., & Esendal E. Heterosis and combining ability analysis of some quantitative characters in Turkish tobacco. *Tobacco Research (India)*. 1995. URL: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=TR1999000071>
 25. Koelreuter J. *Methods of Plant Breeding*; eds. Hayes, H. K. & Immer, F. R. & Smith, B. C. McGraw Hill Book Co. Inc., 1763.
-

26. Kuchhadiya G. V., Sisara H. C., Patel B. R., Patel D. K. Exploitation of heterosis for yield components and quality in bidi tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). *Trends in Biosciences*. 2016. Vol. 9(8). P. 509–514.

27. Megha Ganachari H. D. Mohan Kumar B.M. Dushyantha Kumar S. P. Nataraju, Ravindra H. Combining Ability Analysis for Cured Leaf Yield and its Component Traits in FCV (Flue-Cured Virginia) Tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). *Int.J.Curr.Microbil.App.Sci*. 2019. Vol. 8(02). P. 2306–2313. doi: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2019.802.269>

28. Yu D. et al. Molecular basis of heterosis and related breeding strategies reveal its importance in vegetable breeding. *Horticulture research*. 2021. Vol. 8. No. 1. P. 1–17.

УДК 633.811:631.5(477.43+477.85)

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.4>

ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ ВИРОЩУВАННЯ ШАВЛІЇ МУСКАТНОЇ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОГО

Грохольська Т.М. – аспірант,

Подільський державний аграрно-технічний університет

Хоміна В.Я. – д.с.-г.н., доцент, завідувач кафедри садівництва і виноградарства, землеробства та ґрунтознавства,

Подільський державний аграрно-технічний університет

Стаття присвячена визначенню особливостей впливу технологічних факторів на урожайність суцвіть та умовний вихід ефірної олії із гектара посівної площі шавлії мускатної за вирощування в умовах Західного Лісостепу. Досліджено вплив строку сівби (осінній, весняний), норми висіву насіння (4, 6, 8, 10 кг/га) та року використання шавлії мускатної на продуктивність рослин. Дослідженням встановлено доцільність вирощування шавлії мускатної в умовах Західного Лісостепу, оскільки урожайність суцвіть у перший рік вегетації становила 2,8–7,8 т/га, у другий – 5,7–12,8 т/га. Експериментально встановлено, що серед двох досліджуваних строків сівби більш ефективним виявився осінній (листопад). Використання різних норм висіву насіння показало, що оптимальні показники врожайності отримано за норми висіву 8 кг/га; на цих варіантах урожайність за весняного строку сівби перевищила контроль (норма висіву 6 кг/га) у перший рік використання шавлії на 1–3,7 т/га, у другий – на 5,4–8,7 т/га. Оптимальну урожайність суцвіть шавлії мускатної отримано в разі осіннього строку сівби нормою висіву насіння 8 кг/га (цей показник у перший рік використання посіву становив у середньому за роки дослідження 7,4 т/га, у другий рік – 12,5 т/га). Показник урожайності шавлії другого року використання значно перевищив аналогічний показник першого року вирощування рослин; децю більш урожайним виявився 2019 рік. Визначено умовний збір ефірної олії із гектара посівів, який коливався в межах 2,24–10,81 кг/га залежно від досліджуваних факторів, року дослідження та року використання культури. Отже, максимальний умовний збір ефірної олії відмічено на варіантах осіннього строку сівби нормою висіву насіння 8 кг/га. За роками дослідження цей показник склав 5,6–6,24 кг/га на першому році вегетації рослин і 10,36–10,81 кг/га – на другому році.

Ключові слова: шавлія мускатна, строк сівби, норма висіву насіння, рік вегетації, урожайність, збір ефірної олії.

Hrokholska T.M., Khomina V.Ya. Optimization of technological factors in the growing of clary sage under the conditions of the Western Forest-Steppe

The article is devoted to the establishment of the influence of technological factors on the yield of inflorescences and the conditional yield of essential oil from the hectare area of clary sage grown in the Western Forest-Steppe. The impact of sowing time (autumn, spring), rates of sowing

(4, 6, 8, 10 kg / ha) and year of use of clary sage on plant productivity was studied. The research has confirmed the feasibility of growing clary sage under the conditions Western Forest-Steppe, as the yield of inflorescences in the first year of the growing season was 2.8–7.8, in the second it was 5.7–12.8 t / ha. It has been experimentally established that autumn (November) proved to be more effective of the two studied sowing periods. The use of different rates of sowing seeds showed that the optimal yields were obtained at sowing rates of 8 kg / ha. In these variants, the yield (after spring sowing) exceeded the control (rate of sowing 6 kg / ha) in the first year of sage use by 1–3.7 t / ha, and in the second year of use by 5.4–8.7 t / ha. Yield calculation showed that the optimal yield of clary sage inflorescences was obtained under autumn sowing with a rate of sowing 8 kg / ha; in the first year of use it was (average for the years of research) 7.4 t / ha, in the second year of use it was 12.5 t/ha.

The yield of the second year of use significantly exceeded that of sage in the first year of life; 2019 was a bit more productive. The conditional yield of essential oil per hectare of crops was determined, which ranged from 2.24 to 10.81 kg / ha depending on the studied factors, the year of research and the year of using the crop. Thus, the maximum conditional yield of essential oil was on the variants of autumn sowing and rate of sowing 8 kg / ha, the indicator in terms of years of research in the first year of plant vegetation was 5.6–6.24 kg / ha, in the second year of use 10.36–10.81 kg / ha.

Key words: clary sage, sowing time, rate of sowing seeds, year of vegetation, yield, essential oil yield.

Постановка проблеми. *Salvia sclarea* є однією з найбільш культивованих ароматичних рослин, особливо у Франції, Болгарії, Західному Китаї [1], Центральній Європі, Англії, Марокко, США, та використовується в усьому світі як джерело ефірної олії [2]. У різних країнах світу, особливо в Туреччині, застосовують шавлію як трав'яний чай задля полегшення шлункового болю, захисту печінки, послаблення болю за ревматизму [3]. Ефірна олія цієї рослини є важливим ароматом у парфумерній, тютюновій та харчовій промисловості; це чудове джерело багате на омега 3-лінолеву кислоту. Науковцями [4] встановлено, що шавлія має значні перспективи застосування в сільському господарстві через фітореMediaцію (комплекс методів очищення стічних вод, ґрунтів, атмосферного повітря з використанням зелених рослин), а також має алелопатичні та інсектицидні властивості.

В Україні шавлія мускатна вивчена недостатньо, особливо в умовах Західного Лісостепу, тому дослідження питань технології вирощування культури, виходячи з її цінних властивостей, є актуальним і своєчасним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У польових дослідженнях, що виконувалися в умовах півдня України, вивчені агротехнічні прийоми вирощування шавлії мускатної: норма внесення мінеральних добрив під основний обробіток ґрунту, глибина оранки, строки сівби та їхня післядія на формування проходження фенологічних фаз розвитку рослин різних років життя, а також на врожайність сировини та вміст ефірної олії у рослинах [5]. О.В. Князюк, В.С. Горбатюк і І.А. Мельник під час дослідження шавлії мускатної установили, що строк і спосіб сівби впливали на схожість насіння. Найвищий показник схожості насіння (92,3%) відмічений у разі строку сівби 15 квітня та ширини міжрядь 45 см [6].

Досліджують шавлію мускатну в країнах близького й далекого зарубіжжя. Науковцями Інституту ботанічних та економічних досліджень Угорської академії наук досліджено різні частини рослини *Salvia sclarea* L. на вміст 18 елементів (Al, B, Ca, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, S, V, Zn) та склад олії [7]. Зміни у складі ефірної олії шавлії мускатної у чотирьох різних фенологічних фазах досліджено М. Saharkhiz, А. Ghani, М. Hassanzadeh-Khauyat. Науковцями встановлено найвищий вміст лінололу та ліналолацетату в фазі повного цвітіння рослин [8]. Компонентний склад ефірної олії шавлії мускатної вивчено А. Džamić, М. Soković, М. Ristić [9]. Вивчено компонентний склад ефірної олії таджицькими

вченими [10]. Дослідження різних ефектів гідродистиляції (2, 3 та 4 год.) на урожайність та склад ефірної олії *S. sclarea* виконано науковцями Афінівського університету [11]. Сицилійські науковці шавлію мускатну оцінювали за придатністю до вирощування в посушливих умовах та досліджували вплив цих умов на склад ефірної олії [12].

Відомо, що географічні, екологічні, кліматичні, генетичні фактори відповідають за відмінності хімічного складу ефірної олії шавлії. Ці фактори суттєво впливають на ріст і розвиток рослини [13], тому, враховуючи закордонний досвід, слід більше уваги приділяти шавлії мускатній в Україні.

Постановка завдання. Мета дослідження – визначення врожайності та умовного збору ефірної олії шавлії мускатної залежно від строку сівби, норми висіву насіння (4, 6, 8, 10 кг/га) та року використання в умовах Західного Лісостепу.

Дослідження виконувалося на дослідних ділянках кафедри садівництва і виноградарства, землеробства та ґрунтознавства Подільського державного аграрно-технічного університету.

У досліді вивчалися наступні фактори: фактор А – строк сівби (весняний, осінній); фактор В – норма висіву насіння (4, 6, 8 та 10 кг/га).

Виклад основного матеріалу дослідження. Урожайність суцвіть шавлії мускатної залежить від факторів як технологічних, так і екологічних, проте в якості багаторічної культури шавлія характеризується різним рівнем урожайності суцвіть залежно від року вегетації рослин. Наші дослідження, виконані в умовах Західного Лісостепу, вивили досить високу урожайність суцвіть: в перший рік вегетації – 2,8–7,8 т/га, у другий – 5,7–12,8 т/га (табл. 1).

Таблиця 1

Урожайність суцвіть шавлії мускатної залежно від строків сівби, норми висіву насіння та року використання, т/га (2019–2020 рр.)

Строк сівби (Фактор А)	Норма висіву насіння, кг/га (фактор В)	Рік досліджень			
		2019		2020	
		рік вегетації рослин			
		1-й	2-й	1-й	2-й
Весняний	4	3,2	6,9	2,8	5,7
	6 (К)	4,1	7,5	3,8	6,2
	8	6,5	10,9	5,9	9,5
	10	5,0	8,1	4,3	7,3
Осінній	4	3,8	8,9	3,4	7,4
	6	4,9	9,1	4,5	8,0
	8	7,8	12,8	7,0	12,2
	10	6,2	9,7	5,1	9,5
V, %		38,9			

Експериментально встановлено, що серед двох досліджуваних строків сівби більш ефективним виявився осінній (листопад). Використання різних норм висіву насіння показало, що оптимальні показники урожайності отримано за норми висіву 8 кг/га; на цих варіантах урожайність за весняного строку сівби перевищила контроль (6 кг/га) в першій рік використання шавлії на 1–3,7 т/га,

у другий рік – на 5,4–8,7 т/га. Оптимальну врожайність суцвіть шавлії мускатної отримано за осіннього строку сівби нормою висіву насіння 8 кг/га; цей показник у перший рік використання посіву становив в середньому за роками дослідження 7,4 т/га, у другий рік – 12,5 т/га. Показник урожайності другого року використання посіву шавлії суттєво перевищив показник урожайності першого року життя; дещо більш урожайним виявився 2019 рік. Коефіцієнт варіації ознаки високий (38,9%), що вказує на істотну різницю між варіантами досліду.

Ефірна олія шавлії мускатної – основна біологічно активна речовина, заради якої вирощують цю культуру. Нами визначено умовний збір ефірної олії із гектара посівів, який коливався в межах 2,24–10,81 кг/га залежно від досліджуваних факторів, року дослідження та року використання культури (табл. 2).

Максимальний умовний збір ефірної олії відмічений на варіантах осіннього строку сівби з нормою висіву насіння 8 кг/га (цей показник у перший рік вегетації рослин становив 5,6–6,24 кг/га, у другий – 10,36–10,81 кг/га).

Таблиця 2

Умовний збір ефірної олії шавлії мускатної залежно від строків сівби, норми висіву насіння та року використання, кг/га (2019–2020 рр.)

Строк сівби (Фактор А)	Норма висіву насіння, кг/га (фактор В)	Рік досліджень			
		2019		2020	
		рік вегетації рослин			
		1-й	2-й	1-й	2-й
Весняний	4	2,56	5,81	2,24	4,82
	6 (К)	3,28	6,16	3,04	5,26
	8	5,20	9,22	4,73	8,01
	10	4,20	6,89	3,45	6,19
Осінній	4	3,03	2,67	2,72	6,20
	6	3,91	7,72	3,61	6,81
	8	6,24	10,81	5,60	10,36
	10	4,91	8,24	4,09	8,07
V, %		41,8			

Висновки. Шавлію мускатну доцільно вирощувати в умовах Західного Лісостепу як багаторічну культуру. Оптимальну врожайність суцвіть шавлії мускатної отримано за осіннього строку сівби нормою висіву насіння 8 кг/га (цей показник у перший рік використання в середньому за роками дослідження становив 7,4 т/га, у другий рік – 12,5 т/га). В цьому ж варіанті досліду отримано найбільший умовний збір ефірної олії (показник у перший рік вегетації рослин становив 5,6–6,24 кг/га, у другий – 10,36–10,81 кг/га).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Leung A., Foster S. Encyclopedia of Common Natural Ingredients Used in Food, Drugs and Cosmetics. *Journal of Natural Products*. 1996. Second Edition. New York. P. 173–175.
2. Lawrence B. Chemical components of Labiate oils and their exploitation. *Advances in Labiate Science*. 1992. Balogh Scientific Books. P. 399–436.
3. Bayrak A., Akgul A., Composition of essential oil from Turkish Salvia species. *Phytochemistry*. 1987. Vol. 26 (3). P. 846–847.

4. Aćimović M., Kiprovski B., Rat M., et al. *Salvia sclarea*: chemical composition and biological activity. *Journal of Agronomy, Technology and Engineering Management*. 2018. Vol.1 (1). P. 18–28.
5. Ушкаренко В.О., Чабан В.О. Вплив температурного режиму повітря на формування врожаю та ефірної олії на посівах шавлії мускатної. *Перспективні напрямки та інноваційні досягнення аграрної науки: матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції, присвяченої 145-річчю від заснування кафедри ботаніки та захисту рослин* (24 травня 2019 року). Херсон. С. 209–214.
6. Князюк О.В., Горбатюк В.С., Мельник І.А. Вплив строків сівби та ширини міжрядь на біометричні показники та продуктивність рослин шавлії мускатної (*Salvia solaria* L.) *Агробіологія*. 2018. Вип. 2. С. 55–59.
7. Szentmihályi K., Héthelyi E., Virág V., Then M. Mineral elements in muscat sage plant (*Salvia sclarea* L.) and essential oil. *Acta Biologica Szegediensis* 2009. Vol. 53(1). P. 35–38.
8. Saharkhiz M., Ghani A., Hassanzadeh-Khayyat M. Changes in essential oil content and composition of clary sage (*Salvia sclarea*) aerial parts during different phenological stages. *Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology*. 2009. Vol. 3(1). P. 90–93.
9. Džamić A., Soković M., Ristić M., et al. Chemical composition and antifungal activity of *Salvia sclarea* (Lamiaceae) essential oil. *Archives of Biological Sciences*. 2008. Vol. 60 (2). P. 233–237.
10. Sharopov F., Setzer W. The Essential Oil of *Salvia sclarea* L. from Tajikistan. *Records of Natural Products*. 2012. Vol. 6(1). P. 75–79.
11. Koutsaviti A., Tzini D., Tzakou O. Greek *Salvia sclarea* L. Essential Oils: Effect of Hydrodistillation Time, Comparison of the Aroma Chemicals Using Hydrodistillation and HS-SPME Techniques. *Records of Natural Products*. 2016. Vol. 10 (6). P. 800–805.
12. Carrubba A., Torre R., Piccaglia R., Marotti M. Characterization of an Italian biotype of clary sage (*Salvia sclarea* L.) grown in a semi-arid Mediterranean environment. *Flavour and Fragrance Journal*. 2002. Vol. 17. P. 191–194.
13. Jasicka-Misiak I., Poliwoda A., Petecka M. et al. Antioxidant phenolic compounds in *Salvia officinalis* L. and *Salvia sclarea* L. *Ecological Chemistry and Engineering Society*. 2018. Vol. 25 (1). P. 133–142.

УДК 635.744:631.674.6

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.5>

ПАРАМЕТРИ ПРОДУКТИВНОСТІ ГІСОПУ ЛІКАРСЬКОГО ЗА ВИРОЩУВАННЯ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Добровольський П.А. – старший науковий співробітник,

Миколаївська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту
зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

Гісоп лікарський є багаторічним напівкущем, який відзначається широкою екологічною амплітудою. Вирощують його як пряно-смакову культуру та застосовують у консервній, лікєро-горілчаній промисловості, а також як медонос. Як і більшість пряно-ароматичних рослин, гісоп має лікарські властивості. Низкою дослідників відмічено протизапальну, пом'якшувальну, протистогцидну, в'язучу, тонізуючу, ранозагоювальну дію гісопу лікарського. Екстракт та ефірна олія гісопу мають помірну антиоксидантну та протимі-

кробну активність, а також протигрибкові та противірусні властивості. Рослину сировину використовують задля лікування гострих респіраторних інфекцій, астми, анемії, неврозів, ревматизму, стенокардії, стоматиту, а також в якості засобу для загоєння ран.

Гісоп лікарський – типовий ксерофіт, добре пристосований до посухи, маловимогливий до умов вирощування. Південна зона Степу України за кліматичними та ґрунтовими умовами відповідає необхідним вимогам щодо вирощування гісопу лікарського. Рослини зимостійкі та добре переносять посуху. Насіння цього виду характеризується високою життєздатністю: його лабораторна схожість становить 95–97% і не змінюється впродовж трьох-чотирьох років зберігання.

Мета роботи – на основі вивчення біології гісопу лікарського встановити параметри продуктивності культури, що забезпечать отримання квіткової маси на рівні 40–50 ц/га, та розробити способи його ефективного вирощування в умовах Миколаївської області. Задля реалізації таких практичних заходів необхідно використати комплексний підхід у разі вибору агротехнічних прийомів вирощування культури шляхом внесення добрив ($N_{60}P_{60}$ врозкид, $N_{30}P_{30}$ врозкид + $N_{30}P_{30}$ із поливною водою у фазу стеблуння) та підтримання вологості ґрунту в шарі 30–40 см на рівні 80–70–70% НВ. При цьому формується стійкий агрофітоценоз із оптимальними параметрами продуктивності рослин та врожайністю сухої квіткової сировини на рівні 52,6–53,7 ц/га. За умови першого укосу рослин наприкінці червня відбувається відростання пазонів та їхнє цвітіння впродовж останньої декади серпня – початку вересня. При цьому урожайність фітомаси вдвічі менша порівняно з першим укосом.

Ключові слова: гісоп лікарський, зрошення, добрива, продуктивність, урожайність квіткової маси.

Dobrovolskyi P.A. Crop capacity parameters of hyssop when grown in the Southern Steppe of Ukraine

Hyssop is a perennial semi-shrub, characterized by a wide ecological amplitude. It is also grown as a spicy-flavored crop, used in the canning, alcoholic beverage industry, as well as a nectar-bearing plant. Like most spicy-aromatic plants, hyssop has medicinal properties. A number of researchers noted an antioxidant, emollient, antihistoidal, astringent, tonic, wound-healing effect of hyssop. Hyssop extract and essential oil showed moderate antioxidant and antimicrobial activity, as well as antifungal and antiviral properties. Herbal raw materials are used to treat acute respiratory infections, asthma, anemia, neurosis, rheumatism, angina, stomatitis, as a wound healing agent.

Hyssop is a typical xerophyte well-adjusted to drought, undemanding to growing conditions. Climate and soil conditions in the southern part of the Steppe of Ukraine meet necessary requirements for growing hyssop. Plants are hardy and drought tolerate. This species seeds are also characterized by high viability, laboratory germination of seeds at the level of 95–97% does not change during three or four years of storage.

The aim of the article was to determine plant's capacity parameters on the basis of studying hyssop biology, which will contribute to obtaining flower mass on the level of 40–50 c/ha and develop measures for its effective growing under the conditions of Mykolaiv region. To implement such practical measures, a comprehensive approach should be used while selecting agricultural practices for growing crops with applying fertilizers ($N_{60}P_{60}$ broadcast, $N_{30}P_{30}$ broadcast + $N_{30}P_{30}$ with irrigation water during boot stage) and retaining soil moisture per 30–40 cm depth on the level of 80–70–70% MHC. In these circumstances, stable agrophytocenosis is formed with optimal plants capacity parameters and crops of dry floral materials at the level of 52,6–53,7 c/ha. After the first mowing at the end of June, shoots are growing and flowering during the last ten-day period of August and beginning of September. However, phytomass yield is twice lower compared to the first mowing.

Key words: *Hyssopus officinalis*, irrigation, fertilizers, capacity, yield of dry floral materials.

Постановка проблеми. На півдні України важливе значення мають культури, стійкі до стресових умов (підвищена температура, знижена відносна вологість повітря), з високою продуктивністю та підвищеними якісними характеристиками сировини. Для цієї зони такими можуть стати лікарські й ефіроолійні культури. Гісоп лікарський (*Hyssopus officinalis* L.) – нетрадиційна рослина родини Ясноткові (*Lamiaceae*), яку впродовж останнього десятиріччя почали культивувати в Україні. Низкою дослідників відмічено протизапальну, пом'якшувальну, протистодцидну, лактогенну, в'язучу, тонізуючу, ранозагоювальну дію гісопу лікарського. Рослину сировину *H. officinalis* використовують задля лікування гострих респіраторних інфекцій, астми, диспепсії, анемії, неврозів, ревматизму,

стенокардії, стоматиту. Південна зона Степу України за кліматичними та ґрунтовими умовами відповідає необхідним вимогам щодо вирощування гісопу лікарського. Строк продуктивного використання плантації гісопу лікарського в умовах цієї зони – понад 20 років. Рослини зимостійкі, добре переносять посуху [1–3]. Насіння цього виду характеризується високою життєздатністю, лабораторна схожість насіння на рівні 95–97% і не змінюється впродовж трьох-чотирьох років зберігання. Тому особливий інтерес представляє вивчення особливостей росту й розвитку цього важливого ефіроносу, перспективи одержання екологічно чистої продукції, а також можливість його вирощування у виробничих умовах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Зрошення – один з найефективніших факторів інтенсифікації сільськогосподарських культур. Гісоп відносять до групи ксерофітів разом із чабером, шавлією та іншими пряно-ароматичними культурами. Хоча рослина не росте на болотяних ділянках із застійною водою, однак у критичні періоди вегетації рослин, а також задля підвищення польової схожості рослин необхідне зрошення посівів. Нині одним з найперспективніших способів поливу, що відповідає зазначеним вимогам, є краплинний [3; 4]. Застосування краплинного зрошення є доцільним не тільки з огляду на підвищення врожайності, але й із необхідності економії водних ресурсів [5].

Існує думка, що регулярне зрошення знижує накопичення ефірної олії у рослинах і погіршує її якість. Але багаторічні дослідження науковців [6] показали, що вирощування пряно-ароматичних культур у разі локального зволоження, зокрема підтримка постійного режиму вологості ґрунту в кореневмісному шарі цих рослин, сприяла значному збільшенню їхньої продуктивності: врожайності, масової частки, збору ефірної олії.

Установлено, що під впливом удобрення ефективність зрошення підвищується, а при спільному використанні зрошення та удобрення приривок врожаю значно перевищує приривки, отримані після їхнього роздільного застосування. За вирощування гісопу лікарського на фонах $N_{60}P_{80}K_{80}$ та $N_{80}P_{100}K_{100}$ забезпечувався приріст лікарської сировини на 57–81% порівняно з неудобреним контролем [7].

Під час вирощування районованих у Республіці Білорусь сортів гісопу “Лазурит”, “Розоцветковий” та “Завея” висота рослин третього року вирощування складала 50–65 см, діаметр куща – 30–35 см, кількість суцвіть на одну рослину коливалася в межах 40–70 штук. При цьому урожайність фітомаси у фазу масового цвітіння була від 1,5 до 1,7 кг на 1 м^2 [8].

Однак донині мало відомі особливості формування врожайності цієї культури залежно від різних доз мінеральних добрив під час застосування краплинного зрошення. Тому розробка елементів технології вирощування гісопу лікарського є дуже актуальною. Отримані результати дозволять теоретично обґрунтувати та експериментально підтвердити можливість практичного використання гісопу лікарського в овочівництві та фармацевтичній промисловості.

Постановка завдання. Мета роботи – визначити вплив рівнів зволоження та добрив на продуктивність рослин гісопу лікарського в умовах краплинного зрошення Степу України. Експериментальні дослідження проводили в зоні Південного Степу України, на землях Миколаївської ДСДС ІЗЗ НААН протягом 2018–2020 рр. Клімат – континентальний, характеризується різкими та частими коливаннями річних і місячних температур повітря, великими запасами тепла та посушливістю.

Дослід розміщували у зрошуваній овочевій сівозміні після картоплі ранньої. Ґрунт – чорнозем південний із вмістом гумусу 2,9%. Забезпеченість азотом – низька, рухомим фосфором – середня, обмінним калієм – висока. Перед посадкою

гісопу на всій ділянці було встановлено краплинне зрошення задля більш ефективного та якісного забезпечення кореневої системи рослин вологою. Контроль за вологістю ґрунту перед поливом виконували за допомогою тензіометрів; поливи припиняли за 14 днів до збирання врожаю квіткової маси. Висадку розсади здійснювали навесні 2017 року вручну за схемою досліду на заздалегідь розміченій ділянці з повздовжніми та поперечними напрямками в лунки глибиною і діаметром 25–30 см. Площа живлення рослин складала 1x0,6 м. Коренева шийка під час висадки заглиблювалася на 4–5 см нижче рівня ґрунту. Посадкова площа ділянки становила 162 м², площа облікової ділянки – 5 м². Повторність досліджуваних варіантів – триразова. Об'єктом досліджень слугував середньостиглий сорт “Маркіз” із синьо-фіолетовим забарвленням віночка. Схема досліду включала два фактори: фактор А (доза мінеральних добрив: без добрив (контроль), N₆₀P₆₀ (рекомендована), N₃₀P₃₀ врозкид+ N₃₀P₃₀ з поливною водою) та фактор В (режими зрошення: 80–70–70% НВ та 90–80–70% НВ). Контроль за вологістю ґрунту перед поливом виконували за допомогою тензіометрів. Догляд за посівами включав розпушування міжрядь на глибину 5-6 см, другий міжрядний обробіток на глибину 8–10 см, а також проведення поливів та внесення добрив разом із поливною водою. Для фертигації застосовували аміачну селітру та амофос. Скошування наземної маси проводили у фазу масового цвітіння і висушували під укриттям.

Виклад основного матеріалу дослідження. Основні кліматичні показники за роки дослідження порівняно із середніми багаторічними показниками наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Основні метеорологічні показники за роки дослідження порівняно із середніми багаторічними показниками

Роки, місяці		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<i>Середні багаторічні показники</i>	температура повітря, °С	-3,1	-1,8	2,6	10,2	16,5	20,4	22,3	21,8	16,9	10,3	4,4	-0,9
	вологість повітря, %	87	82	79	73	67	68	61	62	70	76	83	86
	опаді, мм	36	35	30	32	44	54	58	41	39	22	36	45
2018	температура повітря, °С	-0,2	-0,6	-1,1	15,8	21,7	24,3	25,3	25,3	18,3	12,9	1,3	0,0
	вологість повітря, %	85	84	82	61	60	53	64	44	60	65	80	87
	опаді, мм	41	54	79	2	32	22	71	1	55	14	26	31
2019	температура повітря, °С	1,3	1,4	7,6	11,9	17,8	23,9	23,4	25,0	19,4	11,8	7,3	4,2
	вологість повітря, %	84	82	74	73	62	54	56	49	63	77	86	87
	опаді, мм	45	8	4	52	56	63	37	30	5	25	11	34
2020	температура повітря, °С	1,5	2,9	7,7	10,2	14,4	22,0	24,4	23,8	20,4	15,1	4,8	3,1
	вологість повітря, %	86	82	76	70	73	73	60	65	64	77	86	86
	опаді, мм	16	41	1	18	38	104	37	0	72	15	5	22

Осінньо-зимові періоди років дослідження були сприятливими для росту й перезимівлі гісопу лікарського. Обмерзання пагонів і бруньок, загибелі рослин не спостерігалась. Погодні умови в роки досліджень були різними. Так, 2018 рік можна віднести до посушливого, 2019 рік – до середньо посушливого, 2020 рік – до сприятливого за вологозабезпеченістю. В усі роки, починаючи із середини квітня, внаслідок низької відносної вологості повітря та сухійних явищ верхні шари ґрунту швидко висихали, ускладнюючи умови для росту гісопу лікарського. Незначні опади не пом'якшували дію посушливих явищ, тому з кінця квітня застосовували краплинне зрошення.

Дослідженням динаміки ростових процесів гісопу лікарського впродовж генеративного періоду встановлено, що максимальної висоти рослини досягали на третій рік життя (37,4–83,9 см), тоді як мінімальною висота була в перший рік вегетації – 24,9–55,9 см. Починаючи з другого року життя гісопу, кількість вегетативно-генеративних пагонів на куці зростала. Так, на другий рік їхня середня кількість становила 45–80 штук, а на третій – 66–95 штук (рис. 1, 2).



Рис. 1. Рослини гісопу лікарського першого року життя

Найбільша маса рослин гісопу лікарського спостерігалася на третій рік життя (659,4–1218,4 г/м²), найменша – в перший рік (264,3–445,3 г/м²). Причому за умови зрізання отави рослин *H. officinalis* наприкінці червня (фаза початку цвітіння) спостерігали відростання пагонів на 30–50 см та їхнє цвітіння впродовж останньої декади серпня – початку вересня. При цьому внаслідок зниження температури повітря сформовані квітки були менші за розмірами, насіння не дозрівало. Урожайність фітомаси в цьому випадку була вдвічі меншою в порівнянні з першим укосом.



Рис. 2. Рослини гісопу лікарського третього року життя

Нами було виявлено різницю в біометричних параметрах рослин залежно від удобрення та режимів зрошення (табл. 2). Найбільш істотним це збільшення було за внесення $N_{30}P_{30}$ врозкид та $N_{30}P_{30}$ з поливом (у цьому варіанті на одній рослині налічувалося 70–76 стебел, висота рослин досягала 59,9–69,5 см, а маса рослини складала 836,5–884,8 г/м² залежно від режиму зрошення культури). Результати дослідження показали, що в разі вирощування гісопу з дотриманням режиму зрошення 80–70–70% НВ урожайність квіткової сировини в абсолютно сухій вазі складала 41,8 ц/га, а за дотримання режиму 90–80–70% НВ – 43,0 ц/га (середнє за 2018–2020 рр.). Порівнюючи режими зрошення, слід зауважити, що режим зрошення 80-70-70% НВ за ефективністю був близьким до 90-80-70% НВ, адже середні рівні врожайності гісопу лікарського в указаних варіантах були достовірно однаковими (НІР₀₅ по фактору В – 3,87 с/га). Отже, для формування врожайності квіткової сировини гісопу доцільно вирощувати культуру за використання режиму зрошення 80–70–70% НВ.

Таблиця 2

Параметри продуктивності гісопу лікарського (в середньому за 2018–2020 рр.)

Удобрення (А)	Висота, см	Кількість стебел, шт	Діаметр куща, см	Маса рослини, г/м ²	Урожайність, ц/га
1	2	3	4	5	6
Рівень зволоження (В) – 80–70–70%НВ					
1. Контроль (без добрив)	31,0±5,0	47±7	18±3	486,6±98,4	32,3±5,9
2. $N_{60}P_{60}$ врозкид	46,3±5,0	60±7	27±3	620,9±98,4	40,6±5,9
3. $N_{30}P_{30}$ врозкид+ $N_{30}P_{30}$ з поливом	59,9±5,0	70±7	33±3	836,5±98,4	52,6±5,9
<i>Середнє</i>	<i>45,7</i>	<i>58,7</i>	<i>25,9</i>	<i>648,0</i>	<i>41,8</i>

Закінчення таблиці 2

1	2	3	4	5	6
Рівень зволоження (В) – 90–80–70%НВ					
1. Контроль (без добрив)	42,5±5,1	52±6	23±3	506,2±105,3	33,8±6,1
2. N ₆₀ P ₆₀ врозкид	56,9±5,1	67±6	33±3	633,9±105,3	41,5±6,1
3. N ₃₀ P ₃₀ врозкид+ N ₃₀ P ₃₀ з поливом	69,5±5,1	76±6	38±3	884,8±105,3	53,7±6,1
<i>Середнє</i>	<i>56,3</i>	<i>65,1</i>	<i>31,4</i>	<i>675,0</i>	<i>43,0</i>
НІР ₀₅ для урожаю за факторами: А – 4,74; В – 3,87; АВ – 6,70.					

Внесення мінеральних добрив на фоні краплинного зрошення підвищувало врожайність квіткової маси гісопу лікарського. Так, під час внесення мінеральних добрив прибавка врожаю становила 7,7–20,3 ц/га. Найбільшу урожайність 52,6–53,7 ц/га сухої квіткової сировини одержано у варіанті, де вносили 50% дози мінеральних добрив урозкид і 50% – з поливною водою за дотримання режимів зрошення 80–70–70% НВ та 90–80–70% НВ.

Висновки і пропозиції. Отже, в умовах Миколаївської області здійснено оцінку успішності та перспективності вирощування гісопу лікарського (*Hyssopus officinalis*) сорту “Маркіз”, максимальні біометричні показники якого формувалися на третій рік життя. У середньому за 2018–2020 рр. оптимальні параметри продуктивності гісопу лікарського (найбільша кількість стебел на одній рослині 70–76 штук, висота рослин – 59,9–69,5 см, маса однієї рослини – 836,5–884,8 г/м²) відмічені в разі внесення мінеральних добрив N₆₀P₆₀ (50% врозкид і 50% із поливною водою).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Позняк А. Иссоп лекарственный: многолетник, заслуживающий внимания. *Овощеводство*. 2011. № 11. С. 36–39.
2. Жарінов В. І., Остапенко А. І. Вирощування лікарських, ефіроолійних, пряно-смакових рослин: Навчальний посібник. Київ : Вища школа, 1994. 234 с.
3. Коваленко О. А., Андрійченко Л. В. Продуктивність гісопу лікарського за умов краплинного зрошення в Південному Степу України. Матеріали міжнар. наук.-практ. конф. «Розвиток аграрної галузі та впровадження наукових досліджень у виробництво», Миколаїв, 17–19 жовтня 2018 р. С. 22.
4. Коваленко О. А., Андрійченко Л. В. Як вирощувати нову пряно-ароматичну культуру гісоп лікарський у південній частині Степу України. *The Ukrainian FARMER : партнер сучасного фермера*. 2019. № 2 (110). С. 122–123.
5. Ромащенко М. І., Шатковський А. П., Рябков С. В. Краплинне зрошення овочевих культур і картоплі в умовах Степу України. Київ : «ДІА», 2012. 248 с.
6. Орел Т. И., Работягов В. Д. Качество сырья и эфирного масла эфиромасличных и лекарственных культур в условиях подпочвенного орошения в Крыму. Матеріали XIV междунар. научн. конф. «Экологические основы онтогенеза природных сообществ Евразии». Херсон : Айлант, 2002. С. 75–79.
7. Вечер Н. Н., Березко М. Н. Влияние минеральных удобрений и норм высева семян на урожай лекарственного сырья иссопа. *Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве* : сборник научных статей Междунар. науч.-практ. конференции. Минск : БГАТУ, 2016. С. 318–321.
8. Коваленко Н. А., Ахрамович Т. И., Супиченко Г. Н., Сачивко Т. В. Антибактериальная активность эфирных масел иссопа лекарственного. *Химия растительного сырья*. 2019. № 1. С. 191–199

УДК 633.812:631.5(477.43+477.85)
DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.6>

РІСТ ТА РОЗВИТОК РОСЛИН ЛАВАНДИ ВУЗЬКОЛИСТОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СПОСОБІВ РОЗМНОЖЕННЯ, СТРОКІВ САДІННЯ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗАХОДІВ

Зелінська Н.М. – аспірант,
Подільський державний аграрно-технічний університет
Хоміна В.Я. – д.с.-г.н., доцент,
завідувач кафедри садівництва і виноградарства,
землеробства та ґрунтознавства,
Подільський державний аграрно-технічний університет

Стаття присвячена виявленню залежності біометричних показників лаванди вузьколистої від умов вирощування, способів розмноження та схеми садіння рослин вегетативного способу розмноження (поділом куща). Дослідженням доведено доцільність вирощування лаванди вузьколистої в умовах Західного Лісостепу. У статті показано вплив умов року дослідження, строку та схеми садіння рослин лаванди на висоту, ширину рослин, кількість суцвіть на рослині в першого та другий рік життя. Умови 2019 року були більш сприятливими для росту, розвитку й формування продуктивності рослин лаванди вузьколистої порівняно з 2020 роком. У генеративний період розвитку рослин в умовах 2019 року була більша кількість опадів, проте й більш високі температури, що сприяло вищій продуктивності рослин лаванди вузьколистої. Унаслідок дослідження виявлено більш оптимальний строк садіння поділом куща – осінній (II декада жовтня). Краща схема садіння – 60 × 60 см. Унаслідок проведених обліків визначено, що висота рослин указанного варіанту на другому році життя становила 60,0–62,9 см, ширина – 46,1–48,2 см, кількість суцвіть – 47,4–49,7 штук. Вимірювання показало, що на другий рік вегетації лаванди вузьколистої приріст рослин у висоту становив 6,3–8,9 см, у ширину – 12,4–15,3 см, а кількість суцвіть у розрахунку на одну рослину зроста на 13,2–15,7 штук. Установлено, що за розмноження лаванди вузьколистої живцюванням більш ефективним є строк заготовки живців після цвітіння маточних рослин (липень) порівняно з весняною їхньою заготовкою (квітень). Із двох використаних біостимуляторів (Корневін та Вимпел) більш ефективним виявився препарат Корневін, застосування якого сприяло укоріненню 98% живців, що на 19% більше, ніж контрольного варіанту (без препарату).

Ключові слова: лаванда вузьколиста, спосіб розмноження, спосіб садіння, рік вегетації, біометричний показник, біостимулятор росту.

Zelinska N.M., Khomina V.Ya. Growth and development of narrow-leaved lavender plants depending on methods of reproduction, planting time and technological measures

The article is devoted to the identification of the dependence influence of biometric indicators of narrow-leaved lavender on the growing conditions, methods of reproduction and planting scheme of vegetative method of reproduction (division of the bush). Studies have proven the feasibility of growing lavender in the Western forest-steppe. The article shows the influence of the research year conditions, the time and scheme of planting lavender plants on the height, width of plants and the number of inflorescences on the plant in the first and second year of life. Conditions in 2019 were more favorable for the growth, development and productivity of lavender narrow-leaved plants compared to 2020. During the generative period of plant development in 2019 there was more rainfall, but also higher temperatures, which contributed to higher productivity of narrow-leaved lavender plants. As a result of research, the more optimum time of planting by division of a bush – autumn (the second ten-day period of October) is determined. The best planting scheme was 60 × 60 cm. As a result of the calculations it was determined that the height of plants in this variant of the second year plants was 60.0–62.9 cm, width – 46.1–48.2 cm, and the number of inflorescences – 47.4–49.7 pieces. Measurements showed that in the second year of vegetation of narrow-leaved lavender plants, the growth of plants in height was 6.3–8.9 cm, width – 12.4–15.3 cm, and the number of inflorescences increased by 13.2–15.7 pieces from the plant. The studies have shown that when propagating narrow-leaved

lavender by cuttings it was more effective to use cuttings taken after the flowering of mother plants (July) compared to spring cuttings (April). Between the two biostimulants used: Cornevin and Vimpel, Cornevin proved to be more effective, the use of which contributed to the rooting of 98% of cuttings, which was 19% higher than the control variant (without the agent).

Key words: narrow-leaved lavender; method of reproduction; method of planting; year of vegetation; biometric indicator; growth biostimulator.

Постановка проблеми. До ефіроолійних належить багато рослин, які вирощують для виробництва з них легких ароматичних речовин, що дістали назву ефірні олії. За складом і хімічною будовою ефірні олії є сумішшю різноманітних органічних сполук: вуглеводів різного ступеню насиченості, спиртів, фенолів, ефірів, альдегідів, кетонів та органічних кислот [1–3]. Нині існує близько 300 різноманітних ефіроолійних нішевих рослин, вирощування яких може стати доволі рентабельною справою. Але це можливо лише за умови правильного догляду, врахування багатьох інших факторів. Однією з пріоритетних культур в ефіроолійній галузі України є лаванда. Рентабельність, попит на продукцію, а також можливість вирощування цієї культури на еродованих та рекультивованих землях зумовлюють необхідність розширення площ її промислових плантацій та прискореного впровадження у виробництво нових високопродуктивних сортів [4–6]. Вивчення впливу способів розмноження, строків та схеми садіння в умовах Лісостепу західного наразі є актуальним і своєчасним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Лаванда – одна з ефіроолійних рослин, яка отримала промислове поширення в Криму. Вирощування культури завжди було високорентабельним видом виробництва [7]. Окремі роботи присвячено вивченню інтродукції лаванди в зоні південного сходу, а також рослин родини *Lamiaceae* в умовах Херсонської області [8; 9]. Аналітики зазначають, що в нашій країні наявні не менш потенційні можливості вирощування та переробки лаванди порівняно з Болгарією, яка є найбільшим виробником лавандової олії в Європі [10]. В Українських Карпатах фірма «Надія» також вирощує цю чудову рослину у власному органічному саду, отримуючи екологічну сировину для своєї продукції [11]. Нині спостерігається тенденція до зміни погодних умов, тому виникла можливість культивувати практично в усіх зонах нашої країни ті теплолюбні культури, які раніше вважалися типово південними.

Постановка завдання. Мета дослідження – визначення продуктивності лаванди вузьколистої залежно від способу розмноження, строку та схеми садіння.

Дослідження проводилося на дослідних ділянках кафедри садівництва і виноградарства, землеробства та ґрунтознавства Подільського державного аграрно-технічного університету. Виконано два досліді. *Дослід 1:* строк садіння під час розмноження поділом куща (фактор А): I осінній (II декада жовтня), II весняний (II декада квітня); фактор В (схема садіння): 45 × 45 см, 60 × 60 см, 75 × 75 см, за контроль взято осінній строк садіння за схемою 75 × 75 см. *Дослід 2:* строк заготовки живців під час розмноження відгалуженнями (фактор А): I літній (липень), II весняний (II декада квітня); біостимулятор (фактор В): Корневін, Вимпел.

Виклад основного матеріалу дослідження. Одним із способів розмноження лаванди вузьколистої є розмноження поділом куща. З цією метою використовувалися дворічні рослини, що ділилися навпіл і висаджувалися за вищевказаними схемами. Біометричний аналіз рослин проводили у фазі масового цвітіння рослин лаванди. Щодо року садіння кращими виявились умови 2019 року, за яких рослини сформувалися більш високорослими, кущі були ширші й мали дещо більшу кількість суцвіть. Висота рослин лаванди вузьколистої коливалася в межах 35,9–52,9 см (табл. 1).

Таблиця 1

**Висота рослин лаванди справжньої за роками вегетації
залежно від технологічних заходів, см (2019–2020 рр.)**

Строк садіння (А)	Схема садіння (В)	Рік садіння			
		2019		2020	
		рік вегетації рослин			
		1-й	2-й	1-й	2-й
Осінній (II декада жовтня)	45 × 45	53,8	60,1	51,2	58,3
	60 × 60	54,0	62,9	52,6	60,0
	75 × 75 (К)	53,9	62,0	52,0	59,1
Весняний (II декада квітня)	45 × 45	45,9	62,8	43,6	51,1
	60 × 60	47,1	64,5	45,1	53,7
	75 × 75	46,3	63,1	44,3	53,0
V, %	25,1				

Осінній строк садіння виявився більш ефективним, рослини 100% перезимували, навесні в третій декаді квітня почали формувати бічні гілки, тоді як весняна посадка була проведена у другій декаді квітня, коли рослини ще приживалися. Цвітіння рослин осіннього строку садіння почалося на 12–14 днів раніше порівняно з весняним.

У рік вегетації приріст рослин у висоту становив 6,3–8,9 см. Найбільш високорослі рослини як першого, так і другого року життя (52,9 см) були у варіанті осіннього строку садіння (II декада жовтня) в умовах 2019 року в разі садіння за схемою 60 × 60 см.

Ширина рослин лаванди вузьколистої знаходилася в межах 29,9–48,2 см, що менше за висоту на 14,7–16,0 см. Рослини лаванди другого року вегетації у разі осіннього строку садіння за схемою 60 × 60 см були завширшки 46,1 см (в умовах 2020 року) та 48,2 см (у 2019 році) (табл. 2).

Таблиця 2

**Ширина рослин лаванди справжньої за роками вегетації
та залежно від технологічних заходів, см (2019–2020 рр.)**

Строк садіння (А)	Схема садіння (В)	Рік садіння			
		2019		2020	
		рік вегетації рослин			
		1-й	2-й	1-й	2-й
Осінній (II декада жовтня)	45 × 45	32,6	45,7	30,2	43,8
	60 × 60	33,0	48,2	31,5	46,1
	75 × 75 (К)	32,8	47,9	32,0	47,0
Весняний (II декада квітня)	45 × 45	29,9	42,3	27,5	40,3
	60 × 60	30,3	45,6	29,1	43,5
	75 × 75	31,1	45,9	29,0	43,7
V, %	19,9				

Кількість суцвіть на рослині лаванди вузьколистої – це один із основних показників продуктивності. У перший рік вегетації рослин залежно від строку садіння, схеми розміщення рослин та року дослідження показник становив 26,8–35,2 штук, у другий рік – був у межах 14,6–14,7 штук (табл. 3).

Таблиця 3

Ширина рослин лаванди справжньої за роками вегетації та залежно від технологічних заходів, см (2019–2020 рр.)

Строк садіння (А)	Схема садіння (В)	Рік садіння			
		2019		2020	
		рік вегетації рослин			
		1-й	2-й	1-й	2-й
Осінній (II декада жовтня)	45 × 45	31,5	46,2	29,1	43,4
	60 × 60	35,1	49,7	33,1	47,4
	75 × 75 (К)	35,2	49,8	33,6	46,9
Весняний (II декада квітня)	45 × 45	28,6	44,3	26,8	41,5
	60 × 60	33,1	47,8	30,1	44,1
	75 × 75	32,8	48,0	31,1	44,3
V, %	20,1				

Оптимальною є кількість суцвіть, що сформувалися на варіантах осіннього строку садіння за схемами 60 × 60 та 75 × 75 см: у 2019 році цей показник становив 49,7 та 49,8 штук відповідно, у 2020 році – 47,4 та 46,9 штук. Слід зазначити, що схема садіння 60 × 60 см найбільш оптимальна для рослин другого року життя.

Відомо, що за комплексного догляду лаванду як беззмінну культуру можна вирощувати 15 і більше років, проте в перші роки життя рекомендована нами площа живлення є оптимальною й економічно доцільною. Згодом для рослин більш старшого віку потрібна більша площа живлення, тоді можна буде здійснити викопування рослин через одну в погонному рядку та використати задля реалізації або засаджування нових площ.

Другий спосіб розмноження, використаний нами, – розмноження зеленими живцями після відцвітання на материнській рослині, а також рано навесні. Для укорінення живців необхідно 1,5 місяці. На живцях було сформовано по декілька вузлів, довжина яких близько 10 см.

Живці висаджувалися в ґрунтову суміш, не допускаючи перезволоження. Поливи слід проводити у разі підсихання верхнього шару ґрунтової суміші. Перші дні рослини слід тримати у затінку, потім – за розсіяного освітлення.

Дослідженням встановлено, що краще заготовляти живці влітку (в липні). Кількість укорінених живців на контрольному варіанті становила 79%, що на 4% вище показника вкорінення живців весняного строку заготовки (квітень) (табл. 4).

Таблиця 4

Укорінення живців лаванди вузьколистої залежно від строків їхньої заготовки та біостимуляторів росту, % (2019–2020 рр.)

Строк заготовки живців (А)	Без препарату (контроль)	Біостимулятор (В)			
		Корневін		Вимпел	
		факт.	± до контролю	факт.	± до контролю
Квітень	75	92	17	83	8
Липень	79	98	19	90	11

У разі застосування біостимуляторів більш ефективним виявився препарат Корневін, за якого кількість укорінених живців за літньої заготовки становила 98%, що

на 19% вище за контроль, а за весняної заготовки цей показник перевищив контрольний варіант на 17%. Під час використання препарату Вимпел нами одержано відповідно 90 та 83% укоріненних живців, що більше за контроль на 11 та 8%.

Висновки. Внаслідок проведеного дослідження виявлено оптимальний строк садіння лаванди вузьколистої поділом куща – осінній (II декада жовтня). Краща схема садіння – 60 × 60 см. Унаслідок проведених обліків визначено, що висота рослин другого року життя вказаного варіанту встановила 60,0–62,9 см, ширина – 46,1–48,2 см, кількість суцвіть – 47,4–49,7 штук. Приріст висоти рослин лаванди вузьколистої другого року вегетації становив 6,3–8,9 см, ширини – 12,4–15,3 см, кількості суцвіть – на 13,2–15,7 штук. Установлено, що за розмноження лаванди вузьколистої живцюванням більш ефективний строк заготовки живців – після цвітіння маточних рослин (липень) порівняно з весняною заготовкою живців (квітень). Серед двох застосованих біостимуляторів (Корневін та Вимпел) більш ефективним виявився препарат Корневін, використання якого забезпечило укорінення 98% живців, що на 19% більше контрольного варіанту (без препарату).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Зінченко О.І., Салатенко В.Н., Білоножко М.А. Рослинництво : підручник / за ред. О. І. Зінченка. Київ : Аграрна освіта. 2001. 591 с.
2. Горюнов Д.В., Уткин Л.А. Растения применяемые в быту. Вып. 54. Москва : Издательство Московского университета, 1966. С. 99–100.
3. Малінін П. Властивості і застосування лаванди. URL: <https://morning.in.ua/lavanda-vlastivosti-ta-zastosuvannya-lavandi.html> .
4. «Виростити лаванду проблеми немає, а реалізувати її – вже інше питання». Агроюг : Агроновости України. 27.06.2018. URL: <http://agro-yug.com.ua>.
5. Манушкіна Т.М. Фізіологічні особливості розвитку ізольованих меристем лаванди в культурі IN VITRO. *Таврійський науковий вісник*. 2012. Вип. 81. С. 108.
6. Латушкіна Т.М., Л.О. Бугаєнко Л.О., Єгорова Н.О. Клональне мікророзмноження деяких сортів лаванди (*Lavandula Angustifolia* Mill) методом культури ізольованих меристем IN VITRO. *Научные труды КГАУ. Сельскохозяйственные науки*. 2002. Вып. № 72. С. 45.
7. Дьяконов О.В. Применение удобрений для лаванды. *Актуальні питання сільськогосподарської науки та агропромислового комплексу. Адаптивне землеробство* : матеріали міжнародної науково-практичної конференції. Вінниця : 8–9 листопада 2013 р. С. 103.
8. Бєлова І.В., Глумова Н.В, Карпова Г.Я. Особливості формування захисної відповіді ефіроолійних рослин на дію низьких температур і можливість використання екзогенних фізіологічно активних речовин для їх активації. *Наукові, прикладні та освітні аспекти фізіології, генетики, біотехнології рослин і мікроорганізмів*: матеріали XI конференції молодих вчених. Київ : 22–24 червня 2010. С. 18–25.
9. Свиденко Л.В. Биология роста и развития некоторых эфиромасличных растений в условиях Херсонской области. *Бюллетень Никитского ботанического сада*. 1998. Вып. 80. С. 98–100.
10. Запашний бізнес планує прибутки. 2.07.2018. URL: <https://resource.com.ua/zapashnyj-biznes-planuye-pributky>.
11. Лаванда: ароматна користь для організму. URL: <https://delikates.ua/statti/lavanda-koryst>.

УДК 631.5:635.36:551.583

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.7>

ЗАЛЕЖНІСТЬ КІЛЬКІСНИХ ТА ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ ПРОДУКТИВНОСТІ КАПУСТИ БРЮССЕЛЬСЬКОЇ ВІД ҐРУНТОВО-КЛІМАТИЧНИХ УМОВ ТА ЗМІНИ КЛІМАТУ

Іванович О.М. – аспірантка кафедри лісового,
садово-паркового господарства, садівництва та виноградарства,
Вінницький національний аграрний університет

Овочівництво – одна з важливих і разом з тим найскладніших рослинницьких галузей сільськогосподарства України. По-перше, це зумовлено цінністю і незамінністю овочевої продукції для харчування людини, що пояснює необхідність поширення овочевих культур в усіх регіонах країни та вирощування їх на великих площах сільськогосподарських угідь. У світі культивують близько 600 видів овочевих. Окрім того, ще 900 видів люди використовують в якості овочів і зелені. Українські овочівники вирощують майже 120 видів овочевих культур завдяки малопоширеним видам. Тому важливим етапом розвитку галузі овочівництва є вивчення особливостей вирощування нових культур із подальшим їхнім упровадженням у виробництво.

Ґрунтові й погодні умови України дуже сприятливі для вирощування овочевої продукції. Її реалізація у свіжому і переробленому вигляді – важливий напрям економіки країни. Попри всі складнощі, що мають місце в аграрному секторі, за останнє десятиріччя в галузі овочівництва існує позитивна тенденція – підвищується врожайність, збільшується кількість виробленої продукції.

Брюссельська капуста походить від дикої листової капусти; вона колись масово зростала в Середземноморському регіоні та була окультурена ще у давнину. Вважається, що брюссельська капуста введена в XIII столітті. Відомий науковець і дослідник природи Карл Лінней першим описав нову культуру, назвавши її «брюссельською». Капуста, введена в Бельгії, потребує помірного клімату, не любить спеку і вогкість. Температура повітря і ґрунту впливає на випаровування води і транспірацію рослин, всмоктування кореневою системою ґрунтового розчину, асиміляцію, дихання, відкладання поживних речовин у запасуючих органах і плодах, а також на інші фізіологічні процеси, що відбуваються в рослині. Надмірно високі та надмірно низькі температури викликають у клітинах незворотні біохімічні зміни, наслідком яких є загибель цілої рослини або окремих її органів. Тому кращим варіантом для вирощування є кліматичні зони, що відрізняються довгою та теплою осінню.

Ключові слова: капуста брюссельська, температура повітря, опади, волога, заморозки.

Ivanovych O.M. Dependence of quantitative and qualitative performance indicators of brussels sprouts on soil and climate conditions and climate change

Vegetable growing is one of the most important and at the same time the most complex crop industries in Ukraine. Firstly, it is due to the value and indispensability of vegetable products for human consumption, which leads to the spread of vegetable crops in all regions of the country and the allocation of large areas of agricultural land for their cultivation. There are about 600 species of vegetables grown in the world, in addition, another 900 species are used by people as vegetables and greens. Ukrainian vegetable growers grow almost 120 species of vegetable crops including rare species. Therefore, an important stage in the development of the vegetable industry is the study of the peculiarities of growing new crops with their subsequent introduction into production.

Soil and weather conditions in Ukraine are very favorable for growing vegetables. Their sales in a fresh and processed form are an important direction in the country's economy. Despite all the difficulties that occur in the agricultural sector, over the past decade there has been a positive trend in the field of vegetable growing – increasing yields, increasing the number of products.

Brussels sprouts come from wild kale – it once grew in abundance in the Mediterranean region, and was cultivated in ancient times. It is believed that Brussels sprouts were bred in the 13th century. The famous scientist and researcher of nature Carl Linnaeus was the first to

describe the new culture, calling it "Brussels". Cabbage, bred in Belgium, prefers moderation in weather – it does not like heat and humidity, it needs favorable, moderate weather in all respects. Air and soil temperatures affect the evaporation of water from the soil surface and transpiration, suction of soil solution by the root system; assimilation, respiration, deposition of nutrients in storage organs and fruits, and other physiological processes, occurring in the plant. Both excessively high and low temperatures cause irreversible biochemical changes in cells that lead to the death of the whole plant or its individual organs, so the best option for growing are climatic zones characterized by a long and warm autumn.

Key words: brussels sprouts, air temperature, precipitation, moisture, frost.

Постановка проблеми. Успішне вирощування овочів залежить від клімату й погодних умов регіону, дотримання агротехнічних прийомів та багатьох інших факторів. Вибраний сорт повинен відповідати кліматичним умовам області, в якій його вирощують. Слід контролювати удобрення: в разі надлишку азоту капуста жирує, зростає листя, головки не утворюються. Важливим також є те, що рослина не переносить посуху, за нестачі води головки дрібні та мають гіркий смак.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Цей різновид капусти відноситься до листових форм капусти городньої. Характерною особливістю цього різновиду є те, що в пазухах листя на коротеньких гілочках формуються качанчики розміром приблизно з грецький горіх, товарна частина складає біля 45–55 % від усїєї маси наземної частини рослини. У брюссельської капусти процес формування качанчиків є аналогічним до процесу утворення качана в качанних форм капусти. Покривні листки качанчиків беруть участь у фотосинтезі, середня маса качанчиків – від 9,5 до 20 грам.

Брюссельська капуста відноситься до овочевих культур, що містять безліч корисних для організму людини речовин. Її маленькі суцвіття містять клітковину, цукор, крохмаль, сирий протеїн. Однак особливо цінною брюссельська капуста вважається завдяки унікальному набору вітамінів: у ній містяться вітаміни групи В (В1, В2, В6, В9), каротин, вітамін РР, вітамін С. Вміст останнього в цьому виді капусти в багато разів вище, ніж в будь-якому іншому виді. У брюссельській капусті міститься багато мінеральних солей, в тому числі солей магнію, кальцію, калію, заліза, йоду, натрію, фосфору, а також вільні амінокислоти й ферменти. Завдяки такому складному біохімічному складу брюссельська капуста вважається одним із важливих продуктів харчування і знаходиться поруч із цінними лікарськими засобами. Важливим фактом також є те, що в 100 г цього корисного продукту міститься всього 35 ккал. Вміст вітаміну С у брюссельській капусті в 3–5 разів вище вмісту цього вітаміну в усіх інших видах капусти, причому його стільки ж, скільки міститься в ягодах чорної смородини. Інших вітамінів в ній також більше, ніж у будь-який інший капусті, в 2-3 рази. Зміст рибофлавіну знаходиться на рівні молока й молочних продуктів. Цінного в харчовому відношенні сирого протеїну в брюссельській капусті в 4–5 разів більше, ніж у білокачанній капусті, та в 2-3 рази більше, ніж у цвітній капусті [1; 3].

У країнах зі сприятливим для брюссельської капусти кліматом, наприклад, у Голландії, її вирощують навіть у зимовий час. Найбільші врожаї цієї культури отримують у США, Канаді та Великій Британії. Згідно з даними В.А. Бондаренка, оптимальною температурою для вирощування є температура повітря від +18 до +22 °С. Температура +25 °С і вище неприпустима: ріст рослин припиняється, врожайність падає. Під час інтенсивного росту необхідним є переважання сонячних днів над похмурими, причому останніх повинно бути найменше. Відсутність азотних добрив призводить до накопичення нітратів у капусті. Ця культура вкрай холодостійка: насіння починає проростати вже при +2 °С, дорослі рослини здатні витримувати заморозки до –10 °С. Культура відноситься до холодостійких. Заморозки, згубні для більшості рослин,

брюссельська капуста переносить без особливих наслідків для росту та врожайності. Особливо добре переносить заморозки до мінус 5–7 °С дорослі рослини. Після морозів капуста відтає та знову починає рости. Більш того, вважають, що морози йдуть їй на користь – смак стає ще кращим [1–2, 6–7].

Постановка завдання. Мета дослідження – обґрунтування залежності продуктивності капусти брюссельської від погодних і кліматичних умов у зоні Правобережного Лісостепу України.

Дослідження з вирощування капусти брюссельської проводилися на дослідних ділянках Вінницького національного аграрного університету впродовж 2018–2020 років. Повторність дослідів чотириразова, схема садіння рослин 0,7 × 0,5 м, площа облікової ділянки 21 м², попередник – перець болгарський. На кожній обліковій ділянці відмічали 10 дослідних рослин, за якими проводили фенологічні спостереження. Проводилися також біометричні вимірювання та біохімічні аналізи. Початком кожної фенологічної фази вважали дату, коли в неї вступало 15% рослин, а датою масового настання фази – 75% рослин. Висаджували розсаду рослин на стадії 5–6 справжніх листків.

Результати дослідження та їх аналіз. Дослідження проводили на типовому сірому лісовому опідзоленому ґрунті. Ці ґрунти займають 5,5% площ сільськогосподарських угідь та 6,4% площ орних земель України; вони зосереджені переважно у Правобережній та Західній частині Лісостепу. У Вінницькій області такі землі займають 23,1% площ сільськогосподарських угідь та 25,6% площ орних земель. Глибина ґрунтового профілю – 115,0 см, його гумусованість рівномірна та в нижньому перехідному горизонті складає 1,0%.

За агрокліматичними показниками територія Вінницької області характеризується помірно-континентальним кліматом, нічні заморозки закінчуються під час переходу середньодобових температур через +5,5 °С. Дата першого та останнього приморозку в повітрі співпадає з датами переходу середньодобових температур вище +5 °С. За середніми багаторічними показниками перехід середньодобової температури повітря через 5° С весною припадає на III декаду квітня. Цей період відповідає активній вегетації овочевих рослин із тривалістю вегетаційного періоду 155–165 дб. Запаси продуктивної вологи в ґрунті перед початком весняної вегетації складають приблизно 125,0 мм.

Виклад основного матеріалу дослідження. За період дослідження 2018–2020 рр. нами проведені спостереження та детальний аналіз погодних умов, що склалися в зоні дослідного поля під час вегетаційного періоду капусти брюссельської. Основні показники гідротермічних умов були близькими до середніх багаторічних, проте спостерігалися й суттєві відхилення, що значно вплинули на врожайність та якісні показники плодів капусти брюссельської (табл. 1, рис. 1–3) [4–5].

Таблиця 1

Середня місячна температура повітря за багаторічний період (згідно з даними центральної геофізичної обсерваторії імені Бориса Срезневського)

Рік	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I–XII
2016	-5,7	2,0	3,9	12,4	15,5	20,6	22,4	21,1	16,1	6,5	1,2	-1,5	9,5
2017	-4,9	-2,8	6,2	10,4	15,2	20,0	20,9	22,4	16,4	8,4	3,3	1,6	9,8
2018	-2,4	-3,8	-1,9	13,1	18,8	20,6	21,4	22,5	17,3	10,7	0,3	-2,2	9,5
2019	-4,5	0,6	5,1	10,6	17,0	23,6	19,8	20,7	15,9	11,1	4,6	2,7	10,6
2020	0,8	2,5	6,5	9,9	13,4	21,7	21,9	21,4	18,4	12,5	3,8	-0,5	10,9

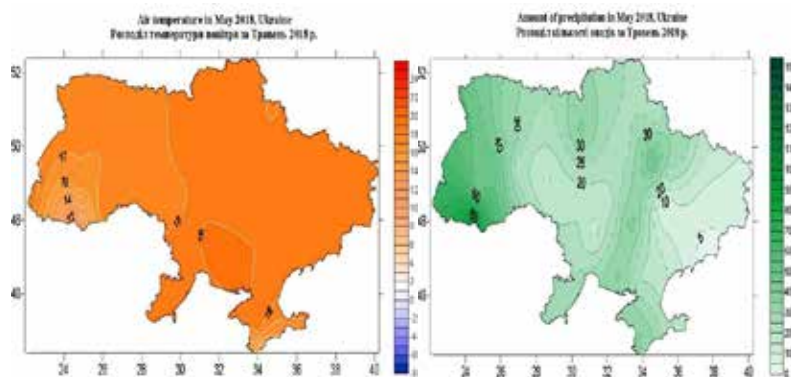


Рис. 1. Показники температури та кількості опадів під час висадки розсади капусти у відкритий ґрунт (2018 р.)

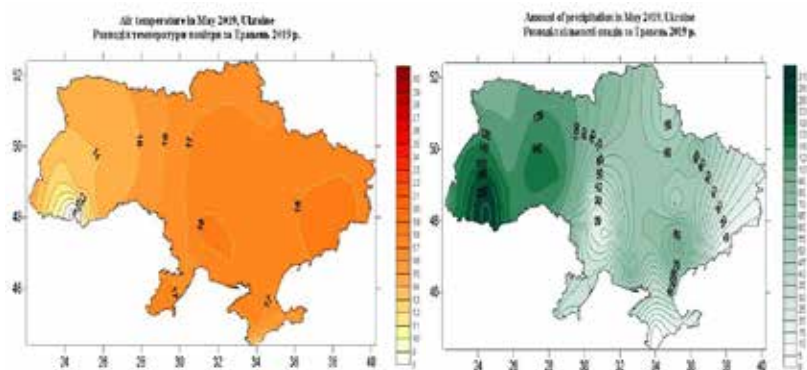


Рис. 2. Показники температури та кількості опадів під час висадки розсади капусти у відкритий ґрунт (2019 р.)

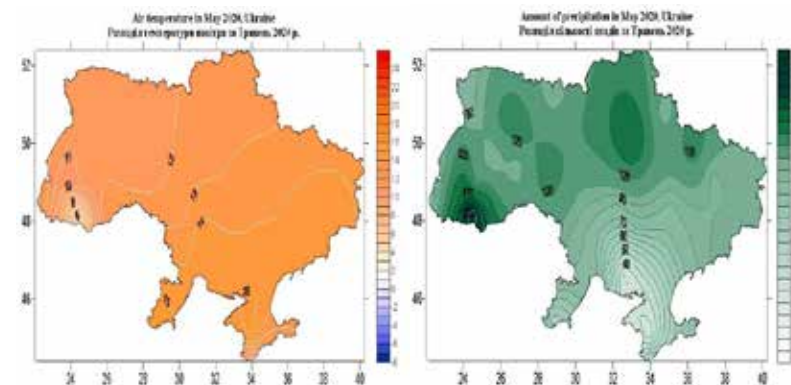


Рис. 3. Показники температури та кількості опадів під час висадки розсади капусти у відкритий ґрунт (2020 р.)

Урожайність культури залежить не лише від терміну посадки, але й від температурних показників, особливо під час висаджування розсади у відкритий ґрунт.

У таблиці 2 показано пряму залежність між строками висадки розсади у відкритий ґрунт та показниками врожайності в кінці вегетаційного періоду. Найвищі показники врожайності отримано за висадки розсади у третій декаді травня, які в середньому за три роки дослідження становили 11,4 т/га; тоді спостерігалися найоптимальніші температурні умови для росту та розвитку капусти брюссельської, а також випала значна кількість опадів. Найменшу врожайність отримано за висадки розсади в другій декаді травня (10,3 т/га). Крім того, більшу врожайність культури одержано за висадки розсади в другій декаді червня (10,4 т/га).

Таблиця 2

**Урожайність плодів капусти брюссельської
(гібрид Франклін F₁, 2017–2020 рр.)**

Строк посадки розсади	Урожайність, т/га				% до контролю
	2018	2019	2020	середнє	
друга декада травня(К)	10,9	8,8	11,2	10,3	100
третя декада травня	12,2	10,4	11,6	11,4	111
перша декада червня	10,9	10,3	10,5	10,7	101
друга декада червня	10,8	10,2	10,1	10,4	103
НІР ₀₅ , т/га	0,7	0,9	0,6	–	–

Висновки та перспективи подальших досліджень. Узагальнюючи результати проведеного протягом трьох років дослідження, слід відзначити, що температура повітря та вологість ґрунту суттєво впливають на показники продуктивності капусти брюссельської. Тому для отримання сталих врожаїв слід приділяти більшу увагу підбору гібридів для певної ґрунтово-кліматичної зони, а також дотримуватися оптимальних строків посіву та пересадки рослин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Брюссельська капуста: склад, властивості і користь брюссельської капусти. URL: <http://ywoman.ru/page/vlastivosti-produktiv-73> (дата звернення: 10.06.2021).
2. Капуста брюссельська (Brassica oleracea L. var. Gemmifera Dc.). Веб-сайт. URL: <http://dspace.knau.kharkov.ua/jspui/bitstream/123456789/583/15/6.Брюссельська.pdf> (дата звернення: 07.06.2021).
3. Капуста: прогресивні технології та нормативи витрат / за ред. Д. І. Мазоренка та Г. Є. Мазнева. Харків : Міськдрук, 2011. 36 с.
4. Карти середньомісячної температури повітря та опадів по Україні. URL: <http://cgo-sreznevskiy.kyiv.ua/index.php?fn=maps-ukraine&f=php&p=1> (дата звернення: 15.05.2021).
5. Кліматичні дані URL: http://cgo-sreznevskiy.kyiv.ua/index.php?fn=k_klimat&f=kyiv (дата звернення: 15.05.2021).
6. Корнієнко С. І. Особливості технології вирощування малопоширених овочевих рослин. Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. 133 с.
7. Як посадити і виростити брюссельську капусту? Її особливості та агротехніка. URL: <https://u.farmafans.ru/gribi/19254-jak-posaditi-i-virostitibrjussel%D1%8Cs%D1%8Cku-kapustu-ii.html> (дата звернення: 12.06.2021).

УДК 631.816:633.111.1

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.8>

ВПЛИВ СТРОКІВ ТА СПОСОБУ ВНЕСЕННЯ ДОБРИВ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ РОСЛИН ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

Кліпакова Ю.О. – к.с.-г.н., старший викладач кафедри рослинництва
імені професора В.В. Калитки,
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного

Білоусова З.В. – к.с.-г.н., доцент кафедри рослинництва
імені професора В.В. Калитки,
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного

Кенева В.А. – асистент кафедри рослинництва
імені професора В.В. Калитки,
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного

У статті наведено результати дослідження ефективності впливу різних строків (І декада лютого і березня) першого азотного підживлення в дозі N_{40} та подальшого застосування монофосфату калію (1 кг/га) під час позакореневого внесення на початку виходу рослин у трубку на продуктивність рослин пшениці озимої сорту Шестопалівка. Дослідження проведено впродовж 2018–2020 рр. в умовах науково-навчального центру ТДАТУ на чорноземі південному в зоні степу України. Встановлено вплив указаних факторів на динаміку формування площі листової поверхні, чисту продуктивність фотосинтезу та величину листового індексу. Визначено, що максимальний приріст фотосинтезуючої поверхні припадав на стадію розвитку ВВСН 35, коли в рослин контрольного варіанту за умов раннього підживлення азотом площа листя становила 45,43 тис. $m^2/га$, а за умов пізнього – була меншою на 21% на рівні 35,94 тис. $m^2/га$. У варіантах із використанням позакореневого внесення монофосфату калію збільшення площі листової поверхні рослин на цій стадії становило 8% та 12% порівняно з відповідними контрольними варіантами раннього та пізнього підживлень азотом. Найвищі значення показників ЧПФ відмічено під час переходу рослин до генеративного періоду (ВВСН 37-65), коли відносно стадії розвитку ВВСН 35–37 відбулося збільшення вказаного показника в середньому на 10% та 6,5% відповідно за раннього та пізнього внесення першого азотного підживлення. В середньому за варіантами досліду цей показник знаходився в межах 6,01–7,86 г/м² за добу. Величина листового індексу посівів знаходилася в інтервалі 2,56–3,33 м²/м² і залежала як від строків азотного підживлення, так і від внесення монофосфату калію.

Слід відмітити, що за всіма проаналізованими показниками найкращим виявився варіант поєднання позакореневого внесення монофосфату калію на фоні раннього внесення азоту, що в подальшому вплинуло на формування величини та якості врожаю пшениці озимої сорту Шестопалівка.

Ключові слова: азотне підживлення, монофосфат калію, площа листя, чиста продуктивність фотосинтезу, листовий індекс рослин.

Klipakova Yu.O., Bilousova Z.V., Keneva V.A. The influence of dates and methods of fertilizer application on the formation of winter wheat plants productivity

The article presents the results of research on the effectiveness of different periods (first ten-day period of February and March) of the first nitrogen fertilization at a dose of N_{40} and subsequent foliar application of potassium monophosphate (1 kg/ha) at the beginning of plant emergence on the productivity of Shestopalivka winter wheat plants. The research was conducted in 2018–2020 under the conditions of TSATU research and training centre on southern chernozem soils in the steppe zone of Ukraine. The influence of the abovementioned factors on the dynamics of leaf surface area formation, net photosynthetic productivity (NPP) and leaf index values was determined. It was found that the maximum increase in the photosynthetic surface occurred

at the stage of development BBCH 35, when the plants of the control variant under the conditions of early nitrogen fertilization formed 45.43 thousand m^2/ha of leaf surface area, and under late fertilization – was 21% lower and amounted to 35.94 thousand m^2/ha . In the variants using foliar application of potassium monophosphate, the increase in the leaf surface area of the plants at this stage was 8% and 12% relative to the corresponding control variants of early and late nitrogen fertilization. The highest values of NPP were observed during the transition of plants to the generative period (BBCH 37–65), where relative to the stages of development of BBCH 35–37 there was an increase in this index by an average of 10% and 6.5%, respectively, with early and late application of the first nitrogen fertilization and on average according to the variants of the experiment, it was in the range of 6.01–7.86 g/m^2 per day. The value of the leaf index of the crop was in the range of 2.56–3.33 m^2/m^2 and depended on both the timing of nitrogen fertilization and potassium monophosphate application.

It should be noted that according to all analysed indices, the best variant was the combination of potassium monophosphate foliar application against the background of early nitrogen application, which further influenced the formation of the size and quality of the crop of Shestopalivka winter wheat.

Key words: nitrogen fertilization, potassium monophosphate, leaf area, net photosynthetic productivity, leaf index of plants.

Постановка проблеми. З кожним роком у світі постійно зростає попит на продовольче зерно пшениці озимої, економічна ефективність вирощування якої визначається рівнем урожайності та якістю отриманого зерна. Різниця, що існує в закупівельних цінах на зерно низької та високої якості, спонукає агровиробників вкладати додаткові кошти з метою одержання зерна вищого класу [1, с. 23; 2, с. 48]. Питання поліпшення якості зерна наразі залишається актуальним і може бути реалізованим за рахунок інтенсивної технології вирощування, яка передбачає витрати на мінеральні добрива в межах 40–50%. У регіонах оптимального забезпечення вологою протягом вегетації пшениці озимої ефективність внесених добрив висока [3, с. 50], тоді як на півдні України через посушливість клімату питання про підвищення якості зерна через внесення добрив є актуальним [4, с. 20; 5, с. 72].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Формування наземної маси рослин є наслідком їхньої фотосинтетичної діяльності, яка залежить від температури, вологи, світла та елементів живлення. Відомо, що зниження асимілюючої поверхні призводить до зменшення продуктивності рослин, тоді як оптимальна врожайність пшениці озимої формується, коли площа листків у 3,5–4,0 рази перевищує зайняту площу поля [6, с. 17]. Традиційно задля підвищення поглинання світлової енергії збільшують дози азотних добрив, що сприяє зростанню площі асиміляційної поверхні посіву [7, с. 24; 8, с. 15].

Так, А.В. Аністратенко із співавторами [9, с. 27–29] доводять, що в умовах півдня України використання раннього весняного підживлення пшениці озимої аміачною селітрою в дозі N_{45} та N_{60} сприяє формуванню площі листової поверхні у фазу колосіння на рівні 47,6 та 49,6 тис. $m^2/га$, а ЧПФ в середньому за вегетацію становила 3,8–4,0 g/m^2 за добу, що позначилося на приривку врожаю відповідно на 12,9 та 16,0 ц/га відносно варіанту без використання добрив (контроль).

Оптимізація живлення рослин в критичні періоди їх розвитку відбувається за рахунок позакореневого живлення елементами в невеликих дозах, де, окрім азоту, який впливає на кількість та якість зерна пшениці озимої, використовують інші головні елементи окремо або в поєднанні з мікроелементами [10, с. 5]. Саме такі технологічні операції підвищують ефективність багатьох ферментів і покращують засвоєння рослинами елементів живлення з ґрунту [11, с. 101].

Одним із таких елементів є фосфор, який під час позакореневого підживлення пшениці озимої використовують у вигляді монофосфату калію чи дигідрофосфату калію KH_2PO_4 ($P_{52}K_{34}$). Добриво є висококонцентрованим і майже безбаластним,

а при поєднанні з карбамідом для позакореневого підживлення рослин сприяє прискоренню синтезу органічних карбонових кислот, до яких легко приєднуються аміногрупи карбаміду з утворенням амінокислот, що надалі використовуються під час синтезу білка. Крім того, рослина починає інтенсивно рости, підвищується стійкість до більшості грибкових захворювань, насамперед до борошнистої роси й навіть до корневих гнилей, посилюється стійкість стебел озимих зернових до вилягання [12, с. 189].

Постановка завдання. Мета роботи – визначення вегетативної продуктивності рослин пшениці озимої залежно від часу та способу проведення підживлень в умовах Південного Степу України.

Матеріали та методика досліджень. Польові дослідження проводилися впродовж 2018–2020 рр. у стаціонарному досліді кафедри рослинництва імені професора В.В. Калитки науково-навчального центру Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного, що знаходиться в с. Лазурне Мелітопольського району Запорізької області. Ґрунт дослідного поля – чорнозем південний із вмістом гумусу 3,2–3,5%, вміст легко гідролізованого азоту (за Корнфілдом) складає 80,0–94,6 мг/кг, рухомого фосфору (за Мачигінім) – 38–43 мг/кг та обмінного калію (за Мачигінім) – 380–420 мг/кг ґрунту, $\text{pH}_{\text{KCl}} = 6,8$. Повторність досліді чотириразова, площа дослідної ділянки – 100 м², облікової – 50 м².

Під час дослідження використовували сорт пшениці озимої Шестопалівка, попередником якої був чорний пар. Технологія вирощування є загальноприйнятною для зони вирощування, крім факторів, що досліджуються. Погодні умови впродовж весняно-літньої вегетації 2019 та 2020 років за кількістю опадів різнилися – 197,6 мм та 149,9 мм. Слід зазначити, що мінімальні середньомісячні температури в березні (–6,6 °С) та квітні (–5,4 °С) 2020 року на фоні недостатньої кількості опадів (6,4 та 9,9 мм відповідно) суттєво затримували відновлення весняної вегетації та розвиток рослин у цілому.

Схема досліді передбачала наступні варіанти: Фактор А – строк першого підживлення азотними добривами (N_{40}): 1) ранній – I декада лютого; 2) пізній – I декада березня. Фактор В – позакореневе підживлення: 1) контроль; 2) монофосфат калію (1 кг/га). Перше підживлення азотними добривами проводили з використанням аміачної селітри по мерзлоталому ґрунту за допомогою РУМ. Монофосфат калію спільно з фоновим внесенням карбаміду (5 кг/га) застосовували на початку виходу рослин пшениці озимої у трубку. Норма витрат робочого розчину становила 200 л/га.

Виклад основного матеріалу досліджень. Відновлення весняної вегетації пшениці озимої та проведення першого азотного підживлення за технологією вирощування культури сприяють активному розвитку рослин навесні. Відомо, що в період весняного кущення рослини потребують найвищого рівня забезпеченості рухомими формами елементів живлення в ґрунті, адже до настання фази колосіння пшениця озима може поглинати, залежно від ґрунтово-кліматичної зони, до 78% азоту, 76% фосфору та 95% калію [13, с. 34–35].

У посухостійких районах півдня України перевагу надають ранньому (I декада лютого) підживленню азотом у дозі N_{30-50} , яке на фоні запасів зимової продуктивної вологи сприяє кращому розвитку вторинної кореневої системи і живленню, підвищує густоту стеблостою та збільшує кількість члеників колосового стрижня. Крім того, проводять і більш пізні підживлення, які припадають на березень, що пов'язано з менш активним відновленням вегетації рослин (попередник, строки сівби). Для отримання гарного та якісного врожаю

пшениці озимої необхідною умовою є формування здорової вегетативної маси рослин, що можливо за рахунок достатнього живлення. Поглинуті рослиною елементи живлення у фазі виходу в трубку починають розподілятися в її органах, а тенденція накопичення в них азотних сполук зберігається до кінця вегетаційного періоду [14, с. 118]. Так, під час проведення дослідження встановлено, що перше раннє підживлення аміачною селітрою в дозі N_{40} сприяло кращому формуванню листової поверхні, яка на стадії розвитку ВВСН 31 знаходилася на рівні 29 тис. $m^2/га$, що в 1,5 рази перевищувало відповідні значення за умов пізнього внесення азотного підживлення (табл. 1).

На стадії ВВСН 33 у варіантах без застосування позакореневого внесення монофосфату калію відбулося зростання площі листового апарату рослин у порівнянні з попередньою стадією розвитку в 1,3–1,7 рази залежно від терміну застосування першого азотного підживлення. Водночас позакореневе підживлення монофосфатом калію в кількості 1 $кг/га$ сприяло збільшенню площі листового апарату на 3,6% відносно контролю на фоні раннього внесення аміачної селітри та на 5,4% – за пізнього внесення азоту.

Таблиця 1

**Динаміка формування площі листової поверхні
залежно від досліджуваного фактору, тис. $m^2/га$ (середнє за 2019–20 рр.)**

Фактор А (перше підживлення)	Фактор В (позакореневе підживлення)	Площа листової поверхні, на стадіях					
		ВВСН 31	ВВСН 33*	ВВСН 35	ВВСН 37	ВВСН 65	ВВСН 75
раннє	контроль	29,63	39,53	45,43	40,75	21,81	13,87
	монофосфат калію	28,74	40,97	49,23	43,41	23,03	14,42
пізнє	контроль	19,84	33,61	35,94	31,70	19,59	12,67
	монофосфат калію	19,42	35,44	40,24	34,87	20,92	13,11
НІР ₀₅	фактора А	1,42	1,18	2,95	2,40	1,33	0,75
	фактора В	1,16	1,34	1,43	1,56	1,17	0,63

*через 7 діб після внесення монофосфату калію 1 $кг/га$

Слід зауважити, що у варіантах із пізнім внесенням азотного підживлення спостерігався більший активний приріст вегетативної маси рослин у порівнянні з фазою ВВСН 31 (у середньому на 76%), а за умов раннього – лише на 38%. Така різниця може бути викликана неоднаковою швидкістю вивільнення доступних форм азоту з добрива та його поглинання рослинами, що в подальшому може негативно позначитися на рості та розвитку рослин пшениці озимої, особливо за умови нестачі ґрунтової вологи в ранньовесняний період вегетації.

Максимальний приріст фотосинтезуючої поверхні відмічено на стадії розвитку ВВСН 35, коли в рослин контрольного варіанту за умов раннього підживлення азотом площа листя становила 45,43 тис. $m^2/га$, а за умов пізнього підживлення була меншою на 21% і становила 35,94 тис. $m^2/га$. У варіантах із використанням позакореневого внесення монофосфату калію відбувалося збільшення площі листової поверхні рослин на 8% та 12% відносно відповідних контрольних варіантів раннього та пізнього підживлень азотом.

Із появою прапорцевого листка (ВВСН 37) для всіх дослідних варіантів нами відмічено деяке зменшення площі листової поверхні – в 1,1 рази відносно попередньої стадії, що пояснюється початком відмирання нижніх ярусів листків та редукцією бічних непродуктивних пагонів.

Подальше суттєве зниження площі листового апарату рослин, спричинене активізацією природних фізіологічних процесів старіння, характерних для попередньої стадії, спостерігалось і з переходом рослин до репродуктивного періоду, коли на стадії ВВСН 65 зазначений показник за раннього підживлення азотом знижувався в 1,9 рази, а за пізнього – в 1,6 рази порівняно з попередньою стадією. Слід відмітити, що за пізнього внесення азотних добрив під час поверхневого підживлення спостерігалось дещо повільніше відмирання листового апарату порівняно з його раннім внесенням, що може бути результатом більш ефективного використання рослинами цих варіантів вологи [15, с. 39–41], яка випала в травні (96,2 мм у 2019 році та 78,4 мм у 2020 році).

У фазу дозрівання зерна (ВВСН 75) відмічалось подальше відмирання листової поверхні пшениці озимої за всіма дослідними варіантами і зниження відповідно стадії ВВСН 65 становило 35–37% за всіма варіантами підживлення.

Загалом раннє підживлення азотними добривами сприяло більш ефективному формуванню площі листової поверхні рослинами пшениці озимої сорту Шестопалівка, що проявилось у збільшенні цього показника на 25% в середньому за період вегетації порівняно з пізнім внесенням азоту. Використання монофосфату калію шляхом позакореневого внесення на початку виходу рослин у трубку також позитивно впливало на зростання асимілюючої поверхні, що підтверджується збільшенням площі листя рослин упродовж усієї вегетації відносно контролю в інтервалі 4,0–8,3% на фоні раннього внесення азоту та на 3,5–12,0% на фоні пізнього внесення залежно від стадії розвитку.

Якісно оцінити роботу асиміляційної поверхні рослин впродовж вегетації можна за допомогою чистої продуктивності фотосинтезу (ЧПФ). Проведення азотного підживлення в різні строки з подальшим позакореним внесенням монофосфату калію по-різному впливало на зміни показника ЧПФ (табл. 2).

Таблиця 2

Чиста продуктивність фотосинтезу рослин пшениці озимої залежно від досліджуваного фактору, г/м² за добу (середнє за 2019–20 рр.)

Фактор А (перше підживлення)	Фактор В (позакорене підживлення)	ЧПФ за період				
		ВВСН 31–33*	ВВСН 33*–35	ВВСН 35–37	ВВСН 37–65	ВВСН 65–75
раннє	контроль	2,60	5,53	6,68	7,37	3,55
	монофосфат калію	3,02	6,60	7,11	7,86	3,86
пізнє	контроль	4,94	4,79	5,61	6,01	3,16
	монофосфат калію	5,43	5,81	6,09	6,46	3,30
НІР ₀₅	фактора А	0,13	0,28	0,40	0,44	0,21
	фактора В	0,33	0,36	0,34	0,35	0,13

*через 7 діб після внесення монофосфату калію 1 кг/га

У період ВВСН 31–33 за раннього внесення азоту відмічено найнижчі значення ЧПФ за досліджуваний період вегетації на рівні 2,60 г/м² за добу, тоді як за пізнього внесення значення цього показника були в 1,9 рази більше, що узгоджується

з активним формуванням листової площі рослинами вказаного варіанту (табл. 1). Позакореневе використання в технології вирощування пшениці озимої монофосфату калію сприяло зростанню показника ЧПФ за вказаний період на 16 % під час раннього підживлення та на 10 % під час внесення азоту в пізні строки.

Слід відмітити, що період ВВСН 33–37 характеризується різким зростанням роботи листового апарату, що проявилось збільшенням показника ЧПФ порівняно з періодом ВВСН 31–33 (у 2,3 рази за раннього внесення азоту та в 1,1 рази за його пізнього внесення). Разом з тим максимальні значення показника ЧПФ відмічені з переходом рослин до генеративного періоду (ВВСН 37–65), коли відносно періоду ВВСН 35–37 відбулося збільшення показника ЧПФ на 6–11 % залежно від варіанту досліду.

Зі зниженням роботи листового апарату в період формування та дозрівання зерна (ВВСН 65–75) відбувається зменшення показника ЧПФ за всіма дослідними варіантами. Причому в цей період найвищі значення ЧПФ відмічені в рослин за раннього застосування азотних добрив на рівні 3,55 та 3,86 г/м² за добу, що на 12 % та 17 % перевищило відповідні показники варіантів пізнього внесення азотних добрив.

Аналізуючи значення ЧПФ за всіма дослідними варіантами, відмічено, що в середньому за весняно-літній період вегетації його величина становила 4,90–5,69 г/м² за добу залежно від варіанту внесення добрив, що є оптимальним показником асиміляції органічної речовини та сприяло позначилося на формуванні врожаю. Разом з тим раннє внесення азотних добрив сприяло більш активному накопиченню асимілятів фотосинтезу – величина ЧПФ у середньому за період вегетації була на 5 % більше порівняно з пізнім поверхневим підживленням. Застосування позакореневого внесення монофосфату калію сприяло позначилося на продукційному процесі рослин пшениці озимої як за раннього, так і за пізнього внесення азоту, що призвело до зростання ЧПФ у середньому за період вегетації на 11 % порівняно з контрольними варіантами.

Листковий індекс (ЛІ) характеризує коефіцієнт використання посівами своєї листової поверхні і перебуває в прямій залежності з чистою продуктивністю фотосинтезу. Листкові індекси можна вважати мірою фотосинтезуючої біомаси. Максимальна чиста продуктивність відповідає листовому індексу, близькому до 4 (тобто коли площа освітленого листа в 4 рази більше площі, зайнятої рослинами).

Як показують отримані результати, листковий індекс посівів пшениці озимої сорту Шестопалівка був дещо нижчим за оптимальні значення (рис. 1).

Разом з тим раннє підживлення азотними добривами сприяло більш ефективному використанню рослинами площі поля, що проявилось вищими значеннями листкового індексу впродовж вегетації. Застосування монофосфату калію для позакореневого

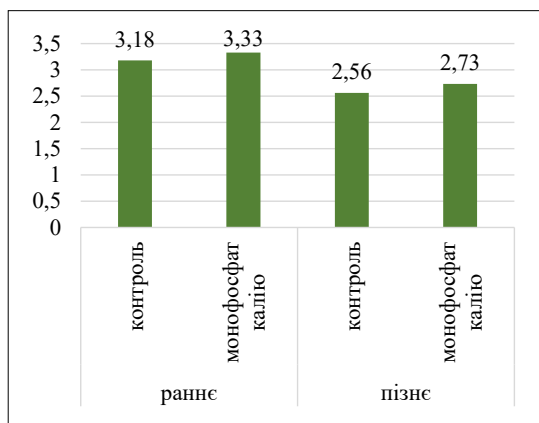


Рис. 1. Листковий індекс посівів пшениці озимої залежно від досліджуваних факторів, м²/м² (середнє за 2019–20 рр.)

підживлення рослин пшениці озимої сприяло зростанню ЛІ на 5% за раннього внесення азоту та на 7% за його пізнього застосування.

Висновки і пропозиції. В умовах півдня України застосування раннього внесення азоту в дозі N_{40} спільно з позакореневим підживленням монофосфатом калію (1 кг/га) на початку виходу рослин у трубку сприяє активному росту та розвитку рослин пшениці озимої, що позитивно впливає на роботу асимілюючого апарату, підвищує стійкість посівів до нестабільних погодних умов періоду вегетації, забезпечуючи стабільне формування врожаю та поліпшення його якості.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Попов С.І., Авраменко С.В., Шевченко Т.В. Ефективність прикореневого азотного підживлення пшениці озимої в умовах посушливої осені Східного Лісостепу України. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 5(794). С. 22–30. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovvisnyk201905-03>
2. Олійник К. М., Давидюк Г. В., Блажевич Л. Ю., Худолій Л. В. Вплив елементів технологій вирощування на врожайність та якість зерна пшениці озимої. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2016. № 4 (33). С. 45–50. DOI: [https://doi.org/10.21498/2518-1017.4\(33\).2016.88671](https://doi.org/10.21498/2518-1017.4(33).2016.88671)
3. Лихочвор В.В. Урожайність і якість зерна озимої пшениці сорту Кубус залежно від норм добрив. *Вісник Львівського національного аграрного університету*. 2019. № 23. С. 49–52. DOI: <https://doi.org/10.31734/agronomy2019.01.049>
4. Гамаюнова В. В., Панфілова А. В., Аверчев О. В. Продуктивність пшениці озимої залежно від елементів технології вирощування в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2018. Вип. 103. С. 16–22.
5. Приймак В. В. Застосування мінеральних добрив в агроecosистемах півдня України. *Научний взгляд в будуще*. 2018. Вип. 10. Т. 3. С. 70–75. DOI: 10.30888/2415-7538.2018-10-03-029
6. Дубицький О. Л., Качмар О. Й., Дубицька А. О., Вавринович О. В., Щерба М. М. Роль чутливих до сонячної радіації ознак потужності фотосинтетичного апарату листків у формуванні зернової продуктивності пшениці озимої за біологізованих систем удобрення. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2017. № 61. С. 14–28.
7. Прядкіна Г. О., Стасик О. О., Капітанська О. С., Ярмольська О. Є., Цукренко Н. В. Ефективність використання фотосинтетично активної радіації посівами озимої пшениці. *Вісник Харківського національного аграрного університету*. 2019. Вип. 1 (46). С. 23–34.
8. Yang D. Q., Dong W. H., Luo Y. L., Song W. T., Cai T., Li Y., Wang Z. L. Effects of nitrogen application and supplemental irrigation on canopy temperature and photosynthetic characteristics in winter wheat. *The Journal of Agricultural Science*. 2018. 156 (1). С. 13–23.
9. Аністратенко А.В., Щербаков В. Я., Гармашов В. В. Особливості фотосинтетичної діяльності посіву озимої пшениці залежно від мінеральних добрив і рістрегулюючих препаратів в умовах Придунайського Степу Одещини. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2018. Вип. 88. С. 25–31.
10. Burhan M. G., Al-Hassan S. A. Impact of nano NPK fertilizers to correlation between productivity, quality and flag leaf of some bread wheat varieties. *The Iraqi Journal of Agricultural Science*. 2019. Vol. 50. P. 1–7. DOI: <https://doi.org/10.36103/ijas.v50iSpecial.171>
11. Ямковий В. Ю., Буняк О. І., Ящук Н. О. Продуктивність та якість зерна пшениці озимої залежно від позакореневого підживлення в лівобережному Лісостепу України. *Аграрні інновації*. 2021. № 5. С. 101–107. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.5.16>

12. Івасик М. Значення позакореневого підживлення при вирощуванні озимих зернових культур. *Аграрна наука та освіта в умовах євроінтеграції*: збірник наукових праць міжнар. наук.-практ. конф. Ч. 1. (20-21 березня 2019 р., м. Кам'янець-Подільський). Тернопіль: Крок, 2019. С. 188–190.

13. Господаренко Г. М., Сухомуд О.Г. Особливості живлення та удобрення пшениці озимої (огляд літератури). *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2012. Ч. 1. Вип. 78. С. 31–44.

14. Кірізій Д. А., Шегада І. М. Розподіл азоту в донорно-акцепторній системі рослин та його роль у продукційному процесі. 2019. *Фізіологія растений и генетика*. 2019. Т. 51. № 2. С. 114–132. DOI: <https://doi.org/10.15407/frg2019.02.114>.

15. Bilousova Z., Klipakova Yu., Keneva V., Priss O. Forecasting of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) yield for the Southern Steppe of Ukraine using meteorological indices. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. 10(3). P. 36–43. DOI: 10.15421/2020_130.

УДК 632.951:632.787Ба(477.54)

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.9>

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ІНСЕКТЕЦИДНИХ ПРЕПАРАТІВ ПРОТИ АМЕРИКАНСЬКОГО БІЛОГО МЕТЕЛИКА (*HYRPHANTRIA CUNEA* DRURY, 1773) НА ТЕРИТОРІЇ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Коломієць Ю.О. – аспірантка кафедри зоології та ентомології
імені Б.М. Литвинова,

Харківський національний аграрний університет імені В.В. Докучаєва

Станкевич С.В. – к.с.-г.н., доцент, доцент кафедри зоології та ентомології
імені Б.М. Литвинова,

Харківський національний аграрний університет імені В.В. Докучаєва

Міщенко О.В. – аспірант кафедри агрохімії та землеробства,
Полтавський державний аграрний університет

Проаналізовано та вивчено ефективність хімічних та біологічних препаратів під час знищення гусені різного віку американського білого метелика на території Харківської області. Визначено найефективніші хімічні та біологічні препарати для знищення гусені американського білого метелика на клені ясенелистому в лісосмугах. Досліди здійснено з використанням наступних хімічних та біологічних препаратів на клені ясенелистому: Нурел Д, 55% к. е. (еталон), Кораген, 20% к. с., Актофит, 0,2% к. е., Лепідоцид, в. р., титр $1.5 \cdot 10^9$ спор/мл, Бітоксикацилін-БТУ, т.п.с., титр $100 \cdot 10^9$ спор/мл. Підбір препаратів здійснено за їхнім призначенням та впливом на лускокрилих шкідників та за різною діючою речовиною. Встановлено, що в 2019 р. найефективнішим препаратом під час знищення гусені молодших (L1–L3), середніх (L2–L5) і старших віків (L6–L7) першого покоління американського білого метелика є препарат Кораген 20% к. с., який забезпечував смертність у межах 92,9–93,9% на 14-ту добу використання. Інсектицид Нурел (Д, 55% к.е.) за його використання шляхом обприскування знищував гусінь на 14-ту добу після використання на 85,6–91,7%. Проти гусені молодших (L1–L3), середніх (L2–L5) та старших віків (L6–L7) другого покоління у 2019 р. також найефективнішим препаратом був Кораген (20% к. с.), який забезпечив смертність у межах 84,5–92,6% на 14-ту добу використання. Застосування інсектициду Нурел Д (55% к.е.) сприяло знищенню гусені на 14-ту добу після проведення обприскування на 80,3–87,2%. Найефективнішим препаратом щодо знищення гусені молодших (L1–L3), середніх (L2–L5) та старших віків (L6–L7)

першого покоління в 2020 р. був Кораген (20% к. с.), який забезпечував смертність гусені на 14-ту добу після використання на 81,5–93,8%. Інсектицид Нурел Д, (55% к.е.) порівняно з попереднім препаратом був менш ефективним (смертність гусені – 79,7–83,7%). У 2020 р. використання препарату Кораген (20% к. с.) проти гусені різних віків другого покоління сприяв зниженню 80,7–91,7% шкідників. Децю меншу ефективність спостерігали за використання інсектициду Нурел Д, (55% к.е.) (смертність гусені – 73,6–80,0%). Досліджувані біологічні препарати Актофіт (0,2% к.е.), Лепідоцид в.р. (титр $1.5 \cdot 10^9$ спор/мл) та Бітоксикацилін-БТУ т.п.с. (титр $100 \cdot 10^9$ спор/мл), також сприяли зниженню гусені американського білого метелика всіх віків на досить високому рівні, проте їхня дія була децю сповільненою в часі. Так, на 14-ту добу після обприскування гнізд гусені біопрепаратом Бітоксикацилін-БТУ т.п.с. (титр $100 \cdot 10^9$ спор/мл.) у 2019 р. відмічали загибель 76,1%, а в 2020 р. – 73,3% гусені. За обприскування Актофітом (0,2% к.е.) на 14-ту добу досліджень спостерігали загибель 85,3% гусені молодших віків у 2019 р., а в 2020 р. – 82,7%. У контрольному варіанті спостерігали загибель гусені 2020 р., починаючи з 3 доби, а в 2019 р. – із 7 та 14 доби першого та другого покоління в межах 0,3–2,8% відповідно, що може бути спричинено різними негативними факторами та природними ворогами американського білого метелика.

Ключові слова: американський білий метелик, хімічні препарати, біологічний препарат, ефективність.

Kolomiets Yu.O., Stankevych S.V., Mishchenko O.V. Effectiveness of the application of insecticide preparations against the fall webworm (*Hyphantria Cunea Drury, 1773*) in Kharkiv region

The effectiveness of chemical and biological preparations in destroying caterpillars of different ages of the fall webworm in Kharkiv region has been analyzed and studied. The most effective chemical and biological preparations for destroying the caterpillars of the fall webworm on the ash-leaved maple in forest belts have been determined. Experiments were carried out using the following chemical and biological preparations on ash-leaved maple: Nurel D, 55% emulsion concentrate (standard), Koragen, 20% suspension concentrate, Actofit, 0.2% emulsion concentrate, Lepidocide, water soluble, titre $1.5 \cdot 10^9$ spores/ml, Bitoxibacillin-BTU, tetro preparative mixture, titre $100 \cdot 10^9$ spores/ml. The selection of preparations was carried out according to their purpose and effect on lepidopteran pests, and with different active substances. It was found that in 2019, the most effective preparation in destroying caterpillars of younger (L1–L3), middle (L2–L5) and older (L6–L7) ages of the first generation of the fall webworm is the preparation Koragen 20% suspension concentrate, which provided mortality in the range of 92.9% – 93.9% on the 14th day of use. The use of insecticide Nurel D, 55% emulsion concentrate, contributed to the destruction of caterpillars on the 14th day after spraying in the range of 85.6–91.7%. Against caterpillars of younger ages (L₁–L₃), middle (L2–L5) and older ages (L6–L7) of the second generation in 2019, the most effective preparation was Koragen 20% suspension concentrate, which provided mortality in the range of 84.5–92.6% on the 14th day of use. The use of insecticide Nurel D, 55% emulsion concentrate, contributed to the destruction of caterpillars on the 14th day after spraying in the range of 80.3–87.2%. The most effective preparation in destruction of caterpillars of younger (L₁–L₃), middle (L2–L5) and older (L6–L7) ages of the first generation in 2020 was the preparation Koragen 20% suspension concentrate, which ensured the mortality of caterpillars on the 14th day after use in the range of 81.5% – 93.8%. Insecticide Nurel D, 55% emulsion concentrate, compared to the previous preparation was less effective and ensured 79.7–83.7% of mortality. In 2020, the use of the preparation Koragen 20% suspension concentrate, against caterpillars of different ages of the second generation contributed to the destruction of 80.7–91.7%, and a slightly lower effectiveness was observed with the use of insecticide Nurel D, 55% emulsion concentrate, namely in the range of 73.6–80.0%. The studied biological preparations Actofit, 0.2% emulsion concentrate, Lepidocide, water soluble, titre $1.5 \cdot 10^9$ spores/ml and Bitoxibacillin-BTU tetro preparative mixture, titre $100 \cdot 10^9$ spores/ml, also contributed to the destruction of caterpillars of the fall webworm of younger, middle and older ages at a fairly high level, but their action was somewhat slowed down in time. So on the 14th day, after nests with caterpillars were sprayed with the biological preparation Bitoxibacillin-BTU tetro preparative mixture, titre $100 \cdot 10^9$ spores/ml in 2019, 76.1% of them were destroyed, and in 2020 – 73.3%, Actofit, 0.2% emulsion concentrate, on the 14th day of research in 2019, 85.3% of younger caterpillars died, and in 2020 – 82.7%. In the control variant, the death of caterpillars was observed in 2020, starting from the 3rd day, but in 2019, from the 7th and 14th day of the first and second generation in the range of 0.3–2.8%, respectively, which can be caused by different negative factors and natural enemies of the fall webworm.

Key words: fall webworm, chemical preparations, biological preparations, effectiveness.

Постановка проблеми. Одним із обмежуючих чинників отримання високого врожаю є шкідники. Несвочасне проведення захисних заходів призводить до зниження врожайності культур на 30–45%. Дефоліація насаджень призводить до порушення обмінних процесів у рослинах та їхнього послаблення, внаслідок чого знижується врожайність, погіршуються захисна, декоративна та естетична функції, умови для існування фауни. Окремі рослини стають слабшими, а за систематичного пошкодження шкідниками – всихають та гинуть. Плодові та ягідні культури знижують урожайність або взагалі не плодоносять не тільки в рік сильного пошкодження, але й наступного року [1, с. 105].

Важливе місце серед листогризухих видів посідає американський білий метелик (*Huphantria cunea* Drury). За відсутності захисних заходів шкідник здатний знищити від 20 до 75% листових пластинок, що за максимального заселення призводить до повної відсутності врожаю. Американський білий метелик визнаний небезпечним карантинним шкідником багатьма міжнародними та регіональними організаціями з карантину та захисту рослин: Комісією Азії і Тихого океану із захисту рослин (APPPC), Регіональним комітетом із захисту рослин країн Південної Америки (COSAVE), Євразійським Економічним Союзом (EAEU). Крім того, цей метелик входить до переліку карантинних організмів багатьох країн світу – партнерів України з міжнародної торгівлі. В Україні шкідник входить до списку А2 (карантинні організми, обмежено поширені на території України).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В Україні перші осередки американського білого метелика були виявлені в Закарпатті у 1952 р., а в червні місяці – фактично по всій низині області. Протягом наступних двох років шкідник просувався в північному напрямку на 10-15 км, а в долинах річок Латориці, Боржави і Тиси окремі осередки виявлені вглибині передгір'я [2, с. 45; 3, с. 205; 4, с. 136; 5, с. 114; 6, с. 79; 7, с. 43].

У Харківській області американський білий метелик виявлений на початку 80-х років ХХ століття [8, с.83; 9, с.179; 10, с.10]. Згідно з даними Держпродспоживслужби, в 2017 р. шкідник зареєстрований в 24 районах Харківської області на загальній площі 2429,5 га. Суттєва частина заселеної території припадає на присадибні ділянки (57,4%), території господарств всіх форм власності (19,2%), на інші землі передгір'я (24,4%) [11, с. 157; 12, с. 14; 13, с. 110].

Масове розповсюдження американського білого метелика територією області вимагає детального вивчення не лише біологічних та морфологічних особливостей шкідника, але й пошуку відповідних заходів щодо виявлення, локалізації і ліквідації осередків. Захист багаторічних насаджень від американського білого метелика заснований переважно на винищувальних заходах боротьби, спрямованих на тотальне знищення виду. Проте все частіше науковці рекомендують проти регульованих шкідливих організмів використовувати інтегровану систему захисту рослин. Наразі використання хімічного методу боротьби із шкідливими організмами є найбільш ефективним та економічно доцільним. Проте задля зменшення негативного впливу на навколишнє середовище під час використання хімічних препаратів розробляються альтернативні, екологічно безпечні методи боротьби зі шкідниками. В нашій країні арсенал мікробіологічних засобів захисту від листогризухих шкідників досить обмежений. Дослідники відмічають, що досить перспективним у боротьбі із всейдними шкідниками є використання біологічних препаратів [14, с. 88].

Постановка завдання. Дослідження проведено нами протягом 2019–2020 рр. у Харківському районі (околиці с. Мала Рогань, 49° 56'19" N, 36° 29'26" E) за загальноприйнятими методами протягом вегетаційного періоду.

Досліди здійснювали з використанням наступних хімічних та біологічних препаратів на клені ясенелистому: Нурел Д, 55% к. е. (еталон), Кораген, 20% к. с.,

Актофіт, 0,2% к. е., Лепідоцид, в. р., титр $1.5 \cdot 10^9$ спор/мл, Бітоксисацілін-БТУ, т.п.с., титр $100 \cdot 10^9$ спор/мл. Підбір препаратів здійснювали за їхнім призначенням і впливом на лускокрилих шкідників та за різною діючою речовиною. Робочі розчини готували з розрахунку на 15 л обприскувача та застосовували у трьох варіантах: обприскування гусені на початку відродження (до утворення гнізд), обприскування гнізд із гусінню середніх віків та обприскування гусені старших віків. Відсоток загиблої гусені визначали за загальноприйнятими методиками [15, с. 14] на 3, 7 та 14-ту добу після використання препаратів. У контролі обприскування дерев проводили чистою водою.

Виклад основного матеріалу дослідження. Під час проведеного дослідження встановлено, що найбільш ефективним стосовно знищення першого покоління гусені американського білого метелика молодших віків (L1–L3) є препарат Кораген 20% к. с., що забезпечує смертність гусені на 93,9% та 93,8% на 14-ту добу після використання в 2019–2020 рр. (таблиця 1, 3). Перевагою препарату є його овцидна дія. Використання інсектициду Нурел Д, 55% к.е спричинило знищення в 2019 році 91,7% гусені американського білого метелика молодших віків на 14 добу після проведення обприскування, а в 2020 р. – на 83,7%, що на 8,0% менше. Досліджувані біологічні препарати Актофіт, 0,2% к.е., Лепідоцид, в.р., титр $1.5 \cdot 10^9$ спор/мл та Бітоксисацілін-БТУ т.п.с., титр $100 \cdot 10^9$ спор/мл також знищували гусінь американського білого метелика молодших віків на досить високому рівні, проте їхня дія була дещо сповільнена в часі. Так, на 14 добу після обприскування гнізд із гусінню біопрепаратом Бітоксисацілін-БТУ т.п.с. (титр $100 \cdot 10^9$ спор/мл) у 2019 р відмічали загибель 76,1% гусені, що на 17,8% менше, ніж за використання хімічного препарату Кораген 20% к. с., а в 2020 р. – 73,3%, що на 20,5% менше. Дещо вищу ефективність дії отримано за використання Актофіту (0,2% к.е.) на 14-ту добу дослідження, при цьому в 2019 р. спостерігали загибель 85,3% гусені американського білого метелика молодших віків, а в 2020 р. – 82,7% гусені.

Найбільш ефективним препаратом під час знищення гусені молодших віків (L1–L3) другого покоління в 2019 р. та в 2020 р. був також Кораген 20% к. с., що забезпечив смертність гусені на 14-ту добу після використання на 92,6% та 91,0% відповідно. Інсектицид Нурел Д (55% к.е.) порівняно з попереднім препаратом виявився менш ефективним: смертність гусені становила лише 87,2% (2019 р.) та 80,0% (2020 р.). Біологічні препарати в 2019–2020 рр. також показали значну ефективність на 14-ту добу проти гусені молодших та середніх віків (таблиця 2, 4).

У 2019–2020 рр. використання препаратів різного походження проти першого та другого покоління гусені американського білого метелика середніх віків (L4–L5) забезпечує їхню загибель у більш пізні терміни, ніж за їхнього використання проти гусені молодших віків (L1–L3), адже в цей період проводиться формування шкідником павутинних гнізд. Найбільш ефективним під час знищення першого покоління гусені американського білого метелика середніх віків (L4–L5) на 14-ту добу після використання був також препарат Кораген (20% к. с.). Використання інсектициду Нурел Д (55% к.е.) дало можливість на 14-ту добу після використання знищити 85,6% гусені американського білого метелика в 2019 р., та 78,8% – в 2020 р. Серед біологічних препаратів у 2019–2020 рр. під час знищення гусені 4–5 покоління американського білого метелика досить ефективно зарекомендував себе Актофіт (0,2% к.е.), а саме на 7 добу після використання відмічено загибель 75,5% гусені як у 2019 році, так і в 2020 році. Біопрепарат Лепідоцид, в.р. (титр $1.5 \cdot 10^9$ спор/мл) був менш ефективним під час знищення гусені середніх віків (L4–L5).

Таблиця 1
Технічна ефективність інсектицидних препаратів проти I покоління гусені американського білого метелика в 2019 р.

№ п/п	Назва препарату	Норма витрат, кг, л/га	Чисельність гусені до обробки, екз./гніздо			Технічна ефективність на ... добу											
			молодших віків	середніх віків	старших віків	молодших віків				середніх віків				старших віків			
						3	7	14	3	7	14	3	7	14	3	7	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
1	Контроль (H ₂ O)	0	62,3	58,3	55,9	0	0,8	1,9	1,5	1,7	2,2	2,3	2,6	2,8			
2	Нурел Д, 55% к.е.	1	49,5	48,9	50,1	80,8	83,6	91,7	77,9	81,7	85,6	81,6	84,8	87,6			
3	Кораген, 20%, к.е.	0,15	51,6	52,3	49,6	87,5	90,8	93,9	89,4	93,4	93,8	90,3	93,3	92,9			
4	Актофит, 0,2% к.е.	2	70,9	69,6	65,5	73,7	81,5	85,3	71,8	75,5	83,3	72	75,5	82,7			
5	Лепидоцид, в.р., титр 1,5*10 ⁹ спор/мл.	3	71,8	68,6	65,6	69,9	73,3	83,5	68,3	71,4	80,4	77,5	79,4	82,1			
6	Бітоксикацилін-БТУ т.п.с., титр 100*10 ⁹ спор/мл.	0,5	59,5	59,3	56,9	68,7	69,4	76,1	67,1	67,7	74	71,1	71,8	74,8			
						4,48				4,39				3,42			

Таблиця 2
Технічна ефективність інсектицидних препаратів проти II покоління гусені американського білого метелика в 2019 р.

№ п/п	Назва препарату	Норма витрат, кг, л/га	Чисельність гусені до обробки екз./гніздо			Технічна ефективність на ... добу											
			молодших віків	середніх віків	старших віків	молодших віків				середніх віків				старших віків			
						3	7	14	3	7	14	3	7	14	3	7	14
1	Контроль (H ₂ O)	0	80,5	87,9	88,9	1,6	1,2	2,1	1,0	0,5	0,6	0,0	0,3	0,5			
2	Нурел Д, 55% к.е.	1	90,5	100,2	95,3	81,1	85,6	87,2	74,3	78,0	80,3	79,8	79,8	82,8			
3	Кораген, 20%, к.е.	0,15	74,5	85,5	85,9	82,5	87,2	92,6	80,7	81,9	84,5	82,8	82,8	86,1			
4	Актофит, 0,2% к.е.	2	120,3	110,5	100,0	75,6	78,9	87,1	72,9	74,1	81,3	75,5	75,5	82			
5	Лепидоцид, в.р., титр 1,5*10 ⁹ спор/мл	3	95,6	89,9	90,9	72,3	74,4	76,5	67,2	69,9	75,9	75,9	75,9	79,5			
6	Бітоксикацилін-БТУ т.п.с., титр 100*10 ⁹ спор/мл	0,5	97,9	100,5	110,3	71,3	75,4	78,5	67,9	68,6	71,5	74,7	74,7	79,1			
						3,89				3,39				2,11			

Таблиця 3
Технічна ефективність інсектицидів проти I покоління гусені американського білого метелика в 2020 р.

№ п/п	Назва препарату	Норма витрат, кг./га	Чисельність гусені до обробки, екз./гніздо			Технічна ефективність на ... добу											
			молодших віків	середніх віків	старших віків	молодших віків				середніх віків				старших віків			
						3	7	14	3	7	14	3	7	14			
1	Контроль (H ₂ O)	0	60,5	55,5	57,5	0	0,8	2,4	0,1	0,9	2,7	0,6	0,8	1,2			
2	Нурел Д, 55% к.е.	1	55,5	56,7	56,2	80,1	81,0	83,7	77,9	78,8	79,7	76,8	78,6	80,4			
3	Кораген, 20%, к.с.	0,15	65,2	65,0	55,0	84,6	86,9	93,8	76,9	77,0	81,5	81,8	83,6	83,8			
4	Актофит, 0,2% к.е.	2	75,4	65,5	60,5	77,4	80,1	82,7	72,5	75,5	79,3	75,2	76,8	78,5			
5	Лепідоцид, в.р., титр 1,5*109 спор/мл.	3	68,0	59,0	62,5	75,0	79,4	82,3	71,1	72,8	76,2	72,8	76,0	77,6			
6	Бітоксикацілін-БТУ т.п.с., титр 100*109 спор/мл.	0,5	75,0	70,0	65,4	66,6	68,0	73,3	62,8	65,7	71,4	64,8	67,8	72,4			
						2,78				2,03				1,54			

Таблиця 4
Технічна ефективність інсектицидних препаратів проти II покоління гусені американського білого метелика в 2020 р.

№ п/п	Назва препарату	Норма витрат, кг./га	Чисельність гусені до обробки екз./гніздо			Технічна ефективність на ... добу											
			молодших віків	середніх віків	старших віків	молодших віків				середніх віків				старших віків			
						3	7	14	3	7	14	3	7	14			
1	Контроль (H ₂ O)	0	62,5	60,5	60,0	2,0	2,4	2,4	0	0,8	1,6	0	0,8	1,0			
2	Нурел Д, 55% к.е.	1	60,0	55,0	55,6	75,0	76,3	80,0	69,0	72,7	73,6	69,4	73,0	74,8			
3	Кораген, 20%, к.с.	0,15	50,0	65,0	60,0	80,0	90,0	91,0	76,9	80,0	80,7	78,3	79,1	81,6			
4	Актофит, 0,2% к.е.	2	65,0	60,0	50,5	73,8	76,9	84,6	66,6	68,3	70,0	69,3	70,2	72,3			
5	Лепідоцид, в.р., титр 1,5*109 спор/мл.	3	50,0	51,0	50,0	68,0	72,0	78,0	64,7	66,6	69,7	68,0	70,0	72,0			
6	Бітоксикацілін-БТУ т.п.с., титр 100*109 спор/мл.	0,5	55,0	62,0	54,5	67,2	70,9	72,7	65,3	66,1	69,3	66,9	67,8	70,6			
НР 0,5						5,06				1,51				1,63			

За використання хімічного інсектициду Кораген 20% к. с. проти другого покоління гусениць середніх віків (L4–L5) ефективність у 2019–2020 рр. на 14-ту добу експерименту становила 84,5% та 80,7% відповідно. Застосування інсектициду Нурел Д (55% к.е.) в 2019 р. сприяло знищенню 80,3% гусені американського білого метелика середніх віків на 14 добу після обприскування, що на 6,7% менше порівняно з 2020 р. Біологічні препарати, застосовані в дослідгах, також сприяли знищенню гусені американського білого метелика, хоча були менш ефективними.

Найбільш ефективним хімічним інсектицидом під час знищення першого покоління гусені старших віків (L6–L7) в 2019 та в 2020 рр. був Кораген 20% к. с., який забезпечив загибель гусені американського білого метелика на 14 добу після використання на 92,9% та 92,9% відповідно. Інсектицид Нурел Д (55% к.е.) показав 87,6% ефективність під час знищення гусені, що на 5,3% менше порівняно з попереднім препаратом у 2019 р. Серед біологічних препаратів (Актофіт, 0,2% к.е., Лепідоцид, в.р., титр $1.5 \cdot 10^9$ спор/мл та Бітоксисабацилін-БТУ т.п.с., титр $100 \cdot 10^9$ спор/мл) найкраще зарекомендував себе Актофіт (0,2% к.е.), забезпечивши загибель у 2019 році – 82,7%, у 2020 році – 78,5% гусені американського білого метелика на 14-ту добу після використання, на відміну від Лепідоциду в.р. (титр $1.5 \cdot 10^9$ спор/мл) та Бітоксисабацилін-БТУ т.п.с. (титр $100 \cdot 10^9$ спор/мл), ефективність яких у 2019 р. становила 82,1% та 74,8%, а в 2020 році – 77,6% та 72,4% відповідно.

У 2019 та в 2020 роках ефективним препаратом щодо знищення гусені другого покоління старших віків (L6–L7) був Кораген 20% к. с., який показав ефективність 86,1% та 81,6% відповідно. Серед біологічних препаратів у ці роки найбільш ефективним був Актофіт (0,2% к.е.), що спричинив загибель у 2019 році 82,0% гусені, а в 2020 році – 72,3%, що на 9,7% менше порівняно з 2019 роком.

У контрольному варіанті спостерігали загибель гусені в 2020 році, починаючи з 3 доби, а в 2019 р. – починаючи з 7 та 14 доби першого та другого покоління в межах 0,3% – 2,8% відповідно, що може бути спричинено різними негативними факторами та природними ворогами американського білого метелика.

Висновки і пропозиції. Під час проведеного дослідження встановлено, що в умовах Харківської області під час застосування інсектицидних препаратів хімічного та біологічного походження (Нурел Д, 55% к. е. (еталон), Кораген, 20% к. с., Актофіт, 0,2% к. е., Лепідоцид, в. р., титр $1.5 \cdot 10^9$ спор/мл, Бітоксисабацилін-БТУ, т.п.с., титр $100 \cdot 10^9$ спор/мл) проти гусені різних віків американського білого метелика можна досягти високу ефективність.

Максимальний результат, згідно з нашим дослідженням, отримано на 14-ту добу експерименту проти гусені молодших віків (L1–L3) першого (загибло 93,8%) та другого покоління (смертність 91,0%) під час використання хімічного препарату Кораген 20% к. с. Використання цього інсектициду проти гусені середніх (L4–L5) та старших віків (L6–L7) також дало можливість отримати найвищий позитивний результат. Серед біологічних препаратів під час знищення гусені американського білого метелика різних віків високу ефективність показав Актофіт (0,2% к.е.).

Результати проведеного дослідження дають можливість стверджувати, що в боротьбі з гусінню різних віків американського білого метелика доцільно використовувати інсектициди різних хімічних груп і дії, включаючи препарати на основі біологічних агентів, хоча вони характеризуються дещо сповільненою дією.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Наконечна Ю.О., Станкевич С.В., Трофічна спеціалізація та шкідливість американського білого метелика (*HYPHANTHRIA CUNEA* (DRURY, 1773)). *Проблеми екології та екологічного орієнтованого захисту рослин* : матеріали міжнародної науково-практичної конференції факультету захисту рослин Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва (29–30 жовтня 2020 р.), присвяченої 130-річчю з дня народження академіка ВАСГНІЛ, члена-кореспондента НАНУ, доктора біологічних наук, професора, фундатора та першого декана факультету Т. Д. Страхова. 2020. С. 105–106.
2. Шумов С. Н. О динамике распространения американской белой бабочки *Huphantria cunea* Drury. (*Lepidoptera, Arctiidae*) в Украине на фоне годовых минимальных температур воздуха (с 1952 г. и до настоящего времени). *Український ентомологічний журнал*. 2018. № 1(14). С. 44–57.
3. Nakonechna Yu.O., Stankevych S.V., Zabrodina I.V. et al. Distribution area of *Huphantria cunea* Drury: the analysis of Ukrainian and world data *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. № 9(3). P. 204–214.
4. Наконечна Ю. О., Станкевич С. В. Історія поширення та сучасний ареал американського білого метелика (*Huphantria cunea* Drury.) : матеріали підсумкової науково-практичної конференції професорсько-викладацького складу і здобувачів наукових ступенів Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва (19–20 березня 2019 р.). 2019. С. 136–137.
5. Станкевич С.В., Наконечна Ю.О., Манукян К.С. Динаміка малороганського осередку американського білого метелика (*Huphantria cunea* (Drury, 1773)) у 2014–2018 рр. *Фундаментальні і прикладні проблеми сучасної екології та захисту рослин* : матеріали міжнародної науково-практичної конференції. ХНАУ, 11–12 жовтня 2018 р. С. 114–116.
6. Наконечна Ю. О., Станкевич С. В., Коломієць С. С. Екологізований захист від американського білого метелика (*Huphantria cunea* Drury.) в лісосмугах с. Мала Рогань Харківського району Харківської області. *Проблеми екології та екологічного орієнтованого захисту рослин* : матеріали міжнародної науково-практичної конференції факультету захисту рослин Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва (17–18 жовтня 2019 р.). 2019. С. 7981.
7. Наконечна Ю. О., Станкевич С. В. Фенологія американського білого метелика (*Huphantria cunea* Drury.) в лісосмугах Харківського району Харківської області. *Ентомологічні читання пам'яті видатних вчених-ентомологів В. П. Васильєва і М. П. Дядечка* : матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції. Інститут захисту рослин НААН, м. Київ (18–20 грудня 2019). С. 43–46.
8. Станкевич С. В. Осередок американського білого метелика (*Huphantria cunea*) у Харківському районі. *Проблеми сучасної ентомології* : тези доповідей I (IV) Міжнародної науково-практичної конференції (15–17 вересня 2016 р.). Ужгород, 2016. № 7 (3). С. 83–84.
9. Станкевич С. В., Леженіна І. П., Забродіна І. В. Біологічні особливості американського білого метелика у Харківському районі Харківської області : матеріали підсумкової наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів та здобувачів (24–25 травня 2017 р.). Харків : ХНАУ, 2017. Ч. II. С. 179–180.
10. Stankevych S. V. Fall webworm (*Huphantria cunea*) in Kharkiv region. *Znanstvena misel*. 2017. Vol. 1, No 8(8). P. 10–14.
11. Наконечна Ю.О., Станкевич С.В. Американський білий метелик (*Huphantria cunea* Drury.) в умовах України та східного лісостепу : матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 80-й річниці заснування природничого факультету ХНПУ ім. Г. С. Сковороди (20–21 вересня 2019 р.). С. 157–160.
12. Наконечна Ю. О., Станкевич С. В. Защита от американской белой бабочки (*Huphantria cunea* Drury.) в Восточной лесостепи Украины. *Scientific Research*

in XXI Century : матеріали першої міжнародної науково-практичної конференції (Ottawa, Canada 16–18 грудня 2019 р.). С. 14–19.

13. Наконечна Ю.О., Станкевич С.В. Географічне поширення американського білого метелика (*Huphantria cunea* Drury, 1773). *Вісник ХНАУ. Серія: Фітопатологія та ентомологія*. 2019. № 1–2. С. 109–118.

14. Руденко Ю.Ф., Плотницька Н.М., Ігнатюк А.І. Захист багаторічних насаджень від американського білого метелика на території Житомирської області. *Вісник ЖНАЕУ*. 2014. № 1 (39). Т. 1. С. 87–93.

15. Заповловський А.С. та ін. Американський білий метелик – небезпечний карантинний шкідник. Житомир, 2013. 31 с.

УДК 519.2:635.67

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.10>

ТОЧНІСТЬ ПРОГРАМУВАННЯ ВРОЖАЮ КУКУРУДЗИ ЦУКРОВОЇ ЗА ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ АЛГОРИТМІВ І СТРУКТУРИ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Лаєренко Н.М. – к.с.-г.н., доцент, доцент кафедри землеустрою,
геодезії та кадастру,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

Лиховид П.В. – к.с.-г.н., старший науковий співробітник відділу маркетингу,
трансферу інновацій та економічних досліджень,

Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

Виконано аналіз точності програмування врожайності кукурудзи цукрової залежно від реалізації факторів технології вирощування за використання різних алгоритмів і архітектури штучних нейронних мереж у різному програмному середовищі – *NeuroXL Predictor*, *JustNN* та *TiberiusXL*. Точність прогнозування врожайності культури визначали за показниками коефіцієнту детермінації (R^2) та середньої абсолютної похибки у відсотках (MAPE). Досліджено такі типи активуючих функцій штучних нейронних мереж, як логарифмічна сигмоїдна функція за структури мережі 3-10-1 та проста сигмоїдна функція зі структурами 3-6-1 та 3-5-1. Дійсні величини врожайності кукурудзи цукрової встановлено за результатами трирічних досліджень, виконаних на експериментальних полях СК «Радянська земля» (Білозерський район, Херсонська область). Результати дослідження можливостей програмування за різної структури та активуючої функції показали, що найвищу точність прогнозу продуктивності кукурудзи забезпечило програмне середовище *NeuroXL* із використанням логарифмічної сигмоїдної функції за структури мережі 3-10-1. Коефіцієнт детермінації склав 0,978. Два інші досліджувані нами варіанти програмування забезпечили нижчу ефективність (коефіцієнт детермінації коливався в межах 0,913–0,922), утім якість підгону моделей залишалася на високому рівні. Найменша середня абсолютна похибка у відсотках (MAPE) на рівні 0,28% одержана в разі використання логарифмічної сигмоїдної функції за структури мережі 3-10-1, тоді як в інших досліджуваних варіантах вона зростала до 0,73%. Таким чином, доведено, що логарифмічна функція та більша кількість нейронних вузлів у прихованому шарі забезпечують вищу прогностичну ефективність і точність моделей для програмування врожайів сільськогосподарських культур. Рекомендовано використовувати програмне забезпечення *NeuroXL Predictor* як максимально відповідне вимогам сучасного програмування врожайів у рослинництві.

Ключові слова: кукурудза цукрова, програмування врожаю, середня абсолютна похибка, сигмоїдна функція, штучні нейронні мережі.

Lavrenko N.M., Lykhovyd P.V. Accuracy of sweet corn yield prediction depending on the algorithm and structure of artificial neural networks

An analysis of the accuracy of programming the yield of sweet corn depending on the factors of its cultivation technology using different algorithms and architecture of artificial neural networks in different software environments – NeuroXL Predictor, JustNN and TiberiusXL – has been performed. The accuracy of the crop yield prediction was determined by the coefficient of determination (R^2) and the mean absolute percentage error (MAPE). Such types of activating functions of artificial neural networks were studied, namely: the zero-based logarithmic sigmoid function for a network structure 3-10-1; simple sigmoid function with a structure of 3-6-1 and 3-5-1. The actual yield values of sweet corn were obtained as the results of three-year-long trials performed in the experimental fields of the Agricultural Cooperative Radianska Zemlia (Bilozerskyi district, Kherson oblast). The results of studying the possibilities of programming with different structure and activating function showed that the highest accuracy of forecasting the productivity of the studied crop was provided by the software environment NeuroXL using the zero-based logarithmic sigmoid function for a network structure 3-10-1. The coefficient of determination was 0.978. Two other programming variants, involved in the study, provided lower efficiency (coefficient of determination fluctuated in the range of 0.913–0.922), however the quality of fitting the models remained at a high level. The lowest mean absolute percentage error (MAPE) of 0.28% was obtained when using the zero-based logarithmic sigmoid function for a network structure 3-10-1, while in other studied variants it increased to 0.73%. Thus, it is proved that the zero-based logarithmic sigmoid function and a larger number of neural nodes in the hidden layer provide higher prognostic efficiency and accuracy of the models for crop yields forecasting. It is recommended to use NeuroXL Predictor software as the most suitable for the requirements of modern crop programming in crop production.

Key words: sweet corn, yield programming, mean absolute error; sigmoid function, artificial neural networks.

Постановка проблеми. Прогноз і програмування врожаю сільськогосподарських культур є невід’ємним складником аграрної науки та практики. Сучасне землеробство та рослинництво неможливо уявити без ретельного планування, в основі якого повинно лежати науково обгрунтоване очікування можливої продуктивності культурних рослин залежно від характеру реалізації технологічних факторів та природних умов вирощування. Нині існує низка підходів до програмування врожайності, найпоширенішим із яких є математична обробка результатів емпіричних досліджень та побудова математичних моделей на основі кореляційно-регресійного аналізу, а також застосування ресурсних емпіричних моделей формування врожаю залежно від рівня надходження та ефективності засвоєння ФАР, режиму зволоження, рівня мінерального живлення тощо [1]. Втім доведено, що не завжди регресійні моделі здатні забезпечити високу точність прогнозування, тому виникла потреба в удосконаленні існуючих та розробці нових підходів до вирішення цього питання. Однією з найбільш перспективних відповідей може стати впровадження штучних нейронних мереж у практику сільськогосподарського аналізу та моделювання, оскільки відомо, що саме нейронні мережі є чи не найбільш точним інструментом аналізу великих масивів даних із нелінійним характером взаємної залежності. Штучні нейронні мережі в їхньому чистому вигляді є надто складними, не завжди практичними й ручними у використанні для аграріїв, тому останні застосовують готові програмні продукти, які мають різний функціонал щодо створення, тренування, тестування нейронних мереж, побудованих за заданими параметрами та масивами даних [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Попередні дослідження показали можливість ефективного застосування методу штучних нейронних мереж до прогнозування врожайності пшениці озимої за показниками NDVI та EVI, при цьому нейронні мережі виявилися дещо точнішим методом, ніж регресійні моделі [3; 4]. Позитивні результати застосування нейронних мереж у прогнозуванні

врожаїв пшениці озимої одержано і в разі застосування в якості вхідних параметрів рівня реалізації елементів агротехнології [5]. Низкою авторів виконано дослідження щодо застосування різних підходів у прогнозуванні врожаїв сільськогосподарських культур методом штучних нейронних мереж і доведено істотні відмінності в якості прогнозів залежно від параметрів нейронних мереж та особливостей введення вхідних даних моделей [6]. Доведено також, що якість прогнозування багато в чому залежить і від того, яку активуючу функцію для нейрона обрано дослідниками [7]. Отже, питання обрання кращого варіанту структури та алгоритму для нейронної мережі є актуальним і важливим для забезпечення високоякісних прогнозів у сфері рослинництва.

Постановка завдання. Беручи до уваги широкий спектр доступного програмного забезпечення для розробки та впровадження підходу до моделювання та прогнозування на основі штучних нейронних мереж, ми вважаємо, що необхідно не лише оглянути можливості конкретних програмних продуктів, але й перевірити їхню реальну ефективність у вирішенні практичних завдань прогнозування врожайності. Ми провели тестування, створивши модель врожаю кукурудзи цукрової і використовуючи при цьому показники урожайності товарних качанів культури без обгорток, отримані в рамках польових досліджень [8]. Урожайність культури – вихідний параметр моделі, тоді як технологічні фактори (глибина полицевого обробітку ґрунту, дози внесення мінеральних добрив, кількість рослин на 1 га тощо) були вхідними параметрами для нейронної мережі. Модель прогнозування врожайності розроблена з використанням як комерційного, так і вільного програмного забезпечення, а саме: NeuroXL Predictor, JustNN та TiberiusXL. Встановлено рекомендовані параметри моделі в кожній програмі, щоб забезпечити максимально можливу точність прогнозу. Отже, розроблено три нейронні мережі:

1) у NeuroXL Predictor: мережа зі структурою 3-10-1, активуюча функція – логарифмічна сигмоїдна;

2) у JustNN: мережа зі структурою 3-6-1, активуюча функція – проста (звичайна) сигмоїдна;

3) у TiberiusXL: мережа зі структурою 3-5-1, активуюча функція – проста (звичайна) сигмоїдна.

Унаслідок моделювання ми отримали прогнози (Табл. 1) та оцінили їхню точність шляхом обчислення коефіцієнта детермінації, використовуючи наступну формулу 1:

$$RSQ = 1 - \frac{V(y|x)}{V(y)} \quad (1)$$

де $V(y|x)$ – це дисперсія залежного аргументу.

Додатково точність прогнозів оцінено за допомогою розрахунку середньої абсолютної похибки прогнозу у відсотках (MAPE) [8].

Виклад основного матеріалу дослідження. Внаслідок розрахунку коефіцієнта детермінації для досліджуваних прогностичних моделей нами отримано такі його значення: 0,978 для моделі NeuroXL Predictor; 0,922 для моделі JustNN та 0,913 для моделі TiberiusXL відповідно. Отже, доведено, що точність усіх розроблених штучних нейронних мереж є задовільною і знаходиться в інтервалі 0,9–1,0 (вище 90%). Однак, незважаючи на той факт, що кожен із створених прогнозних моделей можна успішно використовувати задля прогнозування врожаю цукрової кукурудзи, показники їхньої ефективності й точності не є абсолютно рівнозначними. Найкращі результати прогнозування отримано в комерційному

програмному забезпеченні NeuroXL Predictor, причому безкоштовне програмне забезпечення менш точне у прогнозах (на 5,73–6,65%).

Таблиця 1

Урожайність кукурудзи цукрової, прогнозована за різних алгоритмів та архітектури штучних нейронних мереж у різному програмному середовищі

Вхідні параметри моделей			Дійсна врожайність культури, т/га	Прогнозована врожайність, т/га		
Глибина полицевого обробітку ґрунту, см	Доза внесення мінеральних добрив, кг/га	Кількість рослин культури на 1 габ шт.		NeuroXL Predictor	JustNN	TiberiusXL
20	0	35000	2,67	3,19	2,90	2,72
20	0	50000	2,85	2,70	2,95	2,38
20	0	65000	3,01	2,88	3,02	3,19
20	0	80000	2,96	3,44	3,10	3,48
20	60	35000	5,56	5,57	5,92	5,76
20	60	50000	6,31	6,20	7,30	5,98
20	60	65000	7,67	7,27	8,10	7,55
20	60	80000	6,80	6,71	8,35	7,45
20	120	35000	7,53	7,57	7,10	8,53
20	120	50000	8,81	9,16	8,33	9,22
20	120	65000	10,93	10,17	8,91	10,60
20	120	80000	9,58	10,19	9,04	10,14
28	0	35000	3,00	3,03	3,18	1,69
28	0	50000	3,34	3,44	3,33	1,22
28	0	65000	3,57	3,51	3,47	2,61
28	0	80000	3,37	2,96	3,58	3,29
28	60	35000	4,89	4,34	4,92	4,38
28	60	50000	5,55	5,95	5,77	4,28
28	60	65000	6,25	6,48	6,26	5,85
28	60	80000	5,64	5,76	6,44	6,06
28	120	35000	6,23	6,28	6,21	8,34
28	120	50000	7,56	7,74	7,11	8,63
28	120	65000	8,59	7,98	7,44	9,44
28	120	80000	7,56	7,78	7,40	9,10

Щодо розрахованої величини середньої абсолютної похибки у відсотках (MAPE), то всі досліджувані нами програмні продукти забезпечили надзвичайно високу прогностичну точність, значення похибки коливалися в межах 0,28–0,73%. Максимальне значення похибки встановлено для моделі, побудованої в TiberiusXL, мінімальне – для NeuroXL Predictor. Графічна апроксимація всіх моделей представлена на рис. 1.

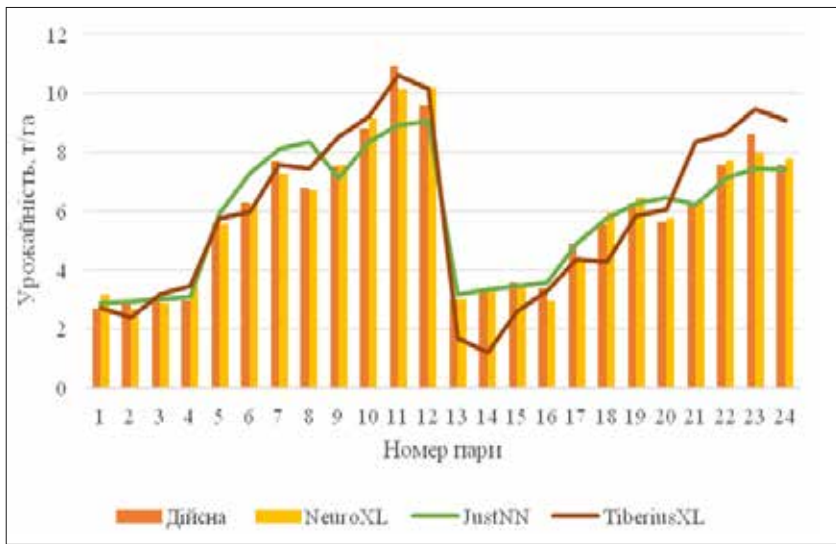


Рис. 1. Апроксимація прогнозних моделей урожайності кукурудзи цукрової

Висновки і пропозиції. Отже, вибір програмного забезпечення, алгоритму та структури штучної нейронної мережі мають велике значення для прогнозування врожайності сільськогосподарських культур. Для одержання найточнішого прогнозу та надійної моделі потрібно випробувати кілька різних варіантів для того, щоб вирішити, який із них найкраще підходить для розв'язання конкретного завдання. Крім того, комерційний програмний продукт показав значно вищу ефективність і точність, ніж безкоштовне програмне забезпечення.

Втім, необхідне подальше дослідження в цьому напрямку задля достовірного та кінцевого виявлення найточнішого програмного інструменту реалізації нейронних мереж, а також прогнозів на їхній основі в галузі рослинництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гамаюнова В.В., Смірнова І.В. Прогноз і програмування врожаю сільськогосподарських культур. Миколаїв, 2017.
2. Lykhovyd P.V. Prediction of sweet corn yield depending on cultivation technology parameters by using linear regression and artificial neural network methods. *Biosystems Diversity*. 2018. Vol. 26. No. 1. P. 11–15. DOI: <https://doi.org/10.15421/011802>
3. Лиховид П.В., Лавренко С.О., Лавренко Н.М. Ефективність методів статистичного аналізу даних у прогнозуванні врожаїв пшениці озимої на регіональному рівні за даними супутникового моніторингу. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2020. Вип. 113. С. 62–67.
4. Lavrenko S.O., Lavrenko N.N., Pichura V.I. Neural network modeling of chickpea grain yield on ameliorated soils. *Scientific Journal of Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems*. 2015. Vol. 2 (18). P. 16–30.
5. Домарацький Є.О., Пічуря В.І., Домарацький О.О. Оцінка та моделювання формування врожайності сортів пшениці м'якої озимої із застосуванням методу штучних нейронних мереж. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. 2015. Вип. 3. С. 46–52.
6. Nunes M., Gerding E., McGroarty F., Niranjana M. A comparison of multitask and single task learning with artificial neural networks for yield curve forecasting.

Expert Systems with Applications. 2019. Vol. 119. P. 362-375. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2018.11.012>

7. Bhojani S.H., Bhatt N. Wheat crop yield prediction using new activation functions in neural network. *Neural Computing and Applications*. 2020. P. 1–11. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00521-020-04797-8>

8. Ушкаренко В.О., Лиховид П.В. Регресійна модель урожайності кукурудзи цукрової залежно від агротехнології в зрощуваних умовах Сухого Степу України. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2016. № 2. С. 31–34.

9. Moreno J.J.M., Pol A.P., Abad A.S., Blasco B.C. Using the R-MAPE index as a resistant measure of forecast accuracy. *Psicothema*. 2013. Vol. 25. No 4. P. 500–506. DOI: <https://doi.org/10.7334/psicothema2013.23>

УДК 632.7820:633.34(477.52./6)

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.11>

ШКІДЛИВІСТЬ АКАЦІЄВОЇ ВОГНІВКИ (*ETIELLA ZINCKENELLA* TREITSCHKE, 1832) НА СОЇ У СХІДНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Лутицька Н.В. – аспірантка кафедри зоології та ентомології
імені Б.М. Литвинова,

Харківський національний аграрний університет імені В.В. Докучаєва

Станкевич С.В. – к.с.-г.н., доцент кафедри зоології та ентомології
імені Б.М. Литвинова,

Харківський національний аграрний університет імені В.В. Докучаєва

Соя є основною зернобобовою культурою в світі. Її зерно збалансоване за протеїном та амінокислотами. Серед небезпечних шкідників сої науковці виділяють акацієву (бобову) вогнівку (*Etiella zinckenella* Tr.1832.). Дослідження на посівах сої проведено нами протягом 2018–2020 рр. у ДП «ДГ Елітне» Харківського району Харківської області. Обстежено рослини за наявністю гусені акацієвої вогнівки та пошкоджених бобів. Усі отримані результати оброблено та внесено до таблиць. Кількість гусені на рослинах сої у 2018 році коливалася від 2 до 29 екз./100 рослин, у 2019 році – від 2 до 22 екз./100 рослин, у 2020 році – від 2 до 21 екз./100 рослин. Під час обстеження рослин сої виявлено також пошкодження бобів і насіння. У 2018 році відсоток пошкодження бобів становив від 0,3% до 3,7%, у 2019 році – від 0,2% до 0,9%, у 2020 році – від 0,6% до 1,8%. Відсоток пошкодженого насіння становив: у 2018 році – від 0,2% до 3,4%, в 2019 році – від 0,1% до 0,8%, в 2020 році – від 0,6% до 1,8%. У нашому дослідженні проведено досліди щодо пошкодженого насіння акацієвою вогнівкою в лабораторних умовах Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААНУ. Проаналізовано вміст жирів та білків у насінні. В середньому за період 2018–2020 роки отримано такі результати: непошкоджене насіння містило білка 37,05%, жиру – 21,10%, пошкоджене – 38,61% та 19,75% відповідно. Протягом 2018–2020 рр. проведено моніторинг посівів сої щодо наявності гусені акацієвої вогнівки та обприскано інсектицидами найбільш заселені сорти. У 2018 році найбільшу технічну ефективність на 3 добу показав препарат Нурел Д, 55% к. е. (1,0 л/га) – 28%, на 7 добу – Антигусінь 50% к.с. (0,15 л/га) – 59%, на 14 добу – препарат Корарен, 20% к.с. (0,2 л/га) – 82%. У 2019 році найкращу технічну ефективність на 3 добу показав препарат Антигусінь 50% к.с. (0,15 л/га) – 33%, на 7 добу – також препарат Антигусінь 50% к.с. (0,15 л/га) – 53%, на 14 добу – препарат Корарен, 20% к.с. (0,2 л/га) – 73%. У 2020 році найкращу технічну ефективність на 3 добу показав препарат Хлорпіривіт-агро, 55% к.е. (1,0 л/га) – 29%, на 7 добу – препарат Антигусінь 50% к.с. (0,15 л/га) – 52%, на 14 добу препарат Корарен, 20% к.с. (0,2 л/га) – 81%.

Ключові слова: зернобобові культури, соя, шкідники, акацієва вогнівка, шкідливість, пошкодження.

Lutytska N.V., Stankevych S.V. Harmfulness of pea pod borer (*Etiella zinckenella* Treitschke 1832) on soybeans in the Eastern Forest – Steppe of Ukraine

Soybean is the main leguminous crop in the world. Its grain is balanced in protein and digestible amino acids. Among the dangerous pests of soybeans, scientists distinguish pea pod borer (*leguminous*) (*Etiella zinckenella* Tr.). Our research on soybean crops was conducted in 2018–2020 in the Experimental Field “Experimental Farming Elitne”, Kharkiv district, Kharkiv region. Plants were examined for the presence of pea pod borer caterpillars and damaged beans. All obtained results were processed and put in tables. The number of caterpillars on soybean plants in 2018 ranged from 2 to 29 specimens/100 plants, in 2019 – from 2 to 22 specimens/100 plants, in 2020 – from 2 to 21 specimens/100 plants. When examining soybean plants, damage to beans and seeds was also found. In 2018, the percentage of damage ranged from 0.3% to 3.7%, in 2019 – from 0.2% to 0.9%, in 2020 – from 0.6% to 1.8%. The percentage of damaged seeds was: in 2018 – from 0.2% to 3.4%, in 2019 – from 0.1% to 0.8%, in 2020 – from 0.6% to 1.8%. In our study we have conducted experiments on damaged seeds by pea pod borer under the laboratory conditions of V. Ya. Yuriev Institute of Plant Cultivation of NAAS. We have done seeds analysis for fat and protein content. On average, for the period of 2018–2020, the following data were obtained: undamaged seeds contained 37.05% protein, 21.10% fat, and damaged seeds – 38.61% and 19.75%, respectively. In 2018–2020, soybean crops were monitored for the presence of pea pod borer caterpillars, and the most populated varieties were sprayed with insecticides. In 2018, the greatest technical efficiency on the 3rd day was shown by Nurel D, 55% emulsion concentrate (1.0 l/ha) – 28%, on the 7th day – Antygusin’ 50% suspension concentrate (0.15 l/ha) – 59%, on the 14th day – preparation Koragen, 20% suspension concentrate (0.2 l/ha) – 82%; in 2019, the best technical efficiency on the 3rd day was shown by the drug Antygusin’ 50% suspension concentrate (0.15 l/ha) – 33%, on the 7th day – also preparation Antygusin’ 50% suspension concentrate (0.15 l/ha) – 53%, on the 14th day – preparation Koragen, 20% suspension concentrate (0.2 l/ha) – 73%; in 2020, the best technical efficiency on the 3rd day was shown by Chlorpyrivit-agro, 55% emulsion concentrate (1.0 l/ha) – 29%, on the 7th day by Antygusin’ 50% suspension concentrate (0.15 l/ha) – 52%, on the 14th day by preparation Koragen, 20% suspension concentrate (0.2 l/ha) – 81%.

Key words: legumes, soybeans, pests, pea pod borer, harmfulness, damage.

Постановка проблеми. Соя належить до найважливіших культур світового землеробства й успішно використовується для вирішення проблеми збільшення виробництва рослинного білка та олії. Акацієва вогнівка (*Etiella zinckenella* Tr.) – це шкідник, здатний знищити врожай сої на 90%. Шкідливість акацієвої вогнівки полягає у зменшенні врожаю зерна (насіння пошкодженого бобу виїдене частково або повністю), у поширенні на пошкодженому зерні збудників бактеріальних і грибних хвороб.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Акацієва вогнівка (*Etiella zinckenella* Tr.) є небезпечним шкідником на посівах сої. Активному заселенню сприяє близьке розміщення посівів до посадок жовтої та білої акації. Ареал акацієвої (бобової) вогнівки (*Etiella zinckenella* Tr.) охоплює середню частину Росії (переважно у степовій зоні та південній частині лісостепу європейської частини), Північний Кавказ, південний Сибір, Далекий Схід, країни Балтії, Білорусь, Україну, Молдову, Закавказзя, Казахстан, Середню Азію, Західну Європу (до півдня Фінляндії), Північну Америку, малу Азію, Близький та Середній Схід, Індію, Китай, Корею, Японію, Південно-Східну Азію. Шкідник також завезений до Австралії та Америки [6, р. 208; 9, р. 399].

Російські науковці А.Н. Фролов та М.І. Саулич [1; 4, с. 80] склали ареал поширеності акацієвої вогнівки та зони її шкідливості, в межах якого виділена зона середньої шкідливості (південь України, Краснодарський та Ставропольський край, Ростовська область, Нижнє Поволжя), де втрати врожаю зернобобових культур у середньому можуть складати 5–6%. Зона слабкої шкідливості, де втрати врожаю зазвичай нижче 5%, знаходиться в європейській частині колишнього СРСР та охоплює територію вирощування зернобобових, а в азіатській

частині – територію вирощування сої із середньою температурою липня не нижче 20 °С. В Україні цей вид поширений повсюдно, але більш чисельний та шкідливий в Степу і на півдні Лісостепу. Шкідник пошкоджує горох, сочевицю, квасолю, сою, люпин, білу та жовту акацію, гледичію, у Закарпатті – фундук, насіння кавуна. Чисельність акацієвої вогнівки та її шкідливість збільшується в посушливі роки. Більшому пошкодженню бобів сприяє близькість до посівів сої рослин жовтої і білої акації. За даними В.І. Січкара та О.А. Грикун [7, р. 69], в Одеській, Миколаївській, Кримській та інших областях вогнівка спричинює втрату зерна до 1–2 ц/га та суттєво знижує його якість.

Гусінь цього шкідника живе в бобах, харчується молодим насінням, переходячи з одного бобу на інший. У цьому регіоні за весняно-літній період акацієва вогнівка зазвичай дає два покоління: перше розвивається на жовтій акації, гороху, друге – на сої та білій акації. Ураховуючи значну шкідливість вогнівки, проведено дослідження варіабельності пошкодження залежно від генотипу рослин і погодних умов, а також деяких механізмів стійкості. Подібні дослідження мексиканського квасолевого жука, бавовникової совки, листокрутки та інших шкідників проводять у США та Бразилії [9, р. 25; 11, р. 581; 12, р. 313]

В якості вихідного матеріалу використовували великий набір колекційних сортових зразків сої із різних куточків світу, а також перспективні селекційні номери, створені у Всесоюзному селекційно-генетичному інституті (м. Одеса). Для достовірної оцінки створений фон, сприятливий для збільшення кількості шкідника. Дослідну ділянку розташовували біля насаджень жовтої та білої акації (не більше 100 м), які є природними резерваціями акацієвої вогнівки. За периметром висівали декілька рядків гороху, що дозволило створити високу щільність першого покоління шкідника. Зразки досліджували протягом трьох і більше років. Ступінь пошкодження вираховували в основному у фазі повної стиглості в лабораторії. Пошкоджені боби відкривали та підраховували кількість повністю або частково ушкоджених насінин. Динаміку польоту метеликів другого покоління вивчали в польових умовах. Для цього протягом 20–30 діб спостерігали за льотом шкідника за допомогою світлової пастки ПРК-4. Відловлювали метеликів кожен день або через добу залежно від активності льоту, а також погодних умов (у дощову погоду світлову пастку не микали) [8, с. 165].

Постановка завдання. Мета дослідження – моніторинг заселеності посівів сої акацієвою вогнівкою, встановлення рівня пошкодження бобів і зерна сої.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідження на посівах сої проведено протягом 2018–2020 рр. у ДП «ДГ Елітне» Харківського району Харківської області. Проведено обстеження рослин за наявністю гусені акацієвої вогнівки та відсотка пошкодження бобів і насіння [3, с. 137; 4, с. 87].

На полі представлено всього 26 сортів української та канадської селекції. Сою висівали в три строки посіву, тому мали змогу відстежити розвиток і шкідливість акацієвої вогнівки на рослинах у різні фази вегетації. Визначали методом відбору 10 рослин в 10 місцях (проба 100 рослин) на кожному сорті та робили підрахунки. Всі отримані результати оброблено та внесено до таблиць [2, с. 74; 5, с. 116].

За маршрутного обстеження посівів сої проведено моніторинг рослин щодо наявності гусені акацієвої вогнівки на бобах. Результати багаторічного спостереження представлені на табл. 1.

За даними таблиці 1, найменшу кількість гусені акацієвої вогнівки у 2018 році зафіксовано на сортах Спритна СК, Мальвина РС (ІІІ декада квітня), Райдуга СК,

ES Ментор РС (II декада травня) – 2 екз./100 рослин, а найбільшу – на сорті Мальвіна РС (III декада травня) – 29 екз./100 рослин.

У 2019 році найменшу кількість гусені відмічено на сортах Білявка СК, Вишиванка РС, ES Ментор РС, Алігатор СК (II декада травня) – 2 екз./100 рослин, а найбільшу – на бобах сорту Білявка СК (III декада квітня) – 22 екз./100 рослин.

У 2020 році відмічено найменшу кількість гусені на сорті Білявка СК та Мальвіна РС (III декада травня), Корада СК, ESC Сенатор РС (II декада травня) – 2 екз./100 рослин, а найбільшу – на посівах сої сорту Спритна СК в кількості 21 екз./100 рослин.

Для визначення відсотку пошкодження бобів акаціевою вогнівкою на посівах сої проведено облік цілих та ушкоджених генеративних органів на кожному сорті і трьох строках посіву. Відбирали на кожному сорті 10 рослин в 10 місцях. Результати представлені на табл. 2, 3, 4.

За даними табл. 2, на I строку посіву (III декада квітня) кількість бобів на 100 рослин сягала від 2431 шт./100 рослин (на сорті Білявка СК) до 3294 (на сорті Мальвіна РС), на II строку посіву (II декада травня) – від 2341 шт./100 рослин (на сорті Красуня СК) до 3531 шт./100 рослин (на сорті Алігатор СК). На III строку (III декада травня) кількість бобів на 100 рослин коливалася від 2598 шт./100 рослин (сорт Спритна СК) до 2842 шт./100 рослин (на сорті Мальвіна РС).

Таблиця 1

Заселеність сортів сої гусінню акаціевої вогнівки залежно від строку посіву в 2018–2020 рр. у ДП «ДГ Елітне» ІР ім. В.Я. Юр'єва НААНУ (Харківський район Харківської області)

Строк посіву	Сорт	Виявлено гусені, екз./100 рослин		
		2018	2019	2020
1	2	3	4	5
III декада квітня	Білявка СК	4	5	2
	Спритна СК	2	4	3
	Мальвіна РС	2	4	2
середнє		2,7	4,3	2,3
II декада травня	Білявка СК	4	2	5
	Спритна СК	6	5	8
	Мальвіна РС	8	4	6
	Аннушка СК	7	3	6
	Корада Ск	3	5	2
	Вишиванка РС	6	2	5
	Кобза СК	8	6	11
	Красуня СК	4	7	6
	Байка СК	6	3	7
	Перлина СК	9	5	11
	Райдуга СК	2	5	10
	Мелодія СК	4	9	8
	Писанка РС	10	7	11
	Слобода РС	6	4	8
	Александрит РС	7	5	9
ESC Сенатор РС	8	4	2	

Закінчення таблиці 1

1	2	3	4	5
II декада травня (продовження)	ES Ментор РС	2	2	4
	Алігатор СК	6	2	5
	Сиверка СК	1	8	7
	Адамос СК	6	7	10
	Муза СК	11	5	9
середнє		5,9	4,8	7,1
III декада травня	Білявка СК	25	10	15
	Спритна СК	21	11	21
	Мальвина РС	29	15	18
середнє		25	12	18

Таблиця 2

Відсоток пошкоджених бобів у ДП “ДГ Елітне” ІР ім. В.Я. Юр’єва НААНУ (Харківський район Харківської області, липень 2018 року)

Строк посіву	Сорт	Боби (шт.)			
		Всього на 100 рослин	цілі	пошкоджені	%
III декада квітня	Білявка СК	2431	2417	14	0,6
	Спритна СК	3053	3045	8	0,3
	Мальвина РС	3294	3276	18	0,5
середнє		2926	2912,7	13,3	0,47
II декада травня	Білявка СК	2362	2321	41	1,8
	Спритна СК	3178	3134	35	1,1
	Мальвина РС	3201	3162	39	1,2
	Аннушка СК	2698	2671	27	1,0
	Корада Ск	3402	3380	22	0,7
	Вишиванка РС	2987	2944	43	1,5
	Кобза СК	2604	2573	31	1,2
	Красуня СК	2341	2298	43	1,9
	Байка СК	3201	3164	37	1,2
	Перлина СК	2571	2541	30	1,2
	45	2385	2340	45	1,9
	Мелодія СК	2434	2402	32	1,3
	Писанка РС	2806	2777	29	1,0
	Слобода РС	2453	2421	32	1,3
	Александрит РС	3069	3050	19	0,6
	ESC Сенатор РС	3283	3267	16	0,5
	ES Ментор РС	3207	3187	20	0,6
	Алігатор СК	3531	3518	13	0,4
Сиверка СК	2809	2770	39	1,4	
Адамос СК	2411	2386	25	1,0	
Муза СК	2734	2703	31	1,1	
середнє		2841,3	2810	30,9	1,1
III декада травня	Білявка СК	2632	2537	95	3,7
	Спритна СК	2598	2529	69	2,7
	Мальвина РС	2842	2770	72	2,6
середнє		2690,7	2612	78,7	3

Таблиця 3

**Відсоток пошкоджених бобів гусінню акацієвої вогнівки
в ДП «ДГ Елітне» ІР ім. В.Я. Юр'єва НААНУ
(Харківський район Харківської області, липень 2019 року)**

Строк посіву	Сорт	Боби (шт.)			
		Всього на 100 росл.	цілі	пошкоджені	%
III декада квітня	Білявка СК	2541	2536	5	0.2
	Спритна СК	2980	2973	7	0.2
	Мальвина РС	3240	3231	9	0.3
середнє		2920,3	2913,3	7	0,2
II декада травня	Білявка СК	2602	2591	11	0.4
	Спритна СК	3161	3148	13	0.4
	Мальвина РС	2945	2930	15	0.5
	Аннушка СК	2807	2789	18	0.6
	Корада Ск	3575	3563	21	0.6
	Вишиванка РС	2958	2943	15	0.5
	Кобза СК	2680	2661	19	0.7
	Красуня СК	2374	2352	22	0.9
	Байка СК	3423	3406	17	0.5
	Перлина СК	2769	2749	20	0.7
	Райдуга СК	2478	2465	13	0.5
	Мелодія СК	2595	2577	18	0.7
	Писанка РС	2759	2735	24	0.9
	Слобода РС	2464	2443	21	0.9
	Александрит РС	3093	3083	10	0.3
	ESC Сенатор РС	3283	3270	13	0.4
	ES Ментор РС	3342	3334	8	0.2
	Алігатор СК	3567	3548	19	0.5
	Сиверка СК	2669	2648	21	0.8
Адамос СК	2517	2494	23	0.9	
Муза СК	2763	2748	15	0.5	
середнє		2896,4	2880	17	0,6
III декада травня	Білявка СК	2627	2605	22	0.8
	Спритна СК	2692	2674	18	0.7
	Мальвина РС	2864	2840	24	0.8
середнє		2727,7	2706,3	21,3	0,8

Кількість пошкоджених бобів на 100 рослин на I строку посіву (III декада квітня) становила від 8 до 18 шт./100 рослин на сортах Спритна СК та Мальвина РС відповідно; на II строку посіву (II декада травня) пошкоджено від 13 шт./100 рослин (Алігатор СК) до 45 шт./100 рослин (Райдуга СК). На III строку (III декада травня) пошкоджено від 69 шт./100 рослин (Спритна СК) до 95 шт./100 рослин (Білявка СК). Найменший відсоток пошкодження бобів спостерігали на I строку посіву – 0,3% (Спритна СК), найбільший – 3,7% (Білявка СК) на III строку посіву.

За даними табл. 3, на I строку посіву (III декада квітня) кількість бобів на 100 рослин сягала від 2541 шт./100 рослин (на сорті Білявка СК) до 3240 шт./100 рослин (на сорті Мальвина РС), на II строку посіву (II декада травня) – від 2374 шт./100 рослин (на сорті Красуня СК) до 3575 шт./100 рослин (на сорті Корада Ск). На III строку (III декада травня) кількість бобів на 100 рослин коливалася від 2627 шт./100 рослин (на сорті Білявка СК) до 2864 шт./100 рослин (на сорті Мальвина РС).

Кількість пошкоджених бобів на 100 рослин на I строку посіву (III декада квітня) становила від 5 до 9 штук (на сортах Спритна СК та Мальвина РС відповідно). На II строку посіву (II декада травня) пошкоджено від 11 шт./100 рослин (Білявка СК) до 24 шт./100 рослин (Писанка РС). На III строку (III декада травня) пошкоджено від 18 шт./100 рослин (Спритна СК) до 24 шт./100 рослин (Мальвина РС). Найменший відсоток пошкодження бобів спостерігали на I строку посіву – 0,3% (Мальвина РС), найбільший – 0,8% (Білявка СК та Мальвина РС) на III строку посіву.

Кількість пошкоджених бобів на 100 рослин на I строку посіву (III декада квітня) становила від 18 до 29 штук на сортах Спритна СК та Білявка СК відповідно. На II строку посіву (II декада травня) пошкоджено від 12 шт./100 рослин (ESC Сенатор РС) до 51 шт./100 рослин (Вишиванка РС). На III строку (III декада травня) пошкоджено від 36 шт./100 рослин (Білявка СК) до 45 шт./100 рослин (Мальвина РС). Найменший відсоток пошкодження бобів спостерігали на I строку посіву – 0,6% (Мальвина РС та Спритна СК), найбільший – 1,5% (Спритна СК та Мальвина РС) на III строку посіву.

Таблиця 4

**Відсоток пошкоджених бобів гусінню акацієвої вогнівки
в ДП «ДГ Елітне» ІР ім. В.Я. Юр'єва НААНУ
(Харківський район Харківської області, липень 2020 року)**

Строк посіву	Сорт	Боби (шт.)			
		Всього на 100 рослин	цілі	пошкоджені	%
1	2	3	4	5	6
III декада квітня	Білявка СК	2612	2568	29	1,1
	Спритна СК	3197	3166	18	0,6
	Мальвина РС	3473	3434	20	0,6
середнє		3094	3056	22,3	0,8
II декада травня	Білявка СК	2595	2556	39	1,5
	Спритна СК	3294	3251	43	1,3
	Мальвина РС	3053	3013	40	1,3
	Аннушка СК	2768	2739	29	1,1
	Корада Ск	3762	3725	37	1,0
	Вишиванка РС	3027	2976	51	1,7
	Кобза СК	2721	2683	38	1,4
	Красуня СК	2430	2388	42	1,8
	Байка СК	3526	3479	47	1,4
	Перлина СК	2629	2593	36	1,4
Райдуга СК	2437	2396	41	1,7	

Закінчення таблиці 4

1	2	3	4	5	6
II декада травня (продовження)	Мелодія СК	2584	2545	39	1,5
	Писанка РС	2881	2846	35	1,2
	Слобода РС	2523	2496	27	1,1
	Александрит РС	3150	3129	21	0,7
	ESC Сенатор РС	3395	3383	12	0,4
	ES Ментор РС	3392	3377	15	0,4
	Алігатор СК	3664	3646	18	0,5
	Сиверка СК	2731	2697	34	1,3
	Адамос СК	2562	2533	29	1,1
	Муза СК	2820	2783	37	1,3
середнє		2949,7	2915,9	33,8	1,2
III декада травня	Білявка СК	2764	2728	36	1,3
	Спритна СК	2681	2642	39	1,5
	Мальвина РС	2983	2938	45	1,5

Таблиця 5

**Відсоток пошкодженого насіння гусінню акацієвої вогнівки
в ДП «ДГ Елітне» ІР ім. В.Я. Юр'єва НААНУ
(Харківський район Харківської області, липень 2018 року)**

Строк посіву	Сорт	Насіння (шт.)			
		Всього на 100 росл.	цілі	пошкоджені	%
1	2	3	4	5	6
III декада квітня	Білявка СК	4851	4826	25	0.5
	Спритна СК	6101	6087	14	0.2
	Мальвина РС	6498	6465	33	0.5
середнє		5816,7	5792,7	24	0,4
II декада травня	Білявка СК	4724	4649	75	1.6
	Спритна СК	6312	6245	67	1.1
	Мальвина РС	6385	6311	74	1.2
	Аннушка СК	5321	5273	48	0.9
	Корада Ск	6772	6733	39	0.6
	Вишиванка РС	5935	5854	81	1.4
	Кобза СК	5176	5120	56	1.1
	Красуня СК	4602	4523	79	1.7
	Байка СК	6365	6297	68	1.1
	Перлина СК	5142	5087	55	1.1
	Райдуга СК	4745	4662	83	1.8
	Мелодія СК	4812	4755	57	1.2
	Писанка РС	5602	5550	52	0.9
	Слобода РС	4893	4838	55	1.1
	Александрит РС	6101	6067	34	0.6
ESC Сенатор РС	6522	6494	28	0.4	

Закінчення таблиці 5

1	2	3	4	5	6
II декада травня (продов- ження)	ES Ментор РС	6386	6350	36	0.6
	Алігатор СК	7014	6991	23	0.3
	Сиверка СК	5603	5531	72	1.3
	Адамос СК	4812	4768	44	0.9
	Муза СК	5426	5370	56	1.0
середнє		5650	5593,7	56,3	1,0
III декада травня	Білявка СК	5238	5067	171	3.4
	Спритна СК	5111	4987	124	2.5
	Мальвина РС	5642	5510	132	2.4
середнє		5330,3	5188	142,3	2,8

Задля визначення відсотку пошкодження насіння у вегетаційний період 2018–2020 років підраховували кількість насіння на одній рослині, а також кількість цілого й пошкодженого насіння та вираховували відсоток пошкодження. Всього в пробі було 100 рослин на кожному сорті. Результати представлені на табл. 5.

За даними табл. 5, на I строку посіву (III декада квітня) кількість насіння на 100 рослин складала від 4851 шт. (Білявка СК) до 6498 шт. (Мальвина РС). Відсоток пошкодження коливався від 0,2% до 0,5%. На II строку посіву (II декада травня) кількість насіння на 100 рослин сягала від 4724 шт. (Білявка СК) до 7014 шт. (на сорті Алігатор СК), відсоток пошкодження коливався від 0,3% до 1,6%. На III строку посіву (III декада травня) кількість насіння на 100 рослин складала від 5111 шт. (Спритна СК) до 5642 шт. (Мальвина РС), відсоток пошкодження коливався від 2,4% до 3,4%.

За даними табл. 6, на I строку посіву (III декада квітня) кількість насіння на 100 рослин коливалася в межах від 5093 шт. (Білявка СК) до 6396 шт. (Мальвина РС), відсоток пошкодження коливався від 0,1% до 0,3%. На II строку посіву (II декада травня) кількість насіння на 100 рослин сягала від 4726 шт. (Красуня СК) до 7081 шт. (сорт Алігатор СК), відсоток пошкодження коливався від 0,2% до 0,8%. На III строку посіву (III декада травня) кількість насіння на 100 рослин сягала від 5236 шт. (Білявка СК) до 5638 шт. (Мальвина РС), відсоток пошкодження коливався від 0,6% до 0,8%.

За даними табл. 7, на I строку посіву (III декада квітня) кількість насіння на 100 рослин коливалася в межах від 5200 шт. (Білявка СК) до 6239 шт. (Мальвина РС), відсоток пошкодження – від 0,6% до 1,1%. На II строку посіву (II декада травня) кількість насіння на 100 рослин сягала від 4695 шт. (Красуня СК) до 7345 шт. (сорт Корада СК), відсоток пошкодження коливався від 0,4% до 1,8%. На III строку посіву (III декада травня) кількість насіння на 100 рослин сягала від 5275 шт. (Спритна СК) до 5806 шт. (Мальвина РС), відсоток пошкодження насіння коливався від 1,3% до 1,6%.

У нашому дослідженні проведено досліди щодо пошкодженого насіння акаціевою вогнівкою в лабораторних умовах Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААНУ та здійснено аналіз насіння за вмістом жирів та білків. Результати аналізу представлені на табл. 8.

Таблиця 6

**Відсоток пошкодженого насіння гусінню акацієвої вогнівки
в ДП «ДГ Елітне» ІР ім. В.Я. Юр'єва НААНУ
(Харківський район Харківської області, липень 2019 року)**

Строк посіву	Сорт	Насіння (шт.)			
		Всього на 100 рослин	цілі	пошкоджені	%
ІІІ декада квітня	Білявка СК	5093	5084	9	0.1
	Спритна СК	5993	5981	12	0.2
	Мальвина РС	6396	6380	16	0.3
середнє		5827,3	5815	12,3	0,2
ІІ декада травня	Білявка СК	5228	5207	21	0.4
	Спритна СК	6281	6258	23	0.4
	Мальвина РС	5870	5844	26	0.4
	Аннушка СК	5579	5547	32	0.6
	Корада Ск	7041	7004	37	0.5
	Вишиванка РС	5879	5851	28	0.5
	Кобза СК	5345	5310	35	0.7
	Красуня СК	4726	4686	40	0.6
	Байка СК	6722	6693	29	0.4
	Перлина СК	5504	5467	37	0.7
	Райдуга СК	4952	4929	23	0.5
	Мелодія СК	5162	5129	33	0.6
	Писанка РС	5468	5426	42	0.7
	Слобода РС	4923	4883	40	0.8
	Александрит РС	6086	6068	18	0.3
	ESC Сенатор РС	6470	6446	24	0.4
	ES Ментор РС	6595	6580	15	0.2
	Алігатор СК	7081	7046	35	0.5
Сиверка СК	5240	5201	39	0.7	
Адамос СК	4990	4948	42	0.8	
Муза СК	5440	5412	28	0.5	
середнє		5742	5711,2	30,8	0,5
ІІІ декада травня	Білявка СК	5236	5195	41	0.8
	Спритна СК	5345	5311	34	0.6
	Мальвина РС	5638	5593	45	0.8
середнє		5406,3	5366,3	40	0,7

Таблиця 7

**Відсоток пошкодженого насіння гусінню акацієвої вогнівки
в ДП «ДГ Елітне» ІР ім. В.Я. Юр'єва НААНУ
(Харківський район Харківської області, липень 2020 року)**

Строк посіву	Сорт	Насіння (шт.)			
		Всього на 100 росл.	цілі	пошкоджені	%
1	2	3	4	5	6
ІІІ декада квітня	Білявка СК	5200	5141	58	1.1
	Спритна СК	6058	6022	36	0.6
	Мальвина РС	6239	6199	40	0.6
середнє		5832,3	5787,3	44,7	0,8

Закінчення таблиці 7

1	2	3	4	5	6
II декада травня	Білявка СК	5123	5045	78	1.5
	Спритна СК	6421	6335	86	1.4
	Мальвина РС	6125	6045	80	1.3
	Аннушка СК	5578	5520	58	1.1
	Корада Ск	7345	7271	74	1.0
	Вишиванка РС	6041	5939	102	1.7
	Кобза СК	5226	5150	76	1.5
	Красуня СК	4695	4611	84	1.8
	Байка СК	6980	6886	94	1.4
	Перлина СК	5123	5051	72	1.4
	Райдуга СК	4860	4778	82	1.7
	Мелодія СК	5103	5025	78	1.6
	Писанка РС	5648	5578	70	1.3
	Слобода РС	5016	4962	54	1.1
	Александрит РС	6186	6142	44	0.7
	ESC Сенатор РС	6593	6569	24	0.4
	ES Ментор РС	6603	6573	30	0.5
	Алігатор СК	7125	7089	36	0.5
	Сиверка СК	5382	5314	68	1.3
	Адамос СК	5086	5028	58	0.6
Муза СК	5586	5511	75	1.4	
середнє		5802,1	5734,4	67,8	1,2
III декада травня	Білявка СК	5537	5465	72	1.3
	Спритна СК	5275	5197	78	1.5
	Мальвина РС	5806	5716	90	1.6
середнє		5539,3	5459,3	80	1,5

Таблиця 8

**Результати аналізу вмісту білка та олії зразків сої
з ДП «ДГ Елітне» ІР ім. В.Я. Юр'єва НААНУ
(Харківський район Харківської області, 2018–2020 рр.)**

Культура	Назва зразка	2018 рік		2019 рік		2020 рік		Середнє за 2018–2020 рр.	
		Вміст білка, %	Вміст олії, %	Вміст білка, %	Вміст олії, %	Вміст білка, %	Вміст олії, %	Вміст білка, %	Вміст олії, %
Соя	Непошкоджені I	33,20	21,29	40,83	20,53	36,3	21,29	36,78	21,04
	Непошкоджені II	35,00	21,32	40,77	20,66	36,9	21,38	37,56	21,12
	Непошкоджені III	32,78	21,32	41,08	20,77	36,6	21,43	36,82	21,17
	Середнє	33,66	21,31	40,89	20,65	36,6	21,36	37,05	21,10
	Пошкоджені I	35,72	20,36	41,00	18,96	38,4	20,20	38,37	19,84
	Пошкоджені II	36,11	20,74	41,08	18,86	38,8	20,12	38,66	19,90
	Пошкоджені III	36,14	19,80	41,13	18,80	39,1	19,96	39,09	19,52
	Середнє	35,99	20,3	41,07	18,87	38,76	20,09	38,61	19,75

За даними табл. 8, в середньому за 2018–2020 роки отримано такі результати: пошкоджене насіння – 38,61% білку і 19,75% олії; непошкоджене насіння – 37,05% і 21,10% олії.

Протягом 2018–2020 рр. проведено моніторинг посівів сої щодо наявності гусені акацієвої вогнівки та обприскано інсектицидами найбільш заселені сорти. Отримані результати представлені в табл. 9, 10, 11.

За даними табл. 9, найбільша технічна ефективність на 3 добу характерна для препарату Нурел Д, 55% к. е. (1,0 л/га) – 28%, на 7 добу – Антигусінь 50% к.с. (0,15 л/га) – 59%, на 14 добу – препарат Кораген, 20% к.с. (0,2 л/га) – 82%.

Таблиця 9

Технічна ефективність застосування інсектицидів під час захисту сої від гусені акацієвої вогнівки на ДП «ДГ Елітне» ІР ім. В.Я. Юр'єва НААНУ (Харківський район Харківської області в 2018 році)

Варіант досліджу	Щільність популяції шкідника (екз./рос.) до обприскування та на 3, 7 та 14 добу після обприскування				Технічна ефективність дії (%) на 3, 7 та 14 добу після обприскування		
	до	3	7	14	3	7	14
Контроль Н ₂ О	0,29	0,24	0,27	0,32	–	–	–
Кораген, 20% к.с. (0,2 л/га)	0,29	0,24	0,14	0,05	17	51	82
Нурел Д, 55% к. е. (1,0 л/га)	0,29	0,21	0,18	0,10	28	38	66
Хлорпірвіт-агро, 55% к.е. (1,0 л/га)	0,29	0,26	0,17	0,13	10	41	55
Антигусінь 50% к.с. (0,15 л/га)	0,29	0,22	0,12	0,08	24	59	72
НІР05	–	0,19	0,16	0,12	–	–	–

Таблиця 10

Технічна ефективність застосування інсектицидів під час захисту сої від гусені акацієвої вогнівки на ДП «ДГ Елітне» ІР ім. В.Я. Юр'єва НААНУ (Харківський район Харківської області, 2019 рік)

Варіант досліджу	Щільність популяції шкідника (екз./рос.) до обприскування та на 3, 7 та 14 добу після обприскування				Технічна ефективність дії (%) на 3, 7 та 14 добу після обприскування		
	до	3	7	14	3	7	14
Контроль Н ₂ О	0,15	0,16	0,18	0,18	–	–	–
Кораген, 20% к.с. (0,2 л/га)	0,15	0,11	0,08	0,04	26	46	73
Нурел Д, 55% к. е. (1,0 л/га)	0,15	0,13	0,10	0,07	13	33	53
Хлорпірвіт-агро, 55% к.е. (1,0 л/га)	0,15	0,11	0,08	0,06	26	46	60
Антигусінь 50% к.с. (0,15 л/га)	0,15	0,10	0,07	0,05	33	53	66
НІР05	–	0,09	0,09	0,10	–	–	–

За даними табл. 10, найкращу технічну ефективність на 3 добу показав препарат Антигусінь 50% к.с. (0,15 л/га) – 33%, на 7 добу – також препарат Антигусінь 50% к.с. (0,15 л/га) – 53%, на 14 добу – препарат Кораген, 20% к.с. (0,2 л/га) – 73%.

Таблиця 11

Технічна ефективність застосування інсектицидів під час захисту сої від гусені акацієвої вогнівки на ДП «ДГ Елітне» ІР ім. В.Я. Юр'єва НААНУ (Харківський район Харківської області, 2020 рік)

Варіант досліду	Щільність популяції шкідника (екз./рос.) до обприскування та на 3, 7 та 14 добу після обприскування				Технічна ефективність дії (%) на 3, 7 та 14 добу після обприскування		
	до	3	7	14	3	7	14
Контроль Н2О	0,21	0,18	0,20	0,24	–	–	–
Кораген, 20% к.с. (0,2 л/га)	0,21	0,18	0,14	0,04	14	33	81
Нурел Д, 55% к.с. (1,0 л/га)	0,21	0,17	0,13	0,08	19	38	62
Хлорпірвіт-агро, 55% к.с. (1,0 л/га)	0,21	0,15	0,11	0,06	29	47	71
Антигусінь 50% к.с. (0,15 л/га)	0,21	0,17	0,10	0,07	19	52	67
НІР05	–	0,14	0,08	0,08	–	–	–

За даними табл. 11, найкращу технічну ефективність на 3 добу показав препарат Хлорпірвіт-агро, 55% к.с. (1,0 л/га) – 29%, на 7 добу – препарат Антигусінь 50% к.с. (0,15 л/га) – 52%, на 14 добу – препарат Кораген, 20% к.с. (0,2 л/га) – 81%.

Висновки і пропозиції. За результатами проведених дослідів можна зробити висновок, що найбільше пошкоджувалися рослини сої, висіяні в третю декаду травня, після досягнення фази наповнення зерна. Кількість гусені на рослинах сої у 2018 році коливалася в межах від 2 до 29 екз./100 рослин, в 2019 році – від 2 до 22 екз./100 рослин, в 2020 році – від 2 до 21 екз./100 рослин. Під час обстеження рослин сої виявлено також пошкодження бобів і насіння. У 2018 році відсоток пошкодження насіння становив від 0,3% до 3,7%, у 2019 році – від 0,2% до 0,9%, в 2020 році – від 0,6% до 1,8%. Відсоток пошкодженого насіння становив: у 2018 році – від 0,2% до 3,4%, в 2019 році – від 0,1% до 0,8%, в 2020 році – від 0,6% до 1,8%. Аналіз вмісту олії та білків у насінні показав, що за пошкодження насіння акацієвою вогнівкою дуже знижується вміст олії – вагомий показник якості насіння сої. У разі масового пошкодження бобів цим шкідником можна втратити 70–80% урожаю (залежно від строків сівби – навіть до 90%). Протягом 2018–2020 рр. проведено моніторинг посівів сої щодо наявності гусені акацієвої вогнівки та обприскано інсектицидами найбільш уражені сорти. У 2018 році найбільшу технічну ефективність на 3 добу показав препарат Нурел Д, 55% к.с. (1,0 л/га) – 28%, на 7 добу – Антигусінь 50% к.с. (0,15 л/га) – 59%, на 14 добу – препарат Кораген, 20% к.с. (0,2 л/га) – 82%. У 2019 році найкращу технічну ефективність на 3 добу показав препарат Антигусінь 50% к.с. (0,15 л/га) – 33%, на 7 добу – також препарат Антигусінь 50% к.с. (0,15 л/га) – 53%, на 14 добу – препарат

Кораген, 20% к.с. (0,2 л/га) – 73%. У 2020 році найкращу технічну ефективність на 3 добу показав препарат Хлорпіривіт-агро, 55% к.е. (1,0 л/га) – 29%, на 7 добу – препарат Антигусін 50% к.с. (0,15 л/га) – 52%, на 14 добу – препарат Кораген, 20% к.с. (0,2 л/га) – 81%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Агроэкологический атлас России и сопредельных государств: сельскохозяйственные растения, их вредители, болезни и сорняки. URL: http://www.agroatlas.ru/ru/content/pests/Etiella_zinckenella/map/ (дата звернення 05.09.2019)
2. Лутицька Н. В., Станкевич С. В. Видовий склад комах-фітофагів сої у Східному Лісостепу України. *Фундаментальні і прикладні проблеми сучасної екології та захисту рослин* : матер. міжнар. наук.-практ. конф. ХНАУ ім. В. В. Докучаєва. Харків, 11–12 жовтня 2018 р. Харків, 2018. С. 74–76.
3. Лутицька Н. В., Станкевич С. В. Шкідники сої в Україні. *Матеріали підсумкової наукової конференції проф.-викл. складу, аспірантів і здобувачів ХНАУ ім. В. В. Докучаєва*. Харків, 13–14 березня 2018 р. Харків, 2018. С. 137–138
4. Лутицька Н. В., Станкевич С. В. Шкідлива ентомофауна в світі та Україні. *Вісник ХНАУ. Серія: «Фітопатологія та ентомологія»*. 2019. № 1–2. С. 79–88.
5. Лутицька Н. В., Станкевич С. В. Шкідливість акацієвої вогнівки на сої в ДП «ДГ Елітне» Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААНУ. *Збірник підсумкової науково – прак. конференції проф. – виклад. складу і здобувачів наукових ступенів ХНАУ ім. В. В. Докучаєва*. Харків, 19–20 березня 2019 р. Харків, 2019. С. 115–117.
6. Lutytska, N.V., Stankevych, S.V., Zabrodina, I.V., Baidyk, H.V., Lezhenina I.P., Nakonechna, Yu.O., Molchanova, O.A., Melenti, V.O., Golovan, L.V., Klymenko, I.V., Zhukova, L.V., Romanov, O.V., Romanova, T.A. Soybean insect pests: A review of Ukrainian and world data. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. No 9(3). 208–213.
7. Сичкарь В. И., Грикун О. А.,. Различии коллекционных образцов сои повреждаемости акациевой огневкой. *Научно-техн. бюл. ВСГИ*. 1982. С. 67–72.
8. Сичкарь В. И., Лопатина Н. В., Грикун О. А. Морфологические особенности форм сои, устойчивых к акациевой огневке. *Сельскохозяйственная биология*. 1991. № 1. С. 162–169.
9. Graham L. Coming: beans that will bug the bugs. *Soybean Dig.* 1976. № 36. P. 25–26.
10. Hattori M. Evidence of ammonia presence in the brush – organs of the limabean pod borer, *Etiella zinckenella* Treischke (Lepidoptera: Pyralidae). *Appl. Entomol. Zool.* 1987. № 22. P. 399–401.
11. Schillinger J. Host resistance to insects in soybeans. *World soybean Res.* 1976. P. 579–584.
12. Smith C. M., Brim C. A., Resistance to Mexican been beetle and corn earworm in soybean genotypes derived from PI 227687. *Crop Sci.* 1979. P. 313–314.

УДК 632.913.1:632.7.04/08

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.12>

АНАЛІЗ ПОШИРЕННЯ КАРАНТИННИХ КОМАХ У ХЕРСОНСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Макуха О.В. – к.с.-г.н., доцент, доцент кафедри ботаніки та захисту рослин,
Херсонський державний аграрно-економічний університет

Карантинні шкідливі організми несприятливо впливають на продовольчу безпеку внаслідок втрат сільськогосподарської продукції та погіршення її якості, порушують функціонування та стабільність природних екосистем. Враховуючи прикордонне розташування Херсонської області, значні обсяги експорту й імпорту продукції, сприятливі екологічні умови для розвитку багатьох інвазійних видів, можна зробити висновок про ризик занесення та необхідність постійного фітосанітарного контролю карантинних організмів. Дослідження проведено з метою аналізу поширення карантинних комах у 2016–2021 рр. у Херсонській області за даними Державної служби України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів. Завдання дослідження включали аналіз видового складу карантинних комах, заселених ними площ, у тому числі в розрізі суб'єктів господарювання, кількості карантинних зон, а також виконання статистичної обробки результатів із використанням варіаційного методу. Серед карантинних комах списку А-1 у Херсонській області виявлено тютюнову білокрилку *Bemisia tabaci* Gen. Серед обмежено поширених видів списку А-2 зареєстровано західного квіткового трипса *Frankliniella occidentalis* Perg., американського білого метелика *Hyphantria cunea* Drury, картопляну міль *Phthorimaea operculella* Zell. та південноамериканську томатну міль *Tuta absoluta* Meyr. Станом на 01.01.2021 р. площі поширення вищезазначених шкідників в області становили відповідно 0,15; 0,36; 2304,8; 340,3; 153,4 га. За результатами варіаційного аналізу встановлено, що в 2016–2021 рр. у Херсонській області площі, заселені американським білим метеликом та картопляною мілью, змінювались у середньому ступені, коефіцієнт варіації становив 13,0 та 15,8%, відповідно. Площі, на яких в області запроваджено карантинний режим у зв'язку з поширенням інших досліджуваних шкідників, суттєво коливались за роками. Контроль карантинних комах вимагає наявності інформації про сучасний стан їхнього поширення, аналіз потенційних шляхів проникнення та сприятливих територій для їхнього закріплення з урахуванням гідротермічних і трофічних умов, а також систематичного фітосанітарного моніторингу з метою раннього виявлення цих комах.

Ключові слова: карантинний шкідливий організм, види карантинних комах, заселена площа, карантинна зона, занесення.

Makukha O. V. Analysis of the spread of quarantine insects in the Kherson region

Quarantine pests adversely affect food security as a result of losses and deterioration of agricultural products, functioning and stability of natural ecosystems. The risk of quarantine organisms in the Kherson region and the urgency of constant phytosanitary control are related to the following factors: the border location of the region, significant exports and imports, favorable environmental conditions for the development of many invasive species. Scientific investigations were conducted to analyze the spread of quarantine insects in 2016–2021 in the Kherson region according to the State Service of Ukraine on Food Safety and Consumer Protection. The research tasks included analysis of the species of quarantine insects, the areas inhabited by them, including by categories of owners, the number of quarantine zones, as well as statistical data processing using the variation method. In the Kherson region, among the quarantine insects of list A-1 tobacco whitefly *Bemisia tabaci* Gen. was found. Among the limited spread species of list A-2 such insects were registered in the region as western flower thrips *Frankliniella occidentalis* Perg., American white butterfly *Hyphantria cunea* Drury, potato moth *Phthorimaea operculella* Zell., and South American tomato moth *Tuta absoluta* Meyr. As of 01.01.2021, the areas of distribution of the above mentioned pests in the region were 0.15; 0.36; 2304.8; 340.3; 153.4 hectares, respectively. According to the results of variation analysis, it was found that in 2016–2021 in the Kherson region the areas inhabited by American white butterfly and potato moth changed on average, the coefficient of variation was 13.0 and 15.8%, respectively. The areas

where the quarantine regime had been introduced due to the development of other investigated pests varied significantly over the years. Control of quarantine insects requires information on the current state of their distribution, analysis of potential ways of penetration and favorable territories for rooting, taking into account hydrothermal and trophic conditions, systematic phytosanitary monitoring for early detection.

Key words: quarantine pest, species of quarantine insects, inhabitable area, quarantine zone, entry.

Постановка проблеми. Карантинні організми спричинюють негативні соціально-економічні наслідки внаслідок втрат сільськогосподарської продукції та погіршення її якості, несприятливо впливають на забезпечення населення продуктами харчування, здоров'я людей, функціонування та стабільність природних екосистем [1, с. 515; 2, с. 1]. Шкідливість інвазійних організмів є вищою порівняно із традиційними для зони видами [3, с. 236]. За межами природних ареалів карантинні організми уникають впливу регулюючих чинників екосистеми, зокрема хижих і паразитичних комах-ентомофагів, патогенів тощо. Відсутність на новій території антагоністичних взаємовідносин, сформованих у процесі еволюції, дозволяє інвазійному виду домінувати і трансформувати місцеві популяції [4, с. 2], що може призвести до їхнього пригнічення, зменшення різноманітності та чисельності і, як наслідок, вимирання місцевих видів [5, с. 43; 6, с. 314]. Опосередкований несприятливий вплив карантинних організмів на здоров'я людини та стан навколишнього середовища може виникнути внаслідок інтенсивного застосування пестицидів під час виконання захисних заходів [4, с. 1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Прискорення темпів глобалізації створює безпрецедентні можливості для переміщення видів у нові географічні зони [4, с. 3]. Посилення торговельних відносин і транспортних зв'язків між різними країнами і континентами, збільшення обсягів міжнародної торгівлі та видів сільськогосподарської продукції зумовило підвищений ризик і прискорило проникнення на нові території і закріплення там інвазійних видів шкідливих організмів, які раніше поширювалися на невеликі відстані внаслідок природних процесів [1, с. 517; 3, с. 235]. Окрім того, поширенню карантинних організмів сприяє інтродукція нових культур, вплив змін клімату на показники просторової структури популяції та вектори заселення території комахами [1, с. 515; 7, с. 12].

Сучасний етап розвитку аграрного сектору економіки України характеризується переходом до якісно нової стадії, зумовленої процесами глобалізації та євроінтеграції. Стрімкий вихід нашої країни на світовий продовольчий ринок та об'єктивне позиціонування як одного з найбільших виробників продовольства в Європі та світі дозволить поступово формувати бренд «Годувальниця світу» [8, с. 23-24], але разом з тим надзвичайно гостро постає питання про ефективний контроль регульованих шкідливих організмів.

Серед комах, патогенів та бур'янів, що мають карантинний статус та яких виявляють під час проведення фітосанітарних процедур, найбільшу питому вагу (понад 75%) становлять представники класу *Insecta* [9, с. 1382]. Моніторинг карантинних комах вимагає глибоких знань їхніх морфологічних, біологічних характеристик та широкого спектру ознак шкідливості. За низької чисельності шкідників або заселення продукції прихованими стадіями їхнього розвитку невиявлені інвазії можуть спричинити занесення шкідливих комах на нові території [1, с. 516].

Важливими елементами системи карантину рослин залишаються оцінка фітосанітарних ризиків карантинних видів, визначення потенційних шляхів їхнього проникнення, виконання комплексу попереджувальних заходів [10, с. 1512;

11, с. 167]. У разі занесення карантинного виду проводять локалізацію популяції, що зароджується, швидке викорінення шляхом проведення фітосанітарних заходів із метою її знищення [4, с. 3; 12, с. 34]. Регіони для обстеження з раннього виявлення, до яких шкідливі види можуть вторгнутися і завдати шкоди, визначають на основі аналізу ризиків з урахуванням забезпеченості кормовими ресурсами та сприятливості екологічних умов [13, с. 89; 14, с. 92].

Враховуючи прикордонне розташування Херсонської області, значні обсяги експорту й імпорту сільськогосподарської продукції, сприятливі екологічні умови для розвитку багатьох інвазійних видів, можна зробити висновок про ризик занесення та необхідність постійного фітосанітарного контролю карантинних шкідливих організмів.

Постановка завдання. Дослідження проведено з метою аналізу поширення карантинних комах у 2016-2021 рр. в Херсонській області за даними Державної служби України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів [15]. Завдання дослідження включали аналіз видового складу карантинних комах, заселених ними площ, зокрема в розрізі суб'єктів господарювання, кількості карантинних зон, а також оброблення статистичних даних з використанням варіаційного методу [16, с. 262; 17, с. 214].

Виклад основного матеріалу дослідження. Серед карантинних комах списку А-1 в Україні виявлено вузькозлатку ясеневу смарагдову *Agrius planipennis Fairmaire*, тютюнову білокрилку *Bemisia tabaci Gen.* та середземноморську плододу муху *Ceratitis capitata Wied.*, у тому числі в Херсонській області – тютюнову білокрилку. В Україні обмежено поширені п'ять карантинних видів комах: західний кукурудзяний жук *Diabrotica virgifera virgifera Le Conte*, західний квітковий трипс *Frankliniella occidentalis Perg.*, американський білий метелик *Hyphantria cunea Drury*, картопляна міль *Phthorimaea operculella Zell.*, південноамериканська томатна міль *Tuta absoluta Meyr.*, з них на території Херсонської області зареєстровано чотири види, крім західного кукурудзяного жука [15; 18].

Тютюнову білокрилку станом на перше січня 2016–2019 рр. в Україні зареєстровано тільки в Херсонській області; площа, заселена шкідником у господарствах області, становила 0,49 га. В 2020–2021 рр. цей вид виявлено в Полтавській області, а в Херсонській області площу помешкання комахи локалізовано до 0,15 га, тому за площею поширення тютюнової білокрилки питома вага Херсонської області склала 8,6% від загальної площі України.

За останні шість років у Херсонській області площа, заселена американським білим метеликом, була мінімальною (2292,8 га станом на перше січня 2017 та 2018 рр.), причому найвищого значення цей показник досягав 01.01.2016 р. – 3072,2 га. З 2019 р. площа поширення шкідника становила 2304,8 га. Площа, на якій у Херсонській області введено карантинний режим у зв'язку з виявленням американського білого метелика, коливалась у межах 4,6–6,3% від загальної площі поширення цієї комахи на території України. Нині на присадибних ділянках області американським білим метеликом заселено 598,9 га, в господарствах усіх форм власності – 605,1 га, на інших землях – 1100,8 га, або у відносному виразі в структурі заселених площ 26,0%; 26,2% та 47,8%, відповідно (рис. 1).

У період 2016-2021 рр. мінімальне значення площі поширення картопляної молі на рівні 243,2 га зафіксовано станом на 01.01.2017 р., максимальний показник – 400,3 га відмічено 01.01.2020 р. Заселена шкідником площа на початку 2021 р. становила 340,3 га. У структурі площі поширення картопляної молі в Україні питома вага Херсонської області варіювала від 17,6 до 26,2%. Станом на 01.01.2021 р. на

території Херсонської області площі, заселені шкідником, розподілялися за категоріями таким чином: присадибні ділянки – 96,2 га, господарства всіх форм власності – 244,1 га. Питома вага вищезазначених структурних елементів склала відповідно 28,3% та 71,7% від загальної площі поширення комахи в області (рис. 2).

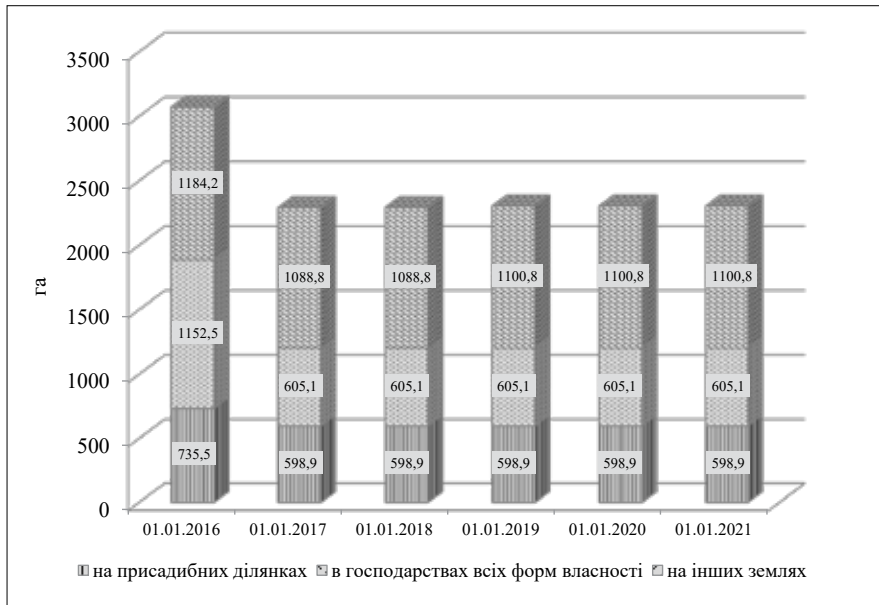


Рис. 1. Площа, заселена американським білим метеликом в Херсонській області, га

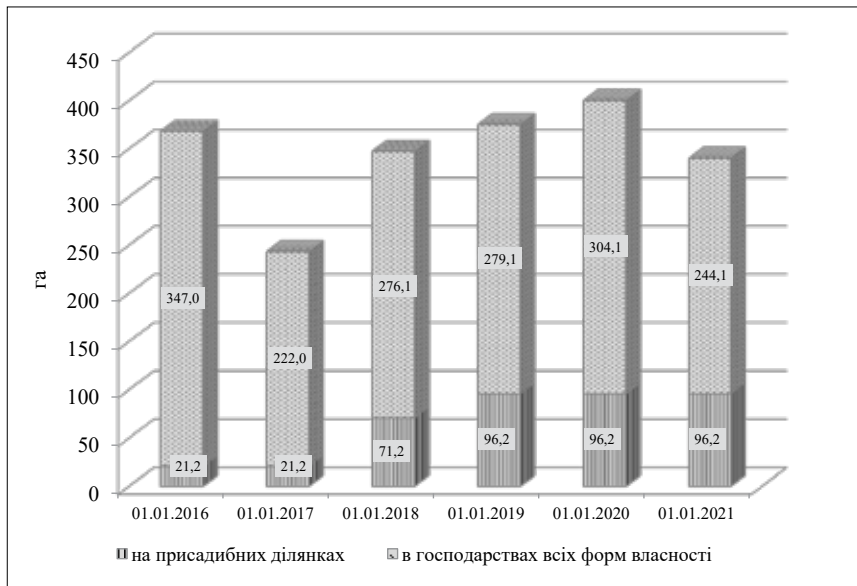


Рис. 2. Площа, заселена картопляною мілью в Херсонській області, га

Площа, заселена південноамериканською томатною мілью в Херсонській області станом на 01.01.2016 р. дорівнювала 79,8 га, протягом наступних двох років підтримувалася на стабільному рівні – 25,8 га. У цей період комаху виявлено в господарствах, причому заселення присадибних ділянок та інших земель не зафіксовано. Згідно з інформацією на перше січня 2019 та 2020 рр. карантинний режим щодо *Tuta absoluta* Meyr. в Херсонській області діяв на площі 109,8 га, з якої 50,4 га (45,9%) припадало на присадибні ділянки, 59,4 га (54,1%) знаходилось у господарствах різних форм власності.

У 2021 р. площа поширення шкідника на території області збільшилася до 153,4 га, в тому числі на присадибних ділянках – до 60,4 га, в господарствах – до 89,0 га. Крім того, карантинну комаху виявлено на інших землях на площі 4,0 га. У відносному виразі площа поширення томатної молі за вищевказаними категоріями господарювання становила 39,4%; 58,0% та 2,6% відповідно (рис. 3).

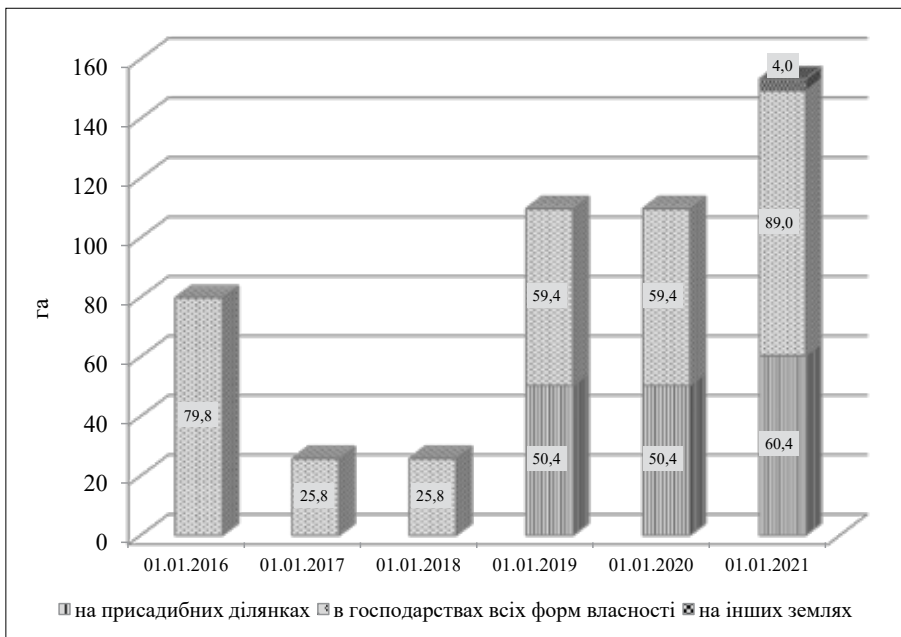


Рис. 3. Площа, заселена південноамериканською томатною мілью в Херсонській області, га

Порівняльний аналіз площі поширення *Tuta absoluta* Meyr. на території Херсонської області відносно площі в Україні свідчить, що її питома вага коливалася за роками в межах від 3,1 до 12,9%.

Західного квіткового трипса зареєстровано в господарствах Херсонської області на площі 0,49 га, стабільної із 2016 по 2019 рр. Станом на 01.01.2020 р. площу, заселену шкідником, локалізовано до 0,15 га, з першого січня 2021 р. вона збільшилася до 0,36 га, але залишалася нижчою порівняно з рівнем 2016–2019 рр. Питома вага площі поширення комаху в області відносно площі в Україні змінювалася за роками від 2,2 до 15,2%.

Карантинний режим щодо тютюнової білокрилки станом на перше січня 2017–2019 рр. введено у двох зонах, 2020–2021 рр. – в одній зоні. Кількість

карантинних зон, що діяли в 2017–2021 рр. унаслідок розвитку американського білого метелика, становила 59–60, картопляної молі – 17–23, південноамериканської томатної молі – 2–11 (див. рис. 4). Карантинний режим проти західного квіткового трипса станом на 01.01.2020 р. запроваджено в одній зоні, в інші роки цього періоду – у двох зонах.

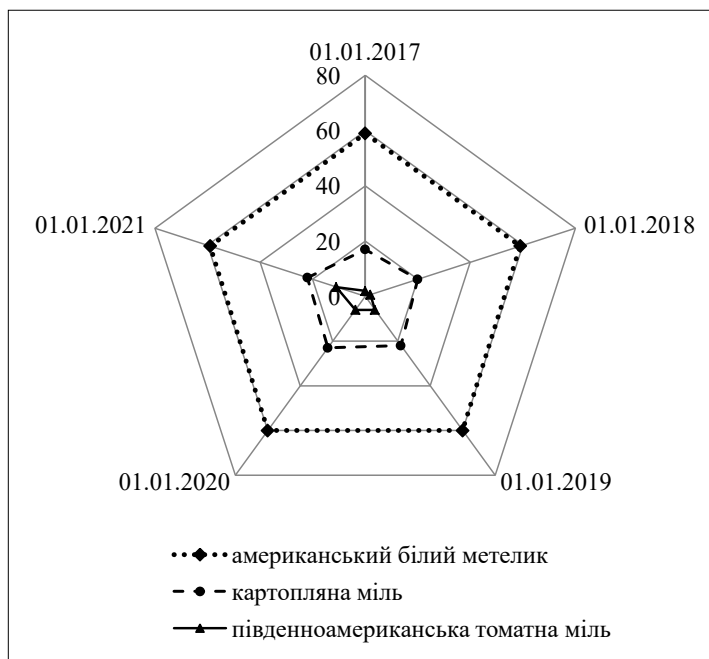


Рис. 4. Кількість карантинних зон за видами лускокрилих шкідників у Херсонській області

За результатами варіаційного аналізу встановлено, що площа, заселена американським білим метеликом у Херсонській області, змінювалася за роками в середньому ступені, коефіцієнт варіації дорівнював 13,0%. Аналогічну закономірність виявлено в результаті аналізу площі поширення картопляної молі, що підтверджується величиною коефіцієнта варіації на рівні 15,8%. Площі, на яких в області запроваджено карантинний режим у зв'язку із поширенням інших досліджуваних шкідників, значно коливалися за роками. Коефіцієнт варіації площ, заселених південноамериканською томатною мілью у 2016–2021 рр., дорівнював 60,5%, західним квітковим трипсом – 33,6%, тютюною білокрилкою – 46,6%.

Висновки і пропозиції. Серед карантинних комах списку А-1 у Херсонській області виявлено тютюнову білокрилку *Bemisia tabaci* Gen. Серед обмежено поширених видів списку А-2 в області зареєстровано західного квіткового трипса *Frankliniella occidentalis* Perg., американського білого метелика *Hyphantria cunea* Drury, картопляну міль *Phthorimaea operculella* Zell., південноамериканську томатну міль *Tuta absoluta* Meyr. Ефективний контроль карантинних комах вимагає наявності всебічної інформації про сучасний стан їхнього поширення, аналізу потенційних шляхів проникнення та сприятливих територій для укорінення

з урахуванням гідротермічних і трофічних умов, проведення систематичного фітосанітарного моніторингу з метою їхнього раннього виявлення. До системи моніторингу карантинних об'єктів доцільно залучати спеціалістів і працівників господарств різних форм власності, населення шляхом проведення роз'яснювальної роботи щодо важливості виявлення карантинних організмів та інформування державних фітосанітарних інспекторів Держпродспоживслужби.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. A review of pest surveillance techniques for detecting quarantine pests in Europe / Augustin S. et al. *Bulletin OEPP/EPPO*. 2012. 42 (3). P. 515–551. DOI: 10.1111/epp.2600.
2. Bacon S. J., Bacher S., Aebi A. Gaps in border controls are related to quarantine alien insect invasions in Europe. *PLoS One*. 2012. 7 (10), article e47689. P. 1–9. DOI: 10.1371/journal.pone.0047689.
3. Sharma S., Thakur M. Role of plant quarantine in the management of pest organisms – a review. *Agricultural Reviews*. 2007. 28 (4). P. 235–244.
4. Venette R. C., Hutchison W. D. Invasive insect species: global challenges, strategies & opportunities. *Frontiers in Insect Science: specialty grand challenge*. 2021. Vol. 1, article 650520. P. 1–4. DOI: 10.3389/finsc.2021.650520.
5. DNA barcoding in quarantine inspection: a case study on quarantine insect monitoring for *Lepidoptera* obtained through quarantine inspection on foreign vessels / Kang T. H., Kim S., Hong K.-J., Lee H. S. *Mitochondrial DNA Part B: Resources*. 2019. 4 (1). P. 43–48. DOI: 10.1080/23802359.2018.1536447.
6. Ricciardi A., Palmer M. E., Yan N. D. Should biological invasions be managed as natural disasters? *BioScience*. 2011. 61. P. 312–317.
7. Hulme P. E. Trade, transport and trouble: managing invasive species pathways in an era of globalization. *Journal of Applied Ecology*. 2009. Vol. 46. P. 10–18.
8. Кирилов Ю. Є. Розвиток аграрного сектору економіки в умовах глобалізації. *Економіка АПК*. 2016. № 5. С. 23–29.
9. Predictive modeling and categorizing likelihoods of quarantine pest introduction of imported propagative commodities from different countries / Kim B. J. et al. *Risk Analysis*. 2019. Vol. 39, No. 6. P. 1382–1396. DOI: 10.1111/risa.13252.
10. Scientists' warning on invasive alien species / Pysek P. et al. *Biological Reviews*. 2020. Vol. 95. P. 1511–1534. DOI: 10.1111/brv.12627.
11. Venette R. C., Morey A. C. Advances in understanding the ecology of invasive crop insect pests and their impact on IPM. *Integrated Management of Insect Pests: Current and Future Developments* / edited by M. Kogan, E. A. Heinrichs. Cambridge, UK: Burleigh Dodds Science Publishing, 2020. P. 161–190. DOI: 10.19103/AS.2019.0047.06.
12. Макуха О. В. Фітосанітарний моніторинг *Tuta absoluta* Meyr. в Херсонській області. *Colloquium-journal: Miedzynarodowe czasopismo naukowe*. 2020. 21 (73), Czesc 1. P. 32–35. DOI: 10.24411/2520-6990-2020-12113.
13. Robust surveillance and control of invasive species using a scenario optimization approach / Yemshanov D. et al. *Ecological Economics*. 2017. Vol. 133. P. 86–98. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2016.11.018.
14. Optimizing surveillance strategies for early detection of invasive alien species / Yemshanov D. et al. *Ecological Economics*. 2019. Vol. 162. P. 87–99. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2019.04.030.
15. Огляд поширення карантинних організмів в Україні / Державна служба України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів. URL: <https://dpss.gov.ua/fitosanitariya-kontrol-u-sferi-nasinnictva-ta-rozsadnictva/fitosanitarnij-kontrol/oglyad-poshirennya-karantinnih-organizmiv-v-ukrayini> (дата звернення: 17.06.2021).

16. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Костогриз П. В., Опришко В. П. Основи наукових досліджень в агрономії. Вінниця : Едельвейс і К, 2014. С. 257–312.

17. Ушкаренко В. О., Нікішенко В. Л., Голобородько С. П., Коковихін С. В. Дисперсійний і кореляційний аналіз результатів польових дослідів : навчальний посібник. Херсон : Айлант, 2009. 372 с.

18. Перелік регульованих шкідливих організмів / Міністерство аграрної політики та продовольства України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0879-19#Text> (дата звернення: 15.06.2021).

УДК 632.937.1:632.76:633.32:633.31

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.13>

КОКЦИНЕЛІДИ НА ПОСІВАХ КОНЮШИНИ ТА ЛЮЦЕРНИ, ЇХНЄ ЗНАЧЕННЯ В РЕГУЛЮВАННІ ЧИСЕЛЬНОСТІ ПОПЕЛИЦЬ

Медвідь Я.А.

Мета роботи – уточнення видового складу кокцинелід в агроценозах конюшини та люцерни, визначення домінуючих видів, оцінювання їхньої ролі в контролі чисельності попелиць. **Методи дослідження:** польовий (облік комах на посівах конюшини та люцерни відповідно до загальноприйнятих методик), лабораторний (визначення видового складу кокцинелід). Дослідження проведено в 2017–2019 рр. на полях Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН України» відділу захисту рослин від шкідників і хвороб (Київська область, Києво-Святошинський район, смт Чабани). **Результати досліджень:** уточнено видовий склад кокцинелід в агроценозах конюшини та люцерни за сучасних умов; виявлено 14 видів кокцинелід із 11 родів, серед яких домінуючими визначено сонечко семикрапкове (*Coccinella septempunctata* Linnaeus, 1758), сонечко мінливе (*Hippodamia variegata* Goeze, 1777), пропілью чотирнадцятикрапкову (*Propylea quatuordecimpunctata* Linnaeus, 1758), а на конюшині також і псіллобору двадцятидвохкрапкову (*Psyllobora vigintiduoripunctata* Linnaeus, 1758); наведено поділ сонечок за трофічною спеціалізацією; встановлено співвідношення видів кокцинелід; відображено сезонну динаміку чисельності кокцинелід; представлено співвідношення хижак : жертва. **Висновки.** В агроценозі конюшини зареєстровано 9 видів сонечок, люцерни – 13 видів. За особливостями живлення переважали кокцинеліди-афідофаги (6 видів), траплялися два види міцетофагів – *P. vigintiduoripunctata* L. і *Tytthaspis sedecimpunctata* Linnaeus, 1761 (сонечко шістнадцятикрапкове), один фітофаг – *Subcoccinella vigintiquatuoripunctata* Linnaeus, 1758 (сонечко люцернове двадцятичотирьохкрапкове). Кокцинеліди-поліфаги представлені п'ятьма видами. Масовий розвиток кокцинелід спостерігався з другої декади червня до другої декади липня. Протягом сезону співвідношення сонечок до попелиць знаходилося в межах критеріїв ефективності ентомофагів проти попелиці горохової (*Acyrtosiphon pisum* Harris, 1776).

Ключові слова: *Coccinellidae*, афідофаг, попелиця горохова, сонечка, динаміка чисельності, ентомофаг, трофічна спеціалізація.

Medvid Ya.A. Coccinellids on clover and alfalfa, their value in population control of aphids
The objective of research is to specify species composition of coccinellids of clover and alfalfa, to determine the dominant species, role in population control of aphids. **The research methods** are the following: field accounting of insects in clover and alfalfa crops in accordance with the generally accepted methodology; laboratory method that means identification of species composition of coccinellids. Research conducted in 2017–2019 years on the fields of National scientific center «Institute of Agriculture of The NAAS of Ukraine» in department of plant protection from pests and diseases (Kyiv region, Kyiv-Svyatoshynskiy district, town Chabany). **Results of research.** Specified species composition of coccinellids in present conditions on

clover and alfalfa. Educated 14 species of coccinellids from 11 genera, among them seven spot ladybird (*Coccinella septempunctata* Linnaeus, 1758), variegated lady beetle (*Hippodamia variegata* Goeze, 1777), fourteen spot ladybird (*Propylea quatuordecimpunctata* Linnaeus, 1758) were marked as dominant species, and on the clover as well 22-spot ladybird (*Psyllobora vigintiduopunctata* Linnaeus, 1758). The division of ladybirds by trophic specialization is given. The ratio of coccinellids species has been established. Presented the seasonal quantity dynamics of coccinellids, the ratio of predator and prey. **Conclusions.** Educated 9 species of ladybirds in agrocoenosis of clover and alfalfa – 13. According to the peculiarities of nutrition, coccinellids-aphidophagus (6 species) predominated, there were two species of mycetophages – *P. vigintiduopunctata* L. і *Tytthaspis sedecimpunctata* Linnaeus, 1761 (16-spot ladybird), one phytophagous – *Subcoccinella vigintiquatuordecimpunctata* Linnaeus, 1758 (Alfalfa ladybird). There were five species of coccinellids-polyphagous. The mass quantity of coccinellids was observed from the second decade of June to the second decade of July. During the season, the ratio of ladybirds to aphids was within the criteria for the effectiveness of entomophagous against pea aphid (*Acyrtosiphon pisum* Harris, 1776).

Key words: Coccinellidae, aphidophagus, pea aphid, ladybirds, entomophagous, species composition, trophic specialization.

Постановка проблеми. У світовій фауні родина *Coccinellidae* Latreille, 1807 (*Coleoptera*) налічує близько 6000 описаних видів із 360 родів і 42 триб [1]. Кокци-неліди належать до одних із найбільш ефективних ентомофагів багатьох шкідни-ків сільського та лісового господарства. Більшість видів сонечок є хижаками, які живляться дрібними членистоногими й природним чином регулюють їхню попу-ляцію; вони характеризуються ненажерливістю, всеїдністю, плодючістю [2, с. 61; 3, с. 189]. Кокцинеліди-афідофаги знищують попелиць у різних типах агроце-нозів: овочевих, плодových, технічних, зернових, кормових трав [4, с. 3]. Сонечка мають низку переваг порівняно з іншими хижими комахами. Вони живляться попелицями на стадії імаго та личинки, мають чудову пошукову здатність, добре пристосовуються до умов навколишнього середовища, мешкають у різноманітних екологічних нішах, заселяючи не тільки різні види рослин, але й усі їхні яруси. Крім того, жуки легко відновлюють чисельність і здатні до масового розмноження [3; 4, с. 3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Базуючись на дослідженні госпо-дарського значення жуків родини *Coccinellidae* Latr., виділені види, що відігра-ють значну роль у зниженні чисельності фітофагів в агроценозах різних культур і є найперспективнішими для біологічного методу захисту рослин [4, с. 29].

В Україні на посівах сільськогосподарських культур А.В. Мізер виділила 27 видів сонечок, серед яких домінантними є: сонечко жовтолобе (*Scymnus frontalis* Fabricius, 1787), сонечко тринадцятикрапкове (*Hippodamia tredecimpunctata* Linnaeus, 1758), сонечко мінливе, сонечко чотирнадцятиплямисте (*Coccinula quatuordecimpustulata* Linnaeus, 1758), сонечко семикрапкове та пропілея чотир-надцятикрапкова [5, с. 48]. Всі ці види, крім сонечка тринадцятикрапкового, є масовими для агроценозу люцерни [6, с. 19].

В умовах Правобережного Лісостепу Г.М. Гумовська визначила домі-нантним видом на конюшині сонечко семикрапкове (52,0%), субдомінант-ними – пропілею чотирнадцятикрапкову (23,0%) і сонечко тринадцятикрапкове (16,2%) [7, с. 43]. Хоча за іншими відомостями найбільш численними видами є *P. quatuordecimpunctata* L. і *P. vigintiduopunctata* L. [8, с. 125].

За даними Р.П. Цуркана, посіви конюшини інтенсивніше заселяє *P. quatuordecimpunctata* L., частка якої від загальної кількості видів досягала 43,0%. Субдомінантним видом відмічена *C. septempunctata* L. Значну частку в агроценозі складала сонечка п'ятикрапкове (7,9%) (*Coccinella quinquepunctata*

Linnaeus, 1758), тринадцятикрапкове (6,1%) і мінливе (4,4%). Домінуючим видом люцернового поля встановлена також *P. quatuordecimpunctata* L., її частка сягала 44,7%, субдомінуючим – *C. septempunctata* L. (31,2%). Менш численними зафіксовані такі види сонечок: *H. tredecimpunctata* L. (9,2%), *C. quinquepunctata* L. (6,4%) та *H. variegata* Gz. (4,3%). Інші представники кокцинелід траплялися поодинокі, наприклад, сонечка шістнадцятикрапкове (*Tytthaspis sedecimpunctata* Linnaeus, 1761), жовтолобе, чотирнадцятиплямисте [9, с. 8, 9].

Огляд наукової літератури з цієї тематики свідчить, що видовий склад кокцинелід агроценозів конюшини та люцерни в Україні є недостатньо вивченим; він представлений здебільшого масовими видами (вісім видів). Відсутні відомості щодо інвазивного виду кокцинелід – *Harmonia axyridis* Pallas, 1773 (сонечко азійське). Тому дослідження видового різноманіття сонечок на цих культурах є нині актуальним.

Постановка завдання. Мета дослідження – уточнити видовий склад кокцинелід в агроценозах конюшини та люцерни, визначити домінуючі види, оцінити їхню роль у контролі чисельності попелиць. Відповідно до поставленої мети вирішувалися наступні завдання: 1) встановити видовий склад кокцинелід агроценозів конюшини й люцерни у Правобережному Лісостепу України; 2) визначити співвідношення видів, трофічну спеціалізацію, сезонну динаміку чисельності, співвідношення хижак : жертва.

Матеріал і методи. Дослідження проведено в 2017–2019 рр. на полях Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН України» відділу захисту рослин від шкідників і хвороб (Київська область, Києво-Святошинський район, смт Чабани).

Для встановлення сезонної динаміки чисельності кокцинелід багаторічні посіви конюшини та люцерни обстежувалися протягом вегетації рослин через кожні 10 днів, починаючи з третьої декади квітня та закінчуючи другою декадою серпня. Обліки кокцинелід і попелиць проводили в чотирьох повтореннях за допомогою ентомологічного сачка (за одиницю обліку прийнято 100 помахів) з подальшим визначенням їхньої середньої чисельності [10; 11].

Видову належність кокцинелід визначали в лабораторних умовах, використовуючи апробовані визначники комах [12–14]. Трофічні групи кокцинелід указані за літературними джерелами [3; 12; 15; 16].

Виклад основного матеріалу дослідження. Упродовж 2017–2019 рр. на посівах конюшини та люцерни виявлено 14 видів кокцинелід з 11 родів. На обох культурах домінуючими видами сонечок були зареєстровані *Coccinella septempunctata* L., *Hippodamia variegata* Gz. і *Propylea quatuordecimpunctata* L. Крім того, в агроценозі конюшини домінантним видом також відмічалася *Psyllobora vigintiduopunctata* L. (рис. 1, 2, 3), підвищенню чисельності якої сприяв інтенсивний розвиток борошнистої роси.

За трофічною спеціалізацією більшість видів кокцинелід належали до хижаків-афідофагів: *Coccinella quinquepunctata* L., *Coccinula quatuordecimpunctulata* L., *Scymnus frontalis* Fabr., *Scymnus apetzi* Mulsant, 1846 (сонечко степове), *Anisosticta novemdecimpunctata* Linnaeus, 1758 (сонечко дев'ятнадцятикрапкове), *Hippodamia tredecimpunctata* L.; два види – до міцетофагів (*Psyllobora vigintiduopunctata* L. і *Tytthaspis sedecimpunctata* L.), один – до фітофагів (*Subcoccinella vigintiquatuorpunctata* L.). Кокцинеліди-поліфаги представлені такими видами: *Hippodamia variegata* Gz., *Adalia bipunctata* Linnaeus, 1758 (сонечко двокрапкове), *Coccinella septempunctata* L., *Propylea quatuordecimpunctata* L., *Harmonia axyridis* Pall.



Рис. 1. *C. septempunctata* L.
на конюшині



Рис. 2. *H. variegata* Gz.
на люцерні



Рис. 3. *Psyllobora*
vigintiduopunctata L.
на конюшині

Видовий склад сонечок на посівах конюшини представлений 9 видами, питома вага яких розподілилася таким чином: семи крапкове – 18,0%, мінливе – 17,3%, пропілея чотирнадцяти крапкова – 24,7%, псіллобора двадцятидвохкрапкова – 27,0%, жовтолобе – 8,1%, шістнадцятикрапкове – 0,6%, чотирнадцятиплямисте – 1,0%, тринадцятикрапкове – 0,2%, азійське – 3,1%. Сезонна динаміка чисельності кокцинелід представлена на рис. 4.

Пік чисельності жуків проявився у II декаді червня 2017 і 2019 років (10,3 та 11,1 екз./100 п.с.), в I декаді травня 2018 року (8,6 екз./100 п.с.); личинок сонечок – у II декаді липня 2017 і 2018 років (4,8 та 5,3 екз./100 п.с.), у III декаді червня 2019 року (7,3 екз./100 п.с.). Період розвитку личинок тривав із I декади червня до III декади липня 2017 року, до I декади серпня 2018–2019 рр. Сонечко азійське траплялося під час обліків лише у 2019 році; серед інших представників родини його частка була незначною. Максимальна чисельність попелиці горохової спостерігалася у I декаді червня 2017 і 2019 років (134,5 та 148,3 екз./100 п.с. відповідно). Водночас співвідношення хижак : жертва становило 1:17,7, 1:17,2; у III декаді липня 2018 року – 87,5 екз./100 п.с. за співвідношенням кокцинелід до попелиць 1:10,9.

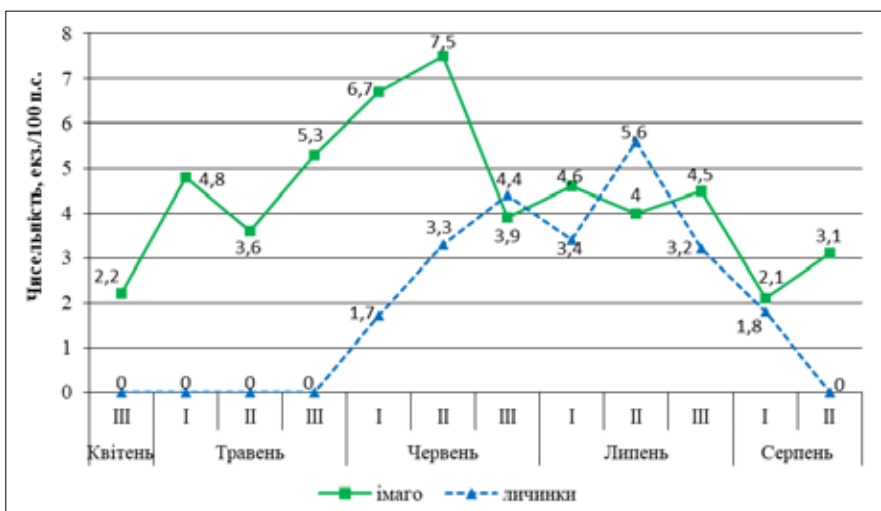


Рис. 4. Сезонна динаміка чисельності кокцинелід на конюшині, 2017–2019 рр.

В агроценозі люцерни зареєстровано 13 видів кокциnellід, частка яких складала: сонечко семикрапкове – 36,9%, мінливе – 36,5%, пропілея чотирнадцятикрапкова – 15,7%, жовтолобе – 3,6%, п'ятикрапкове – 0,1%, степове – 0,4%, азійське – 4,9%, чотирнадцятиплямисте – 0,2%, люцернове – 0,4%, дев'ятинадцятикрапкове – 0,1%, двокрапкове – 0,1%, псіллобора двадцятидвохкрапкова – 0,9%, шістнадцятикрапкове – 0,2%. Сезонна динаміка чисельності сонечок представлена на рис. 5.

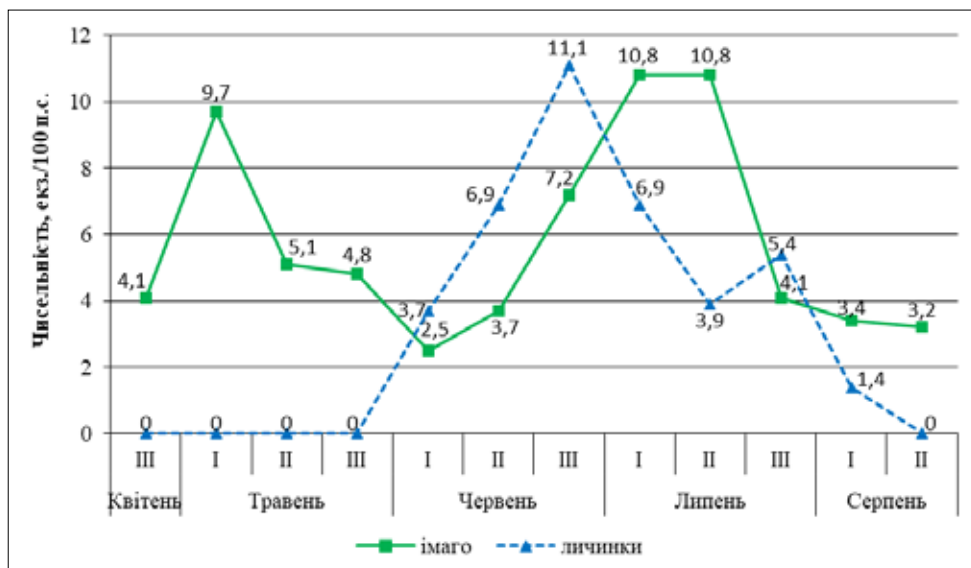


Рис. 5. Сезонна динаміка чисельності кокциnellід на люцерні, 2017–2019 рр.

Найвища чисельність жуків у 2017 році відзначалася в I декаді липня (20,1 екз./100 п.с.), у 2018 році – I декаді травня (22,3 екз./100 п.с.), у 2019 році – II декаді липня (9,1 екз./100 п.с.). Максимальна чисельність личинок кокциnellід зафіксована: в 2017 році – у III декаді липня (10,3 екз./100 п.с.), 2018–2019 рр. – у III декаді червня (13,8 та 10,3 екз./100 п.с.). Розвиток личинок тривав із I декади червня до I декади серпня 2017 і 2019 років, до III декади липня 2018 року. Сонечко азійське виявлялось у 2018 і 2019 роках, його середня чисельність за сезон дорівнювала 1,3 та 9,0 екз./100 п.с. Збільшення чисельності попелиць горохової припадало на I декаду червня 2017 і 2019 років (104,8 та 117,3 екз./100 п.с.), у 2018 році – на II декаду травня (83,0 екз./100 п.с.). При цьому співвідношення сонечок до попелиць складало 1:16,1, 1:20,9, 1:10,8 відповідно.

Протягом вегетації культур підвищенню чисельності сонечок сприяли: вихід імаго нового покоління; накладання першого покоління кокциnellід на генерацію, що перезимувала; зростання чисельності попелиць; міграція кокциnellід із суміжних посівів зернових (у період досягання пшениці, ячменю, вівса).

Відомо, що сонечка здатні знищувати понад 30–100 попелиць за одну добу [3; 4; 15]. З метою встановлення на конюшині та люцерні необхідної кількості трофіки для кокциnellід визначено співвідношення хижак : жертва (табл. 1).

За літературними даними, критерій ефективності кокциnellід проти *Acyrtosiphon pisum* Harr. становить 1:50–80 [10, 17], за іншими джерелами – 1:30 [18], 1:20–40 [4].

Таблиця 1

Співвідношення кокцинелід до попелиць в агроценозах конюшини та люцерни

Роки	Травень			Червень			Липень			Серпень	
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II
Конюшина											
2017	1:7,5	1:19,3	1:11,7	1:17,7	1:4,8	1:6,3	1:11,4	1:12,3	1:24,8	0	0
2018	1:5,5	1:13,6	1:13,6	1:14,7	1:11,4	1:5,8	1:4,9	1:10,3	1:10,9	1:11,4	1:3,0
2019	1:8,2	1:12,7	1:10,8	1:17,2	1:6,2	1:5,2	1:9,1	1:7,6	1:12,7	1:21,1	1:4,4
Люцерна											
2017	1:3,3	1:11,6	1:12,9	1:16,1	1:5,3	1:1,9	1:1,0	1:1,0	1:3,4	1:4,3	1:1,8
2018	1:2,5	1:10,8	1:16,3	1:10,7	1:5,5	1:3,1	1:4,2	1:7,4	1:9,3	1:15,3	1:1,0
2019	1:3,8	1:11,3	1:14,1	1:20,9	1:5,0	1:2,3	1:4,1	1:4,8	1:10,1	1:13,3	1:1,9

Отже, впродовж сезону кількість попелиць, що припадала на одне сонечко, виявилася недостатньою, що сприяло постійній міграції кокцинелід у пошуках поживи. Водночас таке співвідношення свідчить про ефективність цих ентомофагів у контролі чисельності попелиць.

Висновки та пропозиції. В агроценозі конюшини видовий склад кокцинелід сформований 9 видами, в агроценозі люцерни – 13 видами. На обох культурах домінантними вважалися *C. septempunctata* L., *H. variegata* Gz., *P. quatuordecimpunctata* L., а на конюшині також і *P. vigintiduopunctata* L. Траплялося й сонечко азійське, чисельність якого становила 3,1–4,9%. За трофічною спеціалізацією переважали кокцинеліди-афідофаги (6 видів). Масовий розвиток кокцинелід спостерігався з другої декади червня до другої декади липня. Протягом вегетаційного сезону співвідношення сонечок до попелиць знаходилося в межах критеріїв ефективності ентомофагів проти попелиці горохової. Оскільки на посівах конюшини та люцерни виявлявся інвазивний вид *Harmonia axyridis* Pall., який витісняє абorigенні види сонечок, необхідно проводити моніторинг кокцинелід в агроценозах різних сільськогосподарських культур.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Ecology and behaviour of the ladybird beetles (Coccinellidae) / Edited by I. Hodek, H.F. van Emden and A. Honek. Chichester: Wiley-Blackwell, 2012. 599 p.
2. Тюмасева З.И., Guskova E.V. Trophic relations of lady beetles (Coleoptera, Coccinellidae) of the Urals. *Biological Bulletin of Bogdan Chmelnytskyi Melitopol State Pedagogical University*. 2016. № 6 (2). P. 61–66.
3. Тюмасева З.И. Кокцинеллиды Урала и сопредельных территорий. Челябинск : Изд-во Челябин. гос. пед. ун-та, 2013. 248 с.
4. Савойская Г.И. Тлевые коровки. Москва : Агропромиздат, 1991. 78 с.
5. Мизер А.В. Коровки на посевах. *Защита растений*. 1970. Вып. 6. С. 48.
6. Мизер А.В. К эколого-зоогеографической характеристике жуков семейства Coccinellidae лесной и лесостепной зон Левобережной Украины. *Вестник зоологии*. 1971. № 1. С. 18–21.
7. Гумовская Г.Н. Фауна кокцинеллид. *Защита растений*. 1985. Вып. 11. С. 43–44.
8. Медвідь Я.А. Фауна та стаціональний розподіл кокцинелід (Coleoptera: Coccinellidae) Правобережного Лісостепу. *Захист і карантин рослин*. 2017. Вип. 63. С. 123–128.

9. Цуркан Р.П. Кокцинелиды в агроценозах деяких бобових культур та їх роль у регулюванні чисельності горохової попелиці на посівах гороху. *Карантин і захист рослин*. 2011. № 1. С. 8–10.
10. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур / за ред. В.П. Омелюти. Київ : Урожай, 1986. 296 с.
11. Фасулати К.К. Полевое изучение наземных беспозвоночных. Москва : Высшая школа, 1971. 424 с.
12. Савойская Г.И. Кокцинеллиды: (систематика, применение в борьбе с вредителями сельского хозяйства). Алма-Ата : Наука, 1983. 248 с.
13. Bielawski R. Cześć XIX. Chrząszcze – Coleoptera. Zeszyt 76. Biedronki – Coccinellidae. Klucze do oznaczania owadów Polski. № 26. Polski Związek Entomologiczny. Warszawa, 1959. P. 3–92.
14. Adriaens T., Maes D. Voorlopige verspreidingsatlas van lieveheersbeestjes in Vlaanderen. Jrg. 2, nr. 1 bis. Bertram, 2004. 72 p.
15. Дядечко Н.П. Кокцинеллиды Украинской ССР. Київ : Изд-во АН УССР, 1954. 182 с.
16. Орлова-Беньковская М.Я. Опасный инвазионный вид божьих коровок *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) (Coleoptera, Coccinellidae) в Европейской России. *Российский журнал биологических инвазий*. 2013. № 1. С. 75–82.
17. Станкевич С.В., Забродіна І.В. Моніторинг шкідників сільськогосподарських культур: навчальний посібник. Харків : ФОП Бровін О.В., 2016. 216 с.
18. Біологічний захист рослин / за ред. М.П. Дядечка та М.М. Падія. Біла Церква : БНАУ, 2001. 312 с.

УДК 632.951:631.427:631.587

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.14>

ВПЛИВ ІНСЕКТИЦИДІВ НА ФЕРМЕНТАТИВНУ АКТИВНІСТЬ ГРУНТУ НА ЗРОШУВАНИХ ЗЕМЛЯХ

Мельничук Ф.С. – д.с.-г.н., старший науковий співробітник, директор,
Державне підприємство «Центральна лабораторія якості води та ґрунтів»
Інституту водних проблем і меліорації Національної академії аграрних наук України
Марченко О.А. – к.біол.н., старший науковий співробітник,
Інститут водних проблем і меліорації Національної академії аграрних наук України
Коваль Г.В. – аспірант,
Інститут водних проблем і меліорації Національної академії аграрних наук України
Шаткоєвська К.Б. – науковий співробітник,
Інститут водних проблем і меліорації Національної академії аграрних наук України

Біохімічні показники ферментативних систем ґрунтових мікроорганізмів, що беруть участь у перетвореннях органічних та неорганічних сполук, широко використовуються в ролі тест-об'єктів для визначення впливу на гомеостаз ґрунту пестицидів із метою встановлення їх токсичності та вивчення процесів біоремідації. Вплив на життєдіяльність мікробіому ґрунту застосування засобів захисту рослин в умовах зрошення ще є маловивченим питанням і потребує широкого дослідження в умовах різних ґрунтових зон України.

Відбір проб ґрунту проводився в умовах Лісостепу України на дослідних ділянках у ФГ «Агротехлаб» (с. Любарці Бориспільського р-ну Київської обл.) протягом 2019–2020 рр.

на гібриді соняшнику Неома. Вегетаційні поливи соняшнику проводили із застосуванням методу дощування. Рівень передполивної вологості – 70–80% НВ. Протягом досліді в ґрунт вносили неонікотинοїдні інсектициди клотіанідин, тіаметоксам, тіаклопрід і хлорорганічний інсектицид хлорпірифос у 1-кратній, 5-кратній та 10-кратній дозах. Досліджували ферментативну активність уреаз, кислοї фосфатази і дегідрогенази, дихання ґрунту, трансформацію азоту за загальноприйнятими агрохімічними методиками. Отримані дані проаналізовані двофакторним аналізом.

У результаті проведених досліджень виявлено інгібуючу дію всіх досліджуваних препаратів на ґрунтового дихання, активність лужної фосфатази і дегідрогенази. Активність уреаз та кислοї фосфатази при експозиції інсектицидів протягом 14 днів знижувалась, а при збільшенні тривалості дії препаратів незначно підвищувалась. Це може свідчити про утворення в бактеріальних угрупованнях ґрунту резистентних популяцій за умови більшої тривалості дії інсектицидів. Крім того, досліджувані неонікотинοїдні інсектициди в різних дозах викликали посилення процесів амоніфікації протягом 56 днів експозиції в порівнянні з контролем та уповільнювали нітрифікацію до 28 днів експозиції. Низька доза хлорпірифосу до 56 доби стимулювала збільшення утворення аміачного азоту в ґрунті, а підвищені дози викликали зменшення вмісту аміачного азоту протягом перших 14 днів експозиції і повільне збільшення під час подовження тривалості контамінації. Вірогідно, це пов'язано з токсичністю хлорпірифосу в підвищених дозах для мікроорганізмів. Таким чином, активність ферментів є важливим показником гомеостазу ґрунту під час визначення особливостей впливу інсектицидів на процеси життєдіяльності мікроорганізмів в умовах зрошення.

Ключові слова: зрошення, ферментативна активність ґрунту, інсектициди, дихання ґрунту, трансформація азоту, клотіанідин, тіаметоксам, тіаклопрід, хлорпірифос.

Melnychuk F.S., Marchenko O.A., Koval G.V., Shatkovska K.B. The effect of insecticides on the enzymatic activity of the soil on irrigated lands

Biochemical parameters of enzymatic systems of soil microorganisms involved in the transformation of organic and inorganic compounds are widely used as test objects to determine the pesticides effect on soil homeostasis to determine their toxicity and study bioremediation processes. The impact of the application of plant protection products under irrigated conditions on the vital activity of the soil microbiome requires extensive research under the conditions of different soil zones of Ukraine.

Soil sampling was carried out in the Forest-Steppe of Ukraine at the experimental plots in FE "Agrotechlab" (Lyubartsi village, Boryspil district, Kyiv region) in 2019–2020 on a Neoma sunflower hybrid. Vegetative watering of sunflower was carried out using the sprinkling method. The level of pre-irrigation humidity was 70–80% НВ. During the experiment, the neonicotinoid insecticides clothianidin, thiamethoxam, thiacloprid and the organochlorine insecticide chlorpyrifos were applied to the soil in 1 multiple, 5 multiple and 10 multiple doses. The enzymatic activity of urease, acidic and alkaline phosphatase and dehydrogenase, soil respiration, nitrogen transformation were studied according to generally accepted agrochemical methods. The obtained data were analyzed in a two-factor analysis.

As a result of the conducted research, the inhibitory effect of all investigated pesticides on soil respiration, alkaline phosphatase and dehydrogenase activity was revealed. The urease and acid phosphatase activities during 14 days of insecticides exposition decreased, and with increasing duration of pesticides action increased slightly. This may indicate the formation of resistant populations in the soil bacterial groups under a longer duration of the action of insecticides. In addition, the studied neonicotinoid insecticides in different doses caused the intensification of ammonification processes during 56 days of exposure compared to control and slowed nitrification to 28 days of exposure. Low doses of chlorpyrifos up to 56 days stimulated an increase in ammonia nitrogen formation in the soil, and higher doses caused a decrease in ammonia nitrogen content during the first 14 days of exposure and a slow increase with prolonged contamination. This is probably due to the toxicity of chlorpyrifos in high doses to microorganisms. Thus, the activity of enzymes is an important indicator of soil homeostasis for determining the characteristics of the insecticides impact on the vital processes of microorganisms under irrigation.

Key words: irrigation, soil enzymatic activity, insecticides, soil respiration, nitrogen transformation, clothianidin, thiamethoxam, thiacloprid, chlorpyrifos.

Постановка проблеми. Важливу роль у сталому функціонуванні агроєкосистем відіграють біохімічні процеси, які відбуваються в ґрунтах завдяки життєдіяльності мікроорганізмів. Шляхом складних перетворень органічних та неорганічних сполук ґрунтові мікробіоти забезпечують поживними речовинами та енергією

фітоценози. Ферментативні системи, які беруть участь в таких перетвореннях, надзвичайно чутливі до змін в оточуючому середовищі і тому широко використовуються в якості тест-об'єктів для визначення впливу на гомеостаз ґрунту різних агротехнічних заходів. Зокрема, проводяться дослідження впливу пестицидів на біохімічні показники ґрунту з метою встановлення їх токсичності та вивчення процесів біоремідації. Вплив на життєдіяльність мікробіому ґрунту під час застосування засобів захисту рослин в умовах зрошення ще є маловивченим питанням і потребує широкого дослідження в умовах різних ґрунтових зон України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За даними сучасних досліджень, біодеградація неонікотіноїдів пов'язана з процесами нітрифікації [1, с. 65]. Крім того, неонікотіноїдні інсектициди також піддаються розщепленню в процесах перетворення азотвмісних сполук. Так, китайськими вченими з ґрунту була виділена азотфіксуюча бактерія *Ensifer meliloti*, яка здатна гідролізувати тіаклоприд до амідної форми [2, с. 14]. Також з ґрунту виділено штами бактерій *Pseudoxanthomonas sp.*, які здатні до біодеградації ацетоміприду та беруть участь у процесах відновлення нітратів та нітритів [3, с. 263].

Під час дослідження впливу на ґрунтові мікроорганізми різних концентрацій (0,02 мг/кг, 0,2 мг/кг, 2,0 мг/кг) тіаметоксама або динотефурану встановлено зниження інтенсивності метаболізму вуглецю та підвищення активності азотного обміну. При цьому при низьких дозах тіаметоксама утилізація джерел вуглецю збільшувалась, а при високих – зменшувалась. Відмічено, що низькі дози динотефурану викликають збільшення використання амінів, вуглеводів та фенольних сполук. На думку авторів, низькі дози обох неонікотіноїдів збільшували біорізноманіття мікроорганізмів ґрунту, а при середніх та високих нормах популяції мікроорганізмів деградували [4, с. 10]. Встановлено інгібуючу дію на метаболічні процеси в ґрунті циперметрину та тіаметоксама, яка проявлялась у зниженні ферментативної активності дегідрогенази, уреази, каталази та фосфатази. Крім того, рН та вологість ґрунту позитивно корелювали з активністю дегідрогенази, каталази та уреази та негативно корелювали з активністю фосфатази [5, с. 10442].

Мета дослідження – встановити вплив діючих речовин неонікотіноїдних інсектицидів клотіанідину, тіаметоксама, тіаклоприду і хлорорганічного інсектициду хлорпіріфосу на біохімічні показники ґрунту в умовах зрошування

Матеріали і методи досліджень. Відбір проб ґрунту проводився в умовах Лісостепу України на дослідних ділянках у ФГ «Агротехлаб» (с. Любарці Бориспільського р-ну Київської обл.) протягом 2019–2020 рр. на гібриді соняшнику Неома. Вегетаційні поливи соняшнику проводили із застосуванням методу дощування: перший – перед утворенням зачатків суцвіття, у фазі 2-3 пар листків, другий – на початку утворення кошиків, третій – на початку цвітіння, четвертий і п'ятий – у період наливання насіння. Рівень передполивної вологості – 70–80% НВ. Протягом досліду в ґрунт вносили неонікотіноїдні інсектициди клотіанідин, тіаметоксам, тіаклоприд і хлорорганічний інсектицид хлорпіріфос у 1-кратній, 5-кратній та 10-кратній дозах.

Досліджували ферменти уреази, кислу та лужну фосфатази і дегідрогеназу, дихання ґрунту, трансформацію азоту за загальноприйнятими агрохімічними методиками [6, с. 263–271].

Статистичний аналіз зібраних даних проводили в модулях програми Microsoft Excel® і в спеціалізованій статистичній програмі R® (<https://www.r-project.org/>). Отримані дані проаналізовані двофакторним аналізом. Двонаправлений дисперсійний аналіз (ANOVA) проводили для визначення відсотка варіації досліджених параметрів ґрунту під впливом різних доз кожного дослідженого пестициду.

Результати досліджень та їх обговорення. Проведені дослідження показали, що неонікотиноїдні інсектициди клотіанідин, тіаметоксам та тіаклопрід, так само як і хлорорганічний інсектицид хлорпірифос, при внесенні 1 кратної, 5 кратної та 10 кратної доз достовірно суттєво (табл. 1) пригнічували дихальні процесі в ґрунті починаючи з першого дня експозиції, що напряду корелювало з дозою пестицидів та тривалістю дії препаратів (рис. 1). Отримані дані свідчать про високу токсичність досліджуваних інсектицидів для процесів обміну енергії аеробної мікрофлори ґрунту. Відомо, що ґрунтове дихання є об'єктивним біопоказником стану та якості ґрунту тому, що метаболічні процеси аеробного окислення безпосередньо залежать від фізіологічного стану клітин мікроорганізмів [7, с. 120].

Таблиця 1

Дисперсійний аналіз (ANOVA) впливу дози та тривалості дії інсектицидів на дихальну активність ґрунту

Інсектицид	Джерело варіювання	Ступені свободи	Середнє	Відхилення	Відсоток варіювання (%)	F	p
Тіаметоксам	Доза	3	1157	385,7	89	1058,6	< 0,001
	Час	3	55,9	18,6	4	51,1	< 0,001
	Доза × час	9	244,8	27,2	6	74,7	< 0,001
Клотіанідин	Доза	3	892,5	297,5	84	373,8	< 0,001
	Час	3	104,1	34,7	10	43,6	< 0,001
	Доза × час	9	203,4	22,6	6	28,4	< 0,001
Тіаклопрід	Доза	3	864,5	288,2	87	882,8	< 0,001
	Час	3	92,7	30,9	9	94,7	< 0,001
	Доза × час	9	119,6	13,3	4	40,7	< 0,001
Хлорпірифос	Доза	3	1927,9	642,6	92	825,1	< 0,001
	Час	3	106,4	35,5	5	45,6	< 0,001
	Доза × час	9	206,6	23	3	29,5	< 0,001

Активність ферменту уреазиди від першого до 14 дня експозиції тіаметоксаму, клотіанідину та хлорпірифосу зменшувалась при всіх дозах інсектицидів, але при більш тривалій експозиції від 28 до 56 днів незначно підвищувалась в порівнянні з контролем (рис. 2). Ферментативна активність уреазиди під впливом тіаклоприду протягом першої доби знижувалась зі збільшенням дози препарату, а при продовженні експозиції зі збільшенням кратності дози активність ферменту підвищувалась. Варіація активності уреазиди щодо різних доз і днів експозиції була статистично значуща при $P < 0.001$ (табл. 2). Вірогідно, це свідчить про залучення тіаметоксаму в субстратні перетворення уреазидою та участь цього ферменту в біодеградаційних процесах. Фермент уреазиди бере участь у гідролізі сечовини до вуглекислого газу та аміаку, завдяки чому відіграє ключову роль в азотному обміні ґрунту. Уреазидна активність ґрунтів зумовлена тим, що екстрацелюлярні ферменти зв'язуються з органічними та неорганічними колоїдами з подальшим їх розщепленням. Тому незначне підвищення активності уреазиди можливо пояснюється тим, що частина ферментів може бути зв'язана з бактеріальними клітинами або їх залишками, і такі фракції не беруть участь в біохімічних процесах на початку експозиції [8, с. 104].

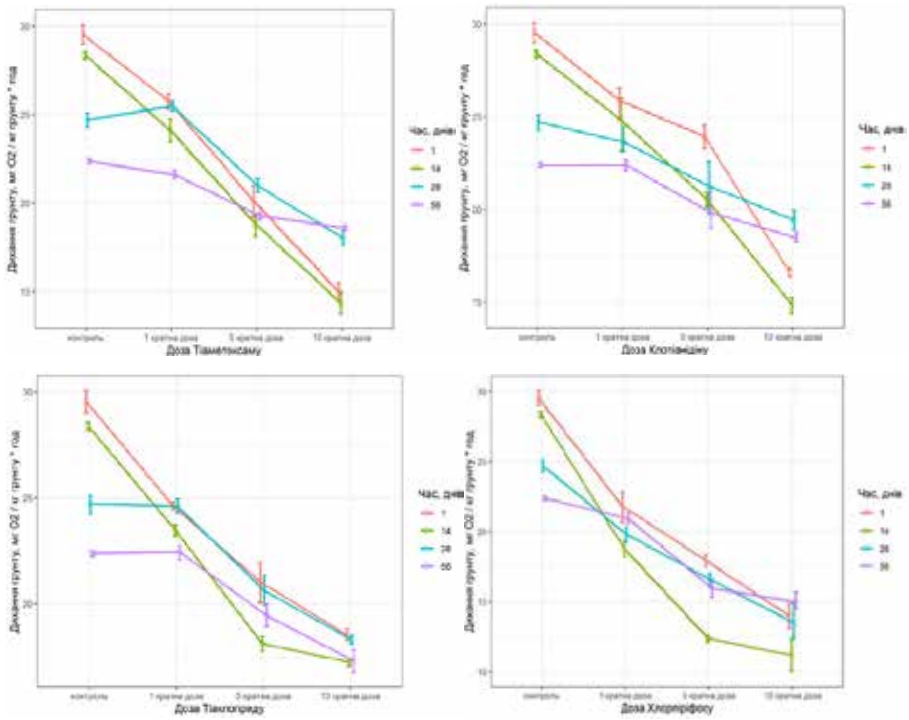


Рис. 1. Вплив різних доз інсектицидів на дихання ґрунту в умовах зрошення

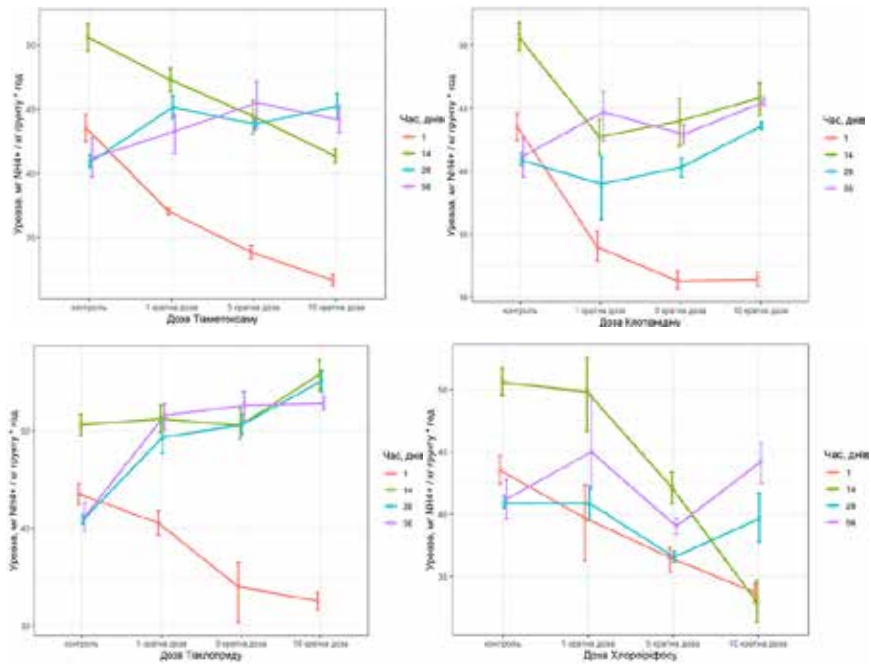


Рис. 2. Вплив різних доз інсектицидів на уреазну активність ґрунту в умовах зрошення

Таблиця 2

Дисперсійний аналіз (ANOVA) впливу дози та тривалості дії інсектицидів на уреазну активність ґрунту

Інсектицид	Джерело варіювання	Ступені свободи	Середнє	Відхилення	Відсоток варіювання (%)	F	p
Тіаметоксам	Доза	3	136,6	45,5	10	25,2	< 0,001
	Час	3	1000,1	333,4	74	184,6	< 0,001
	Доза × час	9	609,2	67,7	15	37,5	< 0,001
Клотіанідин	Доза	3	238,1	79,4	14	29	< 0,001
	Час	3	1286,1	428,7	75	156,9	< 0,001
	Доза × час	9	554,8	61,6	11	22,6	< 0,001
Тіаклопрід	Доза	3	285,8	95,3	9	26,5	< 0,001
	Час	3	2457,1	819	78	227,5	< 0,001
	Доза × час	9	1218,2	135,4	13	37,6	< 0,001
Хлорпіріфос	Доза	3	695,5	231,8	51	41,6	< 0,001
	Час	3	386,5	128,8	29	23,1	< 0,001
	Доза × час	9	767,8	85,3	19	15,3	< 0,001

Фосфатази в ґрунті каталізують перетворення шляхом гідролізу органічних субстратів, що містять фосфор в неорганічний фосфор. Показники активності кислої та лужної фосфатаз пов'язані з швидкістю перетворення органічних речовин в ході колообігу фосфору в ґрунті [9, с. 308]. Активність лужної фосфатази всіма досліджуваними інсектицидами статистично значимо (табл. 3) інгібувалась при всіх дозах та особливо при максимальній 10 кратній концентрації (рис. 3). Тривалість дії інсектицидів несуттєво впливала на зниження ферментативної активності, але найменші показники відмічали при найбільшій експозиції протягом 56 днів.

Таблиця 3

Дисперсійний аналіз (ANOVA) впливу дози та тривалості дії інсектицидів на фосфатазну активність ґрунту

Інсектициди	Джерело варіювання	Ступені свободи	Середнє	Відхилення	Відсоток варіювання (%)	F	p
1	2	3	4	5	6	7	8
Тіаметоксам Кисла фосфатаза ґрунту	Доза	3	570	190	23	7,9	< 0,001
	Час	3	1435,2	478,4	57	19,8	< 0,001
	Доза × час	9	1344,7	149,4	18	6,2	< 0,001
Тіаметоксам Лужна фосфатаза ґрунту	Доза	3	2597,5	865,8	72	47,3	< 0,001
	Час	3	428,6	142,9	12	7,8	< 0,001
	Доза × час	9	1561	173,4	14	9,5	< 0,001
Клотіанідин. Кисла фосфатаза ґрунту	Доза	3	259,3	86,4	18	24,3	< 0,001
	Час	3	843,1	281	59	79,1	< 0,001
	Доза × час	9	971,2	107,9	23	30,4	< 0,001

Закінчення таблиці 3

1	2	3	4	5	6	7	8
Клотіанідін. Лужна фосфа- таза ґрунту	Доза	3	1942,2	647,4	61	130,7	< 0,001
	Час	3	952,4	317,5	30	64,1	< 0,001
	Доза × час	9	849,8	94,4	9	19,1	< 0,001
Тіаклопрід. Кисла фосфа- таза ґрунту	Доза	3	1349,5	449,8	26	16,5	< 0,001
	Час	3	3286,3	1095,4	64	40,1	< 0,001
	Доза × час	9	1187,6	132	8	4,8	< 0,001
Тіаклопрід. Лужна фосфа- таза ґрунту	Доза	3	2998,8	999,6	60	56,4	< 0,001
	Час	3	1740,4	580,1	35	32,7	< 0,001
	Доза × час	9	643,9	71,5	4	4	< 0,001
Хлорпіріфос Кисла фосфа- таза ґрунту	Доза	3	4345,8	1448,6	37	216	< 0,001
	Час	3	6654,4	2218,1	57	330,8	< 0,001
	Доза × час	9	2176,5	241,8	6	36,1	< 0,001
Хлорпіріфос Лужна фосфа- таза ґрунту	Доза	3	4356,8	1452,3	76	114,6	< 0,001
	Час	3	989,1	329,7	17	26	< 0,001
	Доза × час	9	939,2	104,4	5	8,2	< 0,001

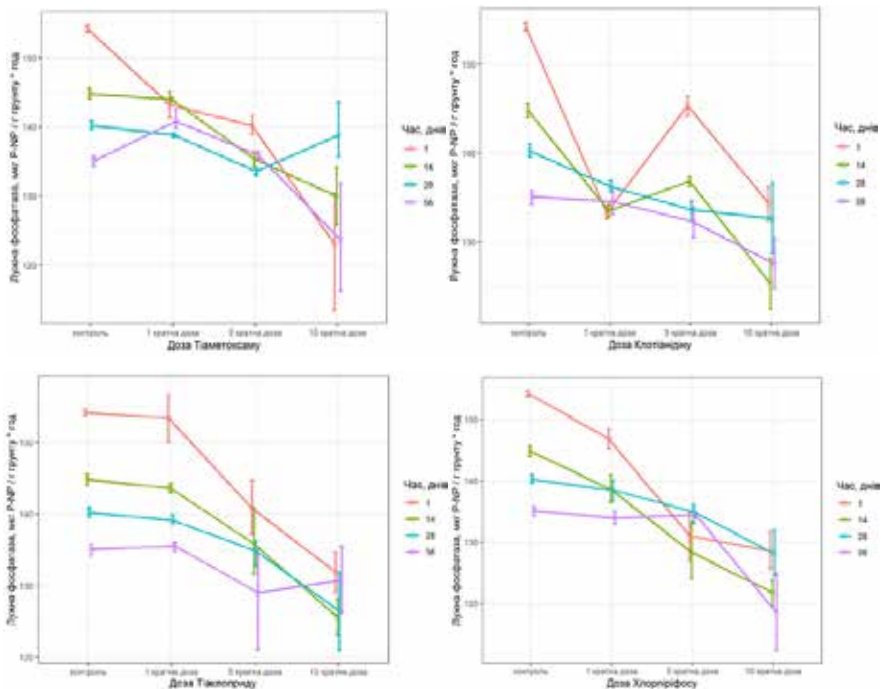


Рис. 3. Вплив різних доз інсектицидів на активність лужної фосфатази ґрунту в умовах зрошення

Зі збільшенням кратності дози активність кислої фосфатази в усіх варіантах досліджень інсектицидів статистично значимо (табл. 3) зменшувалась при експозиції до двох тижнів (рис. 4). При більш тривалій дії тіаметоксаму від 28 до

56 днів ферментативна активність зі збільшенням дози несуттєво відхилялась від контрольних показників. Вірогідно, це свідчить про те, що при більшій тривалості інкубації інсектицидів з'являється резистентність у бактеріальних угруповань і відбувається відновлення популяції відповідних мікроорганізмів.

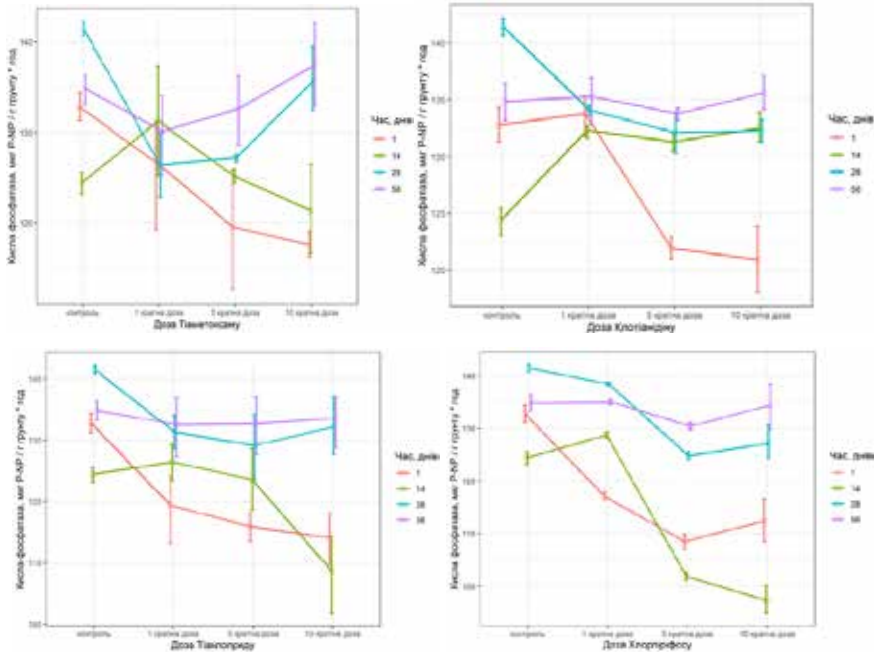


Рис. 4. Вплив різних доз інсектицидів на активність кислій фосфатази ґрунту в умовах зрошення

Трансформація азоту в ґрунті відбувається в результаті життєдіяльності мікроорганізмів внаслідок перетворення азотомісних органічних речовин у мінеральні з'єднання азоту. Цей процес складається із двох етапів: амоніфікації – окислення азотомісних речовин до утворення солей амонію через вивільнення аміаку і його нейтралізації органічними і неорганічними кислотами та нітрифікації – утворення нітритів (NO_2^-) та нітратів (NO_3^-) з солей амонію. [10, с. 121].

Внесення в ґрунт досліджуваних неонікотиноїдних інсектицидів в 1-но кратній, 5-ти кратній та 10-ти кратній дозах статистично достовірно (табл. 4) підвищувало активність процесів амоніфікації протягом 56 днів експозиції в порівнянні з контролем (рис. 5). Вміст аміачного азоту в ґрунті в 1 кратній дозі хлорпірифосу до 56 доби збільшувався, а в підвищеній 5 кратній дозі зменшувався протягом перших 14 днів експозиції і збільшувався при більшій тривалості контамінації. Це свідчить про те, що низька концентрація хлорпірифосу та продуктів його деградації стимулює розвиток бактерій, що беруть участь в процесах амоніфікації органічних речовин. При 5-ти кратній дозі інсектициду відбувається інгібування процесів амоніфікації протягом двох тижнів, а в більш тривалій експозиції активність трансформації органічних сполук до аміачного азоту збільшується. Це є наслідком появи резистентності в мікроорганізмів до досліджуваних препаратів, стимуляції використання різних джерел органічного азоту та біодеградації інсектициду [4, с. 9].

Таблиця 4

Дисперсійний аналіз (ANOVA) впливу дози та тривалості дії інсектицидів на азот-трансформуючу активність ґрунту

Інсектицид	Джерело варіювання	Ступені свободи	Середнє	Відхилення	Відсоток варіювання (%)	F	p
Тіаметоксам Трансформація азоту N-NO ₃	Доза	3	1690	563,3	75	309,5	< 0,001
	Час	3	190,7	63,6	8	34,9	< 0,001
	Доза × час	9	1080,2	120	16	65,9	< 0,001
Тіаметоксам Трансформація азоту N-NH ₄	Доза	3	231,2	77,1	84	170,6	< 0,001
	Час	3	26	8,7	9	19,2	< 0,001
	Доза × час	9	47,7	5,3	6	11,7	< 0,001
Клотіанідин Трансформація азоту N-NO ₃	Доза	3	833,6	277,9	78	180,2	< 0,001
	Час	3	33,7	11,2	3	7,3	< 0,001
	Доза × час	9	570,7	63,4	18	41,1	< 0,001
Клотіанідин Трансформація азоту N-NH ₄	Доза	3	155,4	51,8	75	78,1	< 0,001
	Час	3	20,1	6,7	10	10,1	< 0,001
	Доза × час	9	87,5	9,7	14	14,7	< 0,001
Тіаклоприд Трансформація азоту N-NO ₃	Доза	3	1691,3	563,8	83	532,8	< 0,001
	Час	3	140,9	47	7	44,4	< 0,001
	Доза × час	9	642,6	71,4	10	67,5	< 0,001
Тіаклоприд Трансформація азоту N-NH ₄	Доза	3	336,8	112,3	67	145,4	< 0,001
	Час	3	137,9	46	27	59,5	< 0,001
	Доза × час	9	87,6	9,7	6	12,6	< 0,001
Хлорпірифос Трансформація азоту N-NO ₃	Доза	3	1908,4	636,1	77	168,1	< 0,001
	Час	3	204,2	68,1	8	18	< 0,001
	Доза × час	9	1078,9	119,9	14	31,7	< 0,001
Хлорпірифос Трансформація азоту N-NH ₄	Доза	3	527,4	263,7	77	350,3	< 0,001
	Час	3	154,3	51,4	15	68,3	< 0,001
	Доза × час	9	152,3	25,4	7	33,7	< 0,001

Процеси нітрифікації під час контамінації ґрунту досліджуваними інсектицидами в 1-но кратній, 5-ти кратній та 10-ти кратній дозах статистично достовірно уповільнювались до 28 днів експозиції (табл. 4). Вірогідно, це пояснюється стресовою або токсичною дією інсектицидів, що знижує популяцію нітратних бактерій [11, с. 14]. При більш тривалій експозиції до 58 днів вміст нітрат-аніонів в ґрунті знаходився на рівні контрольних зразків. Можливо, це свідчить про здатність мікробних популяцій виробляти резистентність до токсичної дії інсектицидів, поновлення проліферації і активності процесів нітрифікації до контрольного рівня [4, с. 9].

Дегідрогеназа – позаклітинний фермент, що бере участь на початкових етапах окислення органічних речовин при перенесенні електронів або водню від субстратів до акцепторів. Дегідрогеназна активність є індикатором мікробної окисної активності, яка характеризує ефективність процесів деградації органічної речовини та оцінки мікробіологічної активності у ґрунті [12, с. 45]. Досліджувані інсектициди суттєво значуще при $P < 0.001$ (табл. 5) впливали на дегідрогеназну активність ґрунту. Відмічено, що пригнічення ферментативної активності знаходилось у прямій залежності від збільшення тривалості інкубації та кратності дози досліджуваних

препаратів (рис. 6). Найменші значення показників активності дегідрогенази спостерігались на чотирнадцятий день після внесення інсектицидів та корелювали з дозою інсектициду. При більш тривалій експозиції активність незначно збільшувалась, що, можливо, свідчить про прояви резистентності мікробних угруповань до токсичної дії досліджуваних інсектицидів та відновлення біомаси мікроорганізмів в ґрунті.

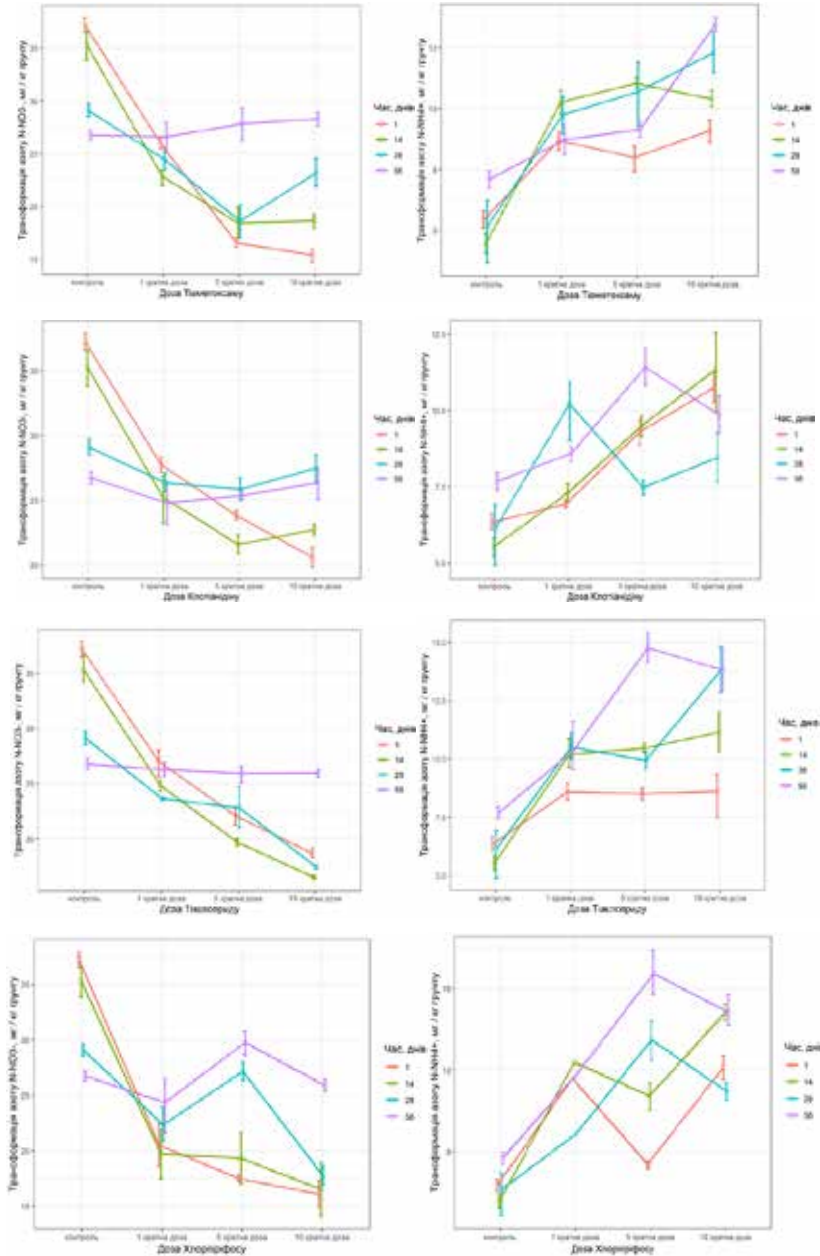


Рис. 5. Вплив різних доз інсектицидів на трансформацію азоту ґрунту в умовах зрошення

Таблиця 5

Дисперсійний аналіз (ANOVA) впливу дози та тривалості дії інсектицидів на дегідрогеназну активність ґрунту

Інсектицид	Джерело варіювання	Ступені свободи	Середнє	Відхилення	Відсоток варіювання (%)	F	p
Тіаметоксам	Доза	3	1090,1	363,4	78	637,1	< 0,001
	Час	3	205	68,3	15	119,8	< 0,001
	Доза × час	9	301,5	33,5	7	58,7	< 0,001
Клотіанідин	Доза	3	2033,3	677,8	78	2514,9	< 0,001
	Час	3	458,7	152,9	18	567,4	< 0,001
	Доза × час	9	318,8	35,4	4	131,4	< 0,001
Тіаклоприд	Доза	3	1301,3	433,8	81	261,2	< 0,001
	Час	3	214,8	71,6	13	43,1	< 0,001
	Доза × час	9	238,9	26,5	5	16	< 0,001
Хлорпірифос	Доза	3	1798,4	599,5	88	3378,5	< 0,001
	Час	3	139	46,3	7	261,2	< 0,001
	Доза × час	9	341,1	37,9	6	213,6	< 0,001

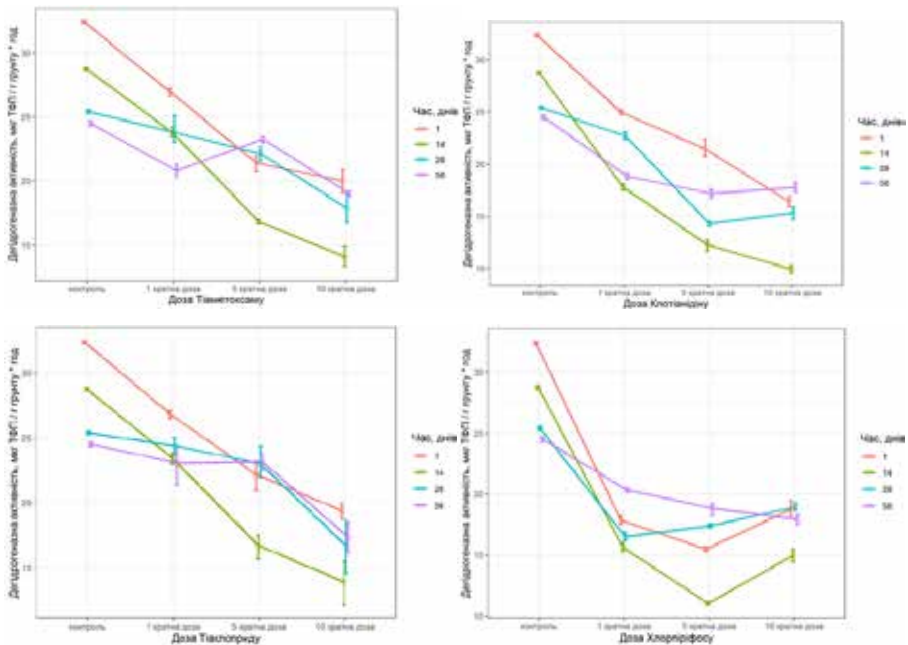


Рис. 6. Вплив різних доз інсектицидів на дегідрогеназну активність ґрунту в умовах зрошення

Висновки. Встановлено, що інсектициди навіть у рекомендованих нормах змінюють фізико-хімічні характеристики ґрунтової екосистеми. У результаті досліджень виявлено інгібуючу дію всіх досліджуваних препаратів на ґрунтове дихання, активність лужної фосфатази і дегідрогенази. Активність уреаз та кислій

фосфатази під час експозиції інсектицидів протягом 14 днів знижувалась, а при збільшенні тривалості дії препаратів незначно підвищувалась. Це може свідчити про утворення в бактеріальних угрупованнях ґрунту резистентних популяцій при більшій тривалості дії інсектицидів. Крім того, досліджувані неонікатиноїдні інсектициди в різних дозах викликали посилення процесів амоніфікації протягом 56 днів експозиції в порівнянні з контролем та уповільнювали нітрифікацію до 28 днів експозиції. Низька доза хлорпірифосу до 56 доби стимулювала збільшення утворення аміачного азоту в ґрунті, а підвищені дози викликали зменшення вмісту аміачного азоту протягом перших 14 днів експозиції і повільне збільшення при подовженні тривалості контамінації. Вірогідно, це пов'язане з токсичністю хлорпірифосу в підвищених дозах для мікроорганізмів. Таким чином, активність ферментів є важливим показником гомеостазу ґрунту під час визначення особливостей впливу інсектицидів на процеси життєдіяльності мікроорганізмів в умовах зрошення.

Подальші дослідження різних параметрів ґрунту, таких як зміни в угрупованнях мікроорганізмів, мікрофауни, ферментативної активності, хімічного складу, є важливими для оцінки токсичності та процесів біодеградації пестицидів в агро-екоценозах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Peng Zhang, Chao Ren, Hongwen Sun, Lujuan Min Sorption, desorption and degradation of neonicotinoids in four agricultural soils and their effects on soil microorganisms *Sci Total Environ.* 2018 Feb 15;615:59-69. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.09.097.
2. Feng Ge, Ling-Yan Zhou, Ying Wang, Yuan Ma, Shan Zhai, Zhong-Hua Liu, Yi-Jun Dai, Sheng Yuan Hydrolysis of the neonicotinoid insecticide thiacloprid by the N₂-fixing bacterium *Ensifer meliloti* CGMCC 7333 *International Biodeterioration & Biodegradation.* Volume 93, September 2014. Pages 10–17. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2014.05.001>.
3. Guangli Wang, Yanjiao Zhao, Hao Gao, Wenlong Yue, Minghua Xiong, Feng Li, Hui Zhang, Wei Ge Co-metabolic biodegradation of acetamiprid by *Pseudoxanthomonas* sp. AAP-7 isolated from a long-term acetamiprid-polluted soil. *Bioresource Technology.* Volume 150, December 2013, Pages 259–265. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2013.10.008>.
4. Effects on soil microbial community after exposure to neonicotinoid insecticides thiamethoxam and dinotefuran Bo Yu, Ziyu Chen, Xiaoxia Lu, Yuting Huang, Ying Zhou, Qi Zhang, Dan Wang, Jingyao Li. *Science of the Total Environment.* Volume 725, 10 July 2020, 138328. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138328>. P. 1–11.
5. Filimon, SO Voia, R Popescu, G Dumitrescu, LP Ciochina, M Mituletu et al The effect of some insecticides on soil microorganisms based on enzymatic and bacteriological analyses. *Romanian Biotechnological Letters.* 2015; 20 (3): 10439–10447.
6. Агрохімічний аналіз : підручник / М.М. Городній, А.П. Лісовал, А.В. Бикин та ін. / За ред. М.М. Городнього, 2-е видання. Київ : Арістей, 2005. 476 с.
7. Ashim Chowdhury Saswati Pradhan · Monidipta Saha · Nilanjan Sanyal Impact of pesticides on soil microbiological parameters and possible bioremediation strategies *Indian J. Microbiol.* (March 2008) 48:114–127 DOI: 10.1007/s12088-008-0011-8.
8. Baboo M, Pasayat M, Samal A, Kujur M, Maharana JK, Pate AK. Effect of four herbicides on soil organic carbon, microbial biomass – enzyme activity and microbial populations in agricultural soil. *IJREST.* 2013; 3(4):100–112 ISSN 2249–9695.
9. Pant HK, Warman PR. Enzymatic hydrolysis of soil organic phosphorus by immobilized phosphatases. *Boil. Fertil Soils.* 2000; 30: 306–311 DOI: 10.1007/s003740050008.

10. Звягинцев Д.Г. Биология почв : учебник для вузов. Москва : МГУ, 2005. 445 с.

11. T. L. Ataikiru, G. S. C. Okpokwasili and P. O. Okerentugba Impact of Pesticides on Microbial Diversity and Enzymes in Soil South Asian. *Journal of Research in Microbiology* 4(2): 1–16, 2019. DOI: 10.9734/SAJRM/2019/v4i230104.

12. Zhang C, Liu G, Xue S, Wang G. Soil bacterial community dynamics reflect changes in plant community and soil properties during the secondary succession of abandoned farmland in the Loess Plateau. *Soil Biol. Biochem.* 2016; 97: 40–49. URL : <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2016.02.013>.

УДК 631.95:633(477.54)

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.15>

ВИКОРИСТАННЯ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ ПОЛЬОВИХ КУЛЬТУР

Непран І.В. – к.с.-г.н., доцент кафедри екології та біотехнології,
Харківський національний аграрний університет імені В.В. Докучаєва

Романова Т.А. – к.с.-г.н., доцент кафедри агрохімії,
Харківський національний аграрний університет імені В.В. Докучаєва

Романов О.В. – к.с.-г.н., доцент кафедри плодоовочівництва та зберігання,
Харківський національний аграрний університет імені В.В. Докучаєва

Сидерація є важливим складником органічної системи землеробства. Зелене добриво є доступним, постійно відновлюваним джерелом органічної речовини. Загортання в ґрунт 20–30 т/га зеленої маси сидератів забезпечує ефект, рівноцінний внесенню аналогічної кількості гною. При цьому витрати енергії на вирощування сидеральної культури зменшуються в 2,5 рази. Тому особливого значення задля ефективності сівозмін і підтримання родючості ґрунту набувають сидеральні культури. Обираючи ту чи іншу сидеральну культуру, потрібно враховувати кліматичні, ґрунтові та організаційно-економічні умови господарства.

Досліджено, що великим резервом дешевих органічних добрив є вирощування сидеральних культур, зелену масу яких приорюють. В умовах ФГ «Вишневий сад» Куп'янського району Харківської області встановлено ефективність сидерального пару для ярого ячменю, а також вплив сидерації на урожайність озимої пшениці сортів Подільянка і Смуглянка. Одержано додатковий урожай продукції 8,6–10,2%. Визначено вміст білка в зерні озимої пшениці. Показано позитивний вплив сидерального пару в екологічно безпечній технології вирощування озимої пшениці на вміст білка (в середньому на 0,8–0,9%). Встановлено позитивний вплив одного з елементів технології вирощування озимої пшениці – сидерації – на технологічні якості продукції.

Передбачено впровадження в екологічно безпечні технології сертифікованих господарств Харківської області та ФГ «Вишневий сад» Куп'янського району Харківської області сидератів, підвищення норм внесення гною, які забезпечують бездефіцитний баланс гумусу, використання комбінованої системи обробки ґрунту, перехід на біологічні методи захисту рослин.

Ключові слова: екологізація, екологічно безпечна продукція, органічне виробництво, сидерати, сорт, польові культури, екологічно безпечна технологія.

Nepran I.V., Romanova T.A., Romanov O.V. The use of ecologically safe technologies of cultivation of field crops

The current ecological situation in a number of countries has begun to cause alarm, which has led to the emergence of the movement for organic farming, one of the examples of environmentally friendly technologies for growing crops. Greening is a component of the organic system

of agriculture. Green manure is an affordable, constantly renewable source of organic matter. Plowing 20–30 t / ha of green mass of green manures in the soil provides an effect equivalent to applying a similar amount of manure. At the same time, energy costs for growing green manure are 2.5 times lower. Therefore, green manure crops are of special importance for the efficiency of crop rotations and maintaining soil fertility. When choosing a green crop, it is necessary to take into account the climatic, soil and organizational and economic conditions of the farm.

The study shows that a large reserve of cheap valuable organic fertilizers is the cultivation of green manure crops, the green mass of which is plowed in. Under the conditions of Vyshnevyi sad farm in Kupyansk district, Kharkiv region, the efficiency of green manure for the following crops, specifically spring barley, has been established. The influence of greening on the yield of winter wheat varieties Podolyanka and Smuglyanka was established. An additional yield of 8.6–10.2% was obtained. The protein content in winter wheat grain was determined. The positive effect of green manure in ecologically safe technology of winter wheat cultivation on protein content by 0.8–0.9% is shown. The positive influence of one of the elements in the technology of growing winter wheat greening on the technological qualities of products has been established.

The introduction of green manure in ecologically safe technologies in certified farms of Kharkiv region and Vyshnevyi sad farm in Kupyansk district, Kharkiv region, is envisaged.

Key words: *greening, ecologically safe production, organic production, greens, variety, field crops, ecologically safe technology.*

Постановка проблеми. Науково-технічний прогрес у сільському господарстві нині досяг такого рівня, коли кожен фахівець-аграрій має володіти не лише сукупністю спеціальних сільськогосподарських і фітобіологічних знань, а й мати високий рівень екологічної освіти. Без цього неможливо раціонально використовувати природні ресурси на селі та успішно вирішувати проблеми охорони довкілля [1].

Сучасне суспільство характеризується трансформацією вимог до системи виробництва, особливо аграрного, зміщенням вектора забезпечення соціально-екологічних складників останнього. Тенденції розвитку аграрного сектора України свідчать про наявність значного нереалізованого потенціалу, який в умовах інтенсивного виробництва не враховує екологічного та соціального складника. Ця вимога може бути забезпечена за умови розвитку в аграрному секторі органічного виробництва. Крім того, передумовою розвитку органічного виробництва в аграрному секторі є необхідність забезпечення населення країни якісним продовольством, що надасть змогу реалізувати концепцію стійкого розвитку не лише аграрного сектора, а й усієї економіки країни, збалансує екологічні, соціальні, економічні, культурні, національні складники тощо. Нині недостатність наукових основ організації органічного виробництва в аграрному секторі призводить до відсутності розуміння особливостей цього виду виробництва, до повільного розвитку ринку органічної сільськогосподарської продукції. Фрагментарність досліджень із стимулювання попиту на органічну сільськогосподарську продукцію перешкоджає розвитку вітчизняного ринку, що, в свою чергу, переорієнтовує її виробників на європейського споживача. Це обумовлює необхідність подальших системних досліджень основних елементів ринку органічної сільськогосподарської продукції [2; 3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження екологічного складника органічного виробництва в аграрному секторі започатковано в працях представників української школи: С. Подолинського, В. Вернадського та продовжені І. Овсинським, М. Руденком, В. Кисілем, С. Антонцем та іншими. Нині екологічні проблеми землеробства досліджуються такими науковцями, як В. Горшар, О. Конопльов, В. Мазур, Ю. Манько, С. Паламарчук, І. Примак [4].

З урахуванням вищезазначеного та сільськогосподарської спеціалізації України, постає актуальна проблема створення комплексного теоретичного базису органічного виробництва в аграрному секторі, якому присвячено дослідження

С. Беґея, Н. Зіновчука, М. Кобця, О. Корніцької, В. Пиндуса, В. Рекуненка, О. Скидана, П. Стецишина, О. Ходаківської, М. Шикіули, І. Шувара, В. Гамаюнової, В. Писаренка, П. Писаренка [5].

Нині в господарстві ПП «Агроекологія» створено унікальну систему землеробства, складником якої є застосування сидеральних культур, що збагачують ґрунт органікою. Для сидерації використовують бобові культури, в тому числі багаторічний і однорічний люпини, буркун, еспарцет, а з небобових – озимий і ярий ріпак, жито, редька олійна, гірчиця, фацелія. Щодо ефективності сидератів, то за проміжних посівів вона в середньому еквівалентна 30–40 т гною. Сидерати за своєю ефективністю прирівнюються до напівперепрілого гною з коефіцієнтом 1,5 [6; 7; 9].

У разі застосування заходів біологізації землеробства норму внесення органічних добрив на бездефіцитний баланс гумусу можна перевершити в 2–3 рази. Це є шляхом виходу на розширене відтворення родючості ґрунтів, на дотримання землеробського закону повернення елементів живлення за рахунок органічних добрив [8].

Мета дослідження – визначення сутності та наукових підходів щодо особливостей упровадження екологічно чистого виробництва за рахунок застосування сидерації у системі екологічного землеробства Харківської області.

Постановка завдання. Удосконалено систему аграрного виробництва в сільськогосподарських підприємствах Харківської області та вивчено порівняльну оцінку однорічних сільськогосподарських культур (суміші вівса, гороху, гречки, гірчиці) в якості сидератів, що впливають на врожайність наступних культур в ФГ «Вишневий сад» Куп'янського району Харківської області.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися такі завдання: 1) дослідити врожайність озимої пшениці сортів Подолянка і Смуглянка залежно від використання екологічно безпечних технологій вирощування; 2) визначити врожайність ячменю залежно від застосування в технології вирощування сидерального пару в ФГ «Вишневий сад» Куп'янського району Харківської області; 3) з'ясувати вміст і якість клейковини в зерні озимої пшениці залежно від застосування в технології вирощування сидерального пару; 4) визначити вміст білка в насінні озимої пшениці залежно від застосування в технології вирощування сидерального пару.

Об'єкт дослідження – процеси формування врожайності польових культур в умовах Харківської області. Предмет дослідження – польові культури, що вирощуються в сертифікованих сільськогосподарських підприємствах, а також сорти озимої пшениці Подолянка і Смуглянка; сорти ярого ячменю Сталкер і Юкатан в ФГ «Вишневий сад» Куп'янського району Харківської області; сидеральний пар, органічні добрива.

Методологічною основою дослідження є системно-екологічний підхід, за яким відбувається врахування всієї сукупності екологічних аспектів, їхніх системних властивостей та екологічних характеристик досліджуваних систем, а також особливостей спеціальних методів і процедур, що використовуються для їхнього дослідження.

Закладення дослідів, спостереження, обліки та добір зразків проводили згідно з методикою польового дослідження Б. Доспехова [10]. Облік урожаю проводили згідно з методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур [11]. Вміст білка в насінні озимої пшениці та якість клейковини визначали в ТОВ Куп'янському ХПП за методикою З. Грицаєнко [12].

Виклад основного матеріалу досліджень. У ФГ «Вишневий сад» Куп'янського району Харківської області проведено визначення впливу сидерації на

урожайність озимої пшениці сортів Подолянка і Смуглянка. (табл. 1). Більшу врожайність одержали за використання сорту Смуглянка; різниця між контрольним і дослідним варіантами також є більшою саме за цим сортом. У варіанті, де застосували сидеральний пар під сорт пшениці Подолянка, одержали урожайність 474,5 г/м², тоді як на контролі урожайність склала 430,4 г/м², що на 44,1 г або 10,2% більше. Врожайність сорту Смуглянка на дослідному варіанті становить 583,1 г/м², на контролі – 536,7 г/м². Прибавка врожаю становить 46,4 г/м² (8,6%).

Таблиця 1

**Урожайність озимої пшениці залежно від застосування
в технології вирощування сидерального пару в ФГ «Вишневий сад»
Куп'янського району Харківської області**

Варіант	Сорт	Урожайність, г/м ²				Прибавка	
		I	II	III	середнє	г/м ²	%
Контроль	Подолянка	428,4	435,1	427,7	430,4		
Сидеральний пар	Подолянка	481,7	471,9	469,9	474,5	44,1	10,2
Контроль	Смуглянка	530,4	531,0	548,7	536,7		
Сидеральний пар	Смуглянка	579,9	576,0	593,4	583,1	46,4	8,6

Дослідженням встановлено позитивний вплив сидерального пару і на інші культури. В господарстві ярий ячмінь сортів Сталкер та Юкатан вирощували після озимої пшениці, попередником якої була саме озима пшениця (це було вибрано нами як контроль), а також після озимої пшениці, попередником якої був сидеральний пар. Встановлено позитивний вплив сидерації на врожайність ярого ячменю обох випробуваних сортів (табл. 2).

Таблиця 2

**Урожайність ячменю залежно від застосування в технології
вирощування сидерального пару в ФГ «Вишневий сад»
Куп'янського району Харківської області**

Варіант (попередник)	Сорт	Урожайність, г/м ²				Прибавка	
		I	II	III	середнє	г/м ²	%
1	2	3	4	5	6	7	8
Ячмінь сорту Сталкер							
Контроль, (після озимої пшениці)	Смуглянка	260,4	249,3	247,2	252,3	–	–
Озима пшениця після сидерального пару	Смуглянка	274,7	270,0	280,3	275,0	22,7	9,0
Контроль, (після озимої пшениці)	Подолянка	240,7	263,9	246,4	250,3	–	–
Озима пшениця після сидерального пару	Подолянка	265,3	280,4	269,1	271,6	21,3	8,5
Ячмінь сорту Юкатан							
Контроль, (після озимої пшениці)	Смуглянка	267,9	280,1	266,2	271,4	–	–

Закінчення таблиці 2

1	2	3	4	5	6	7	8
Озима пшениця після сидерального пару	Смуглянка	287,7	300,4	306,2	298,1	26,7	9,8
Контроль, (після озимої пшениці)	Подольанка	270,2	275,3	262,7	269,4	–	–
Озима пшениця після сидерального пару	Подольанка	259,8	299,9	279,7	291,8	22,4	8,3

Урожайність ярого ячменю Сталкер і Юкатан більша на варіанті, де була попередником озима пшениця сорту Смуглянка, посіяна по сидеральному пару. За сортом Сталкер урожайність становить 275,0 г/м² на дослідному варіанті, що на 22,7 г/м² більше контрольного. За сортом Юкатан урожайність на варіанті, де сіяли озиму пшеницю сорту Смуглянка по сидеральному пару, становить 298,1 г/м², тоді як урожайність на варіанті, де сіяли озиму пшеницю по озимій пшениці, становить 271,4 г/м². Прибавка врожаю складає 26,7 г/м² (9,8%). Додатковий прибуток на дослідному варіанті за сортом Сталкер, де попередником слугувала озима пшениця сорту Подольанка, становить 19,3 г або 7,6%, за сортом Юкатан 22,4 г або 7,5%.

Таким чином, значним резервом дешевих цінних органічних добрив є вирощування сидеральних культур, зелену масу яких приорюють. В умовах фермерського господарства «Вишневий сад» Куп'янського району Харківської області встановлена ефективність сидерального пару на вирощуванні культури.

Під час вирощування зерна озимої пшениці його якість має не менш важливе значення, ніж врожай. В умовах Куп'янського комбінату хлібопродуктів визначено технологічні якості насіння озимої пшениці сортів Подольанка і Смуглянка (табл. 3).

Таблиця 3

Вміст і якість клейковини в зерні озимої пшениці залежно від застосування в технології вирощування сидерального пару в ФГ «Вишневий сад» Куп'янського району Харківської області

Варіант	Натура		Вміст клейковини		Група клейковини	Одиниць приладу ВДК в діапазоні 45-100(УДК)
	г/л	до контролю	%	до контролю		
Сорт озимої пшениці Подольанка						
Контроль	715	–	27,2	–	II	88
Сидеральний пар	729	14	28,6	1,4	II	88
Сорт озимої пшениці Смуглянка						
Контроль	739	–	29,8	–	I	90
Сидеральний пар	768	29	31,5	1,7	I	90

Встановлено, що на показники технологічної якості впливають не тільки погодні умови року, але й застосування сидеральних парів. Так, вміст клейковини в зерні сорту озимої пшениці Подольанка на 1,4% більший на дослідному варіанті.

Застосування сидерального пару під час вирощування озимої пшениці сорту Смоглянка дало можливість збільшити натуру зерна і вміст клейковини на 1,7%. Сорт Смоглянка відрізняється вищою групою клейковини.

В умовах ТОВ Куп'янського ХПП визначено вміст білка в зерні озимої пшениці (табл. 4).

Таблиця 4

Вміст і збір білка в зерні озимої пшениці залежно від застосування в технології вирощування сидерального пару в ФГ «Вишневий сад» Куп'янського району Харківської області

Варіанти	Вміст білка		Збір білка	
	%	± до контролю	кг/га	± до контролю
Сорт озимої пшениці Подолянка				
Контроль	14,1	–	606,3	–
Сидеральний пар	14,9	0,8	706,2	99,9
Сорт озимої пшениці Смоглянка				
Контроль	13,4	–	719,6	–
Сидеральний пар	14,3	0,9	833,7	114,1

Показники таблиці 4 свідчать про позитивний вплив сидерального пару на вміст білка; збільшення врожайності на дослідних варіантах призводить до додаткового отримання його збору з 1 га в ФГ «Вишневий сад».

Отже, задля одержання високоякісного зерна в сучасних технологіях під час вирощування озимої пшениці необхідно застосовувати сидерати – ефективні природні добрива.

Висновки і пропозиції. Досліджено, що великим резервом дешевих цінних органічних добрив є вирощування сидеральних культур, зелену масу яких приносять. В умовах ФГ «Вишневий сад» Куп'янського району Харківської області встановлена ефективність сидерального пару під час вирощування ярого ячменю. Визначено вміст білка в зерні озимої пшениці. Показано позитивний вплив сидерального пару на вміст білка (на 0,8–0,9%) під час застосування екологічно безпечної технології вирощування озимої пшениці. Збільшення врожайності на дослідних варіантах призводить до додаткового отримання зерна з одного гектара на рівні 99,9–114,1 кг/га. Встановлено позитивний вплив одного з елементів у технології вирощування озимої пшениці – сидерації – на технологічні якості продукції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Паламарчук В. Д., Поліщук І. С., Каленьська С. М., Єрмакова Л. М. Біологія та екологія сільськогосподарських рослин. Вінниця, 2013. 636 с.
2. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур: підручник. 5-те вид., виправ., допов, Львів : НВФ «Українські технології», 2020, 806 с.
3. Паламарчук В. Д., Климчук О.В., Поліщук І.С., Колісник О. М., Борівський А.Ф. Еколого-біологічні та технологічні принципи вирощування польових культур. Вінниця, 2010. 636 с.
4. Антоненко С. С., Антоненко А. С., Писаренко В. М. Органічне землеробство: з досвіду ПП «Агроєкологія» Шишацького району Полтавської області. Практичні рекомендації. Полтава : РВВ ПДАА, 2010. 200 с.

5. Методичні рекомендації з основ органічного землеробства для фермерів (досвід ПП Агроєкологія). Полтава, 2013. 62 с.
6. Рекомендации по органическому полеводству / под ред. Горловой Е.В. Донецк : Ассоциация органического земледелия и садоводства, 2007. 84 с.
7. Писаренко В. М., Антоненць А. С., Писаренко П. В. Система органічного землеробства агроєколога Семена Антонця. Полтава, 2017. 124 с.
8. Стецишин П. О., Пиндус В. В., Рекуненко В. В. Основи органічного виробництва. Вінниця : Нова книга, 2011. 552 с.
9. Антоненць С. С., Антоненць А. С., Писаренко В. М. Сидеральні культури. Полтава : Сімон, 2011. 51 с.
10. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) Москва : Агропромиздат, 1985. 351 с.
11. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур. Вип. 2. Київ, 2001. 254 с.
12. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методика біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. Київ : ЗАТ Мічлава, 2003. 320с.
13. Каленська С.М., Єрмакова Л. М., Паламарчук В. Д. та ін. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві. Вінниця : Рогальська І.О., 2015. 448 с.
14. Паламарчук В.Д., Поліщук В.С., Мазур А, Паламарчук О.Д. Новітні агро-технології в рослинництві : підручник. Вінниця : 2017. 602 с.

УДК 551.5:633/635:631.95

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.16>

РЕАКЦІЯ РОСЛИН НА РІСТ КОНЦЕНТРАЦІЇ CO₂ В АТМОСФЕРІ

Нетіс І.Т. – д.с.-г.н., старший науковий співробітник

Онуфран Л.І. – к.с.-г.н., старший науковий співробітник

відділу рослинництва та неполивного землеробства,

Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

Нетіс В.І. – к.с.-г.н., старший науковий співробітник

відділу біотехнології, овочевих культур та картоплі,

Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

У статті викладено результати огляду вітчизняних і зарубіжних наукових праць із питання реакції C₃ і C₄ рослин на ріст концентрації CO₂ в атмосфері. Наведено також результати дослідження інтенсивності асиміляції CO₂ рослинами пшениці озимої залежно від вологозабезпеченості, фону живлення та їхнього комплексного впливу на цей процес.

Зазначається, що існуючого нині вмісту CO₂ в атмосфері (300–380 ррт) недостатньо для реалізації потенціалу фотосинтезу й продуктивності C₃ і C₄ рослин. Ріст концентрації вуглекислоти в атмосфері до значення насиченості підвищує інтенсивність фотосинтезу рослин на 20–50%, покращує ріст надземної маси й кореневої системи, збільшує продуктивність рослин на 20–40% і більше. У C₃ рослин інтенсивність фотосинтезу та продуктивність досягають максимуму за концентрації CO₂ у повітрі 1000–1200 ррт, у C₄ рослин – за 400 ррт, а надмірний вміст CO₂ гальмує фотосинтез і ростові процеси.

У разі підвищення концентрації CO₂ у повітрі в рослин змінюються не тільки швидкість фотосинтезу, але й температурний та світловий оптимуми. При цьому температурний оптимум фотосинтезу зміщується в бік більш високих значень на 5–10 °С. Крім цього, з підвищенням вмісту CO₂ рослини ефективніше використовують воду, поживні речовини

та сонячну енергію ФАР. Ріст концентрації CO_2 в атмосфері нині не несе загрози для рослин, він є позитивним фактором впливу на врожайність агроценозів, оскільки за вказаних умов рослини набувають більшої стійкості до посухи й високих температур та ефективніше використовують воду, поживні речовини, сонячну енергію, що дає змогу одержувати високопродуктивні посіви в умовах потепління клімату. Пропонується враховувати «удобрювальний ефект CO_2 » у виробництві задля підвищення врожайності агроценозів.

Ключові слова: клімат, вуглекислий газ, рослини, фотосинтез, урожайність.

Netis I.T., Onufran L.I., Netis V.I. The reaction of plants to the growth of CO_2 concentration in the atmosphere

The article presents the results of a review of domestic and foreign scientific papers on the response of C_3 and C_4 of plants to an increase in the concentration of CO_2 in the atmosphere. The results of the study of the intensity of CO_2 assimilation by plants of winter wheat depending on the moisture supply and nutrition background and their complex influence on this process are also presented.

It is noted that the current content of CO_2 in the atmosphere (300–380 ppm) is not enough to realize the potential of photosynthesis and productivity of C_3 and C_4 of plants. Increasing the concentration of carbon dioxide in the atmosphere, to saturating, increases the intensity of photosynthesis of plants by 20–50%, improves the growth of the aboveground mass and root system and increases plant productivity by 20–40% or more. In C_3 of plants, the intensity of photosynthesis and productivity reach a maximum at concentrations of CO_2 in the air of 1000–1200 ppm, in C_4 of plants – at 400 ppm, and excessive CO_2 content inhibits photosynthesis and growth processes. With increasing CO_2 concentration in the air in plants change not only the rate of photosynthesis, but also temperature and light optimums. At the same time, the temperature optimum of photosynthesis is shifted towards higher values by 5–10 °C. In addition, as the CO_2 content of plants increases, they use water, nutrients and solar energy more efficiently. The increase in the concentration of CO_2 in the atmosphere at this stage does not pose a threat to plants, but is a positive factor influencing the yield of agroecosystems, because under these conditions plants become more resistant to drought, high temperatures and more efficiently use water, nutrients, solar energy, which allows for the formation of highly productive crops in global warming. It is proposed to take into account the 'fertilizing effect of CO_2 ' in production to increase the yield of agroecosystems.

Key words: climate, carbon dioxide, plants, photosynthesis, yield.

Постановка проблеми. На нашій планеті відбувається глобальне потепління клімату, що загрожує людству дуже негативними наслідками. Вважається, що однією з головних причин цього явища є збільшення в атмосфері вуглекислого газу (CO_2), який сприяє нагріванню атмосфери за типом «парникового ефекту». Науковці та світова громадськість вважають це однією з ключових проблем сьогодення і спрямовують значні зусилля задля зменшення викидів відпрацьованих газів в атмосферу. Проте концентрація CO_2 в атмосфері й температура повітря продовжують зростати. Тому зусилля науковців направлені на вивчення впливу росту концентрації CO_2 на зміни клімату та зменшення негативних наслідків, тоді як вплив його на рослинний і тваринний світ залишається без належної уваги.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відомо, що CO_2 разом із світлом і водою бере участь у процесі фотосинтезу рослин, під час якого синтезуються асимілянти, що витрачаються на ріст рослин і формування врожаю. Проте в Україні вплив зростання концентрації CO_2 в атмосфері на рослини та їхню продуктивність практично не досліджені, наукова інформація з цього питання вкрай обмежена. Невідомо також, чи є негативна реакція рослин на ріст концентрації CO_2 в повітрі та в чому вона проявляється. Особливий інтерес викликає вплив зростання вмісту вуглекислого газу на врожайність сільськогосподарських культур з погляду на продовольчу безпеку в майбутньому. Тому вивчення цього питання є досить актуальним.

Постановка завдання. Мета дослідження – складання огляду наукових праць та сучасних знань із питання реакції C_3 і C_4 рослин на ріст концентрації CO_2 в атмосфері та дослідження інтенсивності асиміляції CO_2 рослинами пшениці

озимої залежно від вологозабезпеченості, фону живлення та їхнього комплексного впливу.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідження проведено на пшениці озимій в умовах зрошення і без нього та на двох фонах живлення – без добрив і на фоні $N_{120}P_{30}$. Інтенсивність асиміляції CO_2 рослинами пшениці визначали за методикою Бабушкіна, використовуючи прищепки на листки. Пошук та аналітичну обробку наукових праць проведено з питання впливу концентрації CO_2 на рослини та їхню продуктивність.

Вивчаючи вказану проблему, більшість науковців дійшли висновку, що такої концентрації CO_2 в атмосфері, яка існує нині (300–380 ppm, або 0,03–0,038%), недостатньо для реалізації потенціалу фотосинтезу C_3 і C_4 рослин [1, с. 293; 2]. Культурним рослинам з їхньою високою продуктивністю CO_2 завжди не вистачає, а влітку, в жаркий та безвітряний день у посівах створюється гострий дефіцит вуглекислого газу, що сильно гальмує або призупиняє фотосинтез рослин [3, с. 283].

Численні наукові публікації свідчать, що з ростом концентрації CO_2 в повітрі підвищується інтенсивність фотосинтезу рослин, прискорюється їхній ріст і збільшується продуктивність, а надмірний вміст CO_2 гальмує фотосинтез та ростові процеси [1, с. 292; 2; 4].

Концентрація вуглекислоти, що насичує фотосинтез, у різних рослин різна – від 600 до 4000 ppm [1, с. 292]. При цьому в C_3 рослин (пшениця, ячмінь, рис) максимум інтенсивності фотосинтезу настає за концентрації CO_2 1000–1200 ppm (0,1–0,12%), а в C_4 рослин – (кукурудза, сорго, просо) – швидкість фотосинтезу слабко зростає вже за концентрації CO_2 400 ppm, тому за існуючого вмісту CO_2 в повітрі їхній фотосинтез майже досягає оптимуму [2; 4].

В експериментах із різними рослинами встановлено, що за підвищення концентрації CO_2 в повітрі до 550–600 ppm у всіх культур зростає інтенсивність фотосинтезу: у сої – на 23% [5], у цукрового буряку – в два рази [3, с. 284], у соняшнику – на 50% [6, с. 645], у кукурудзи – на 15% [4]. Така реакція рослин обумовлена природою біохімічного процесу фотосинтезу, тому науково цілком аргументована.

У свою чергу, висока інтенсивність фотосинтезу збільшує ріст біомаси й кореневої системи рослин та їхню продуктивність [7; 8; 9]. Експериментально встановлено, що збагачення повітря вуглекислим газом на 300 ppm призводить до росту врожайності C_3 рослин у середньому на 49%, у C_4 рослин – на 20% (у тому числі ячменю – на 66%, пшениці – 43, кукурудзи – 22, сої – 46, гороху – 31, ріпаку – 62, картоплі – 35, томату – 20, рису – 37%) [7]. У дерев прирости біомаси ще більші – до 50–80% [4]. Отже, найбільше реагують на збагачення вуглекислотою C_3 рослини.

У дослідях із пшеницею озимою встановлено, що підвищення концентрації CO_2 в повітрі з 372 до 600 ppm збільшує врожайність її зерна на 26% за рахунок збільшення надземної біомаси та кількості зерен у колосі. Урожайність зростала з підвищенням концентрації CO_2 до 600 ppm, а збільшення її до 750 ppm майже не сприяло подальшому росту врожаю [9]. За іншими даними, найвищу врожайність (+37%) пшениця забезпечувала за концентрації CO_2 890 ppm [10].

Виявлено також, що сорти пшениці по-різному реагують на CO_2 . За підвищення його концентрації врожайність сортів зростає на 24–53%, що пояснюється різною інтенсивністю асиміляції CO_2 цих сортів [11]. Отже, важливо мати сорти з високою асиміляцією вуглекислого газу.

Слід відмітити, що більший приріст врожаю пшениці озимої від збагачення CO_2 формується на посівах із нижчою вологістю ґрунту. Під час поливів урожайність

її зерна від росту CO_2 збільшувалася на 10%, а без поливів – на 44% [12]. Ці дані підтверджуються багатьма іншими дослідженнями [11; 13; 14,]. Всі вони відмічають, що збільшення концентрації CO_2 в атмосфері пом'якшує вплив літньої посухи на врожайність агроценозів. Проте є свідчення, що за підвищеного вмісту CO_2 погіршується якість зерна пшениці – зменшується вміст білку та незамінних амінокислот, що знижує його поживну цінність [15].

У дослідях із соянишником підвищення концентрації CO_2 в повітрі з 370 до 550 ppm сприяло збільшенню врожайності насіння на 35–46%, при цьому зростав вміст олії у насінні [16]. Полив цукрового буряку водою, газованою вуглекислотою, порівняно з поливами звичайною водою сприяв зростанню врожаю коренів на 46% [17, с. 85].

Уже давно відома висока ефективність «підживлення» вуглекислотою овочевих культур в теплицях. Установлено, що за збільшення в теплиці концентрації CO_2 покращується ріст і розвиток рослин, формування плодів, унаслідок чого збільшується урожайність на 30% і більше [18]. Цей спосіб набув значного поширення і на практиці підтверджує позитивний вплив росту концентрації CO_2 в повітрі на продуктивність рослин.

Наведені вище дані свідчать, що ріст концентрації CO_2 в атмосфері на цьому етапі не несе загрози для рослин, а є позитивним фактором впливу на них, оскільки збільшує інтенсивність фотосинтезу та врожайність агроценозів на 20–40% і більше, без додаткових витрат на мінеральне живлення, зрошення і захист рослин. Негативна реакція рослин настає лише за вмісту CO_2 , вище насичуючої фотосинтез. А до цього ріст CO_2 в атмосфері супроводжується ростом урожайності рослин. Отже, чітко проявляється «удобрювальний ефект CO_2 », який слід враховувати у виробництві.

У літературі є свідчення, що за підвищення вмісту CO_2 в повітрі в рослин змінюються не тільки швидкість фотосинтезу, але й температурний та світловий оптимуми як адаптивна реакція на зміну умов навколишнього середовища [2; 3]. Так, підвищення концентрації CO_2 в повітрі до насичуючої позначки зміщує температурний оптимум фотосинтезу в бік більш високих значень на 5–10 °C та здійснює ефективний фотосинтез за високої інтенсивності світла [3]. Це означає, що в умовах підвищеної концентрації CO_2 фотосинтез може мати високий рівень навіть за температури 30–35°.

Дуже важливим є й те, що з підвищенням вмісту CO_2 знижується інтенсивність транспірації, рослини ефективніше використовують воду майже на 30% [13; 14; 19], поживні речовини [4], сонячну енергію (ФАР) [5; 12]. Підвищений рівень CO_2 більше стимулює приріст підземної маси рослин, ніж надземної [20]. Збільшується також ріст бульбочок на коренях бобових культур та їхня азотфіксація, що покращує азотне живлення наступних культур. На рослинах сої формується більша кількість стручків (на 54,8–122,4%) [7; 21].

Ці дані також підтверджують, що збільшення концентрації CO_2 в повітрі є позитивним для рослин, оскільки за вказаних умов вони набувають більшої стійкості до посухи і високих температур, ефективніше витрачають воду, поживні речовини та сонячну енергію, що має велике значення для формування високої врожайності агроценозів в умовах глобального потепління та зростаючої аридизації території.

В останні роки концентрація CO_2 в атмосфері зростає і є сприятливою для формування високих урожаїв сільськогосподарських культур. Як свідчать наведені вище дані, за таких умов урожайність агроценозів може підвищитися на 20–30% й зростатиме до насичуючої фотосинтез концентрації CO_2 . Паралельно з цим зростатиме й ефективність землекористування.

Проте важливо мати не тільки високий вміст CO_2 в повітрі, але й високу асиміляцію його рослинами. В посушливих умовах півдня України основним фактором, який впливає на асиміляцію CO_2 та продуктивність рослин, є забезпеченість їх водою. Встановлено, що посуха призводить до зниження асиміляції CO_2 пшениці озимої на 36–61 % [22, с. 373]. Після поливів пшениці засвоєння вуглекислоти рослинами збільшується в 1,5 рази порівняно з посівами без зрошення [23, с. 393].

Проведені нами дослідження на пшениці показали, що дефіцит вологи призводить до зменшення поглинання CO_2 , до значної депресії фотосинтезу рослин. Це обумовлено тим, що в умовах посухи прорихи листків звужуються, надходження CO_2 в листя зменшується, що й гальмує фотосинтез. У середньому за три роки досліджень рослини пшениці без зрошення засвоювали 17,8–20,6 мг $\text{CO}_2/\text{дм}^2$ год., тоді як під час зрошення асиміляція CO_2 збільшувалася до 23,7–31,8 мг $\text{CO}_2/\text{дм}^2$ год. (табл.1).

Таблиця 1

Асиміляція CO_2 рослинами пшениці озимої за різних умов вологозабезпеченості й живлення, мг $\text{CO}_2/\text{дм}^2$ год

Фаза розвитку	Без зрошення		Під час зрошення	
	Без добрив	$\text{N}_{120}\text{P}_{30}$	Без добрив	$\text{N}_{120}\text{P}_{30}$
Трубкування	22,7	26,1	24,7	27,5
Колосіння	24,4	24,7	26,0	34,3
Налив зерна	24,8	25,1	30,4	44,1
Молочна стиглість	12,5	15,4	27,2	28,6
Початок воскової ст.	4,8	11,6	10,3	24,4
Середнє за вегетацію	17,8	20,6	23,7	31,8

При цьому вплив зрошення на поглинання CO_2 значно зростає на фоні добрив, а вплив добрив зростає на фоні зрошення. Так, поливи без добрив збільшували поглинання CO_2 на 33,1 %, а в поєднанні з добривами – на 54,4 %, що підвищувало врожайність пшениці на 48,8 %. Поглинання CO_2 гальмується тоді, коли інший фактор – вода, живлення стає обмежувачим.

Статистичний аналіз даних показав, що між інтенсивністю асиміляції CO_2 та врожайністю пшениці озимої існує тісний кореляційний зв'язок. Чим вища асиміляція CO_2 , тим вищий формується врожай. Коефіцієнт кореляції між цими показниками становить 0,75–0,92. Отже, збільшення поглинання вуглекислоти рослинами є суттєвим фактором підвищення врожайності агроценозів.

Нині досить важко пояснити той факт, що за меншої кількості опадів та вищої температури повітря в останні 10 років валовий збір зерна в Україні не зменшився, а збільшився майже вдвічі – з 35–40 млн. тонн (у 1972–2010 рр.) до 60–74 млн. (у 2011–2020 рр.) за майже однакової площі посівів. Пояснюється це покращенням технології вирощування зернових культур, збільшенням площі посівів кукурудзи, новими сортами тощо. Але цього явно недостатньо для подвоєння збору зерна за гірших погодних умов. Враховуючи викладені вище наукові дані, безсумнівно, що однією з причин такого високого збору зерна в останні роки є зміна клімату і, передусім, підвищення концентрації CO_2 в атмосфері. Розміри цього впливу оцінити досить складно, але й ігнорувати не можна, оскільки наведені вище наукові дані чітко свідчать про існування «удобрювального ефекту CO_2 ».

У посівах польових культур збагачувати повітря вуглекислим газом задля підвищення врожайності агроценозів складно, але можливо. Відомо, що основним джерелом CO₂ є ґрунт та рослинні рештки. Надземний шар повітря постійно збагачується вуглекислим газом завдяки діяльності ґрунтових мікроорганізмів. Ґрунти, багаті на гумус, виділяють щодня значно більше CO₂, ніж мало гумусні, піщані тощо. Тому слід покращувати властивості ґрунтів шляхом внесення гною, подрібненої соломи, стебел кукурудзи, використання сидератів та No-till системи землеробства, яка покращує ґрунти. На величину виділення CO₂ з ґрунту значно впливає волога, мінеральне живлення, температура. Проте не менш важливо створювати умови для високої асиміляції CO₂ рослинами. Це досягається покращенням вологозабезпечення і живлення рослин (табл. 1), а також використанням сортів із високою асиміляцією CO₂.

Враховуючи, що збільшення концентрації CO₂ в повітрі підвищує інтенсивність фотосинтезу рослин, останнє збільшить відбір CO₂ з атмосфери на потреби фотосинтезу, що стримуватиме подальший ріст концентрації CO₂ в атмосфері та потепління клімату.

Висновки і пропозиції. Аналіз наукової літератури свідчить, що ріст концентрації CO₂ в атмосфері на цьому етапі не несе загрози для рослин, а є позитивним фактором впливу на їхню продуктивність, оскільки підвищує інтенсивність фотосинтезу, покращує ріст надземної маси й кореневої системи та збільшує врожайність агроценозів на 20–40% і більше. Рослини набувають більшої стійкості до посухи і високих температур, ефективніше використовують воду, поживні речовини, сонячну енергію, що надає можливості для формування високопродуктивних посівів в умовах потепління клімату. Необхідно визнати існування позитивного впливу росту концентрації CO₂ в атмосфері на продуктивність рослин та ефективно використовувати його у виробництві. Тому в Україні потрібна державна програма наукових досліджень із цих питань.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Андреева Т.Ф. Физиология сельскохозяйственных растений. Том 1. Изд. Московского унив., 1967. 496 с.
2. Mirza Hasanuzzaman. Plant Ecophysiology and adaptation under climate change: mechanisms and perspectives I. *General Consequences and Plant Responses*. 2020. 859 p. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-981-15-2156-0>.
3. Оканенко А.С., Гуляев Б.И., Мануильский В.Д. Зависимость интенсивности фотосинтеза листьев сахарной свеклы от температуры и концентрации CO₂ при различных интенсивностях света. *Физиология и биохимия культурных растений*. Киев, 1972. Т. 4. Вып. 4. С. 280–285.
4. Idso C. D., Carter R. M., Singer S. F. Climate change reconsidered: interim report of the nongovernmental panel on climate change (NIPCC), Chicago, IL : The Heartland Institute. 2011. 415 p.
5. Dermody O., Long S. P., McConnaughay K.I. How do elevated CO₂ and O₃ affect the interception and utilization of radiation by a soybean canopy. *Glob. Change Biol.* 2008. No 14. P. 556–564.
6. Sims D.A., Cheng W., Luo Y., Seemann J.R. Photosynthetic acclimation to elevated CO₂ in a sunflower canopy. *Journal Experimental Botany*. 1999. Vol. 50. P. 645–653.
7. Idso C.D., Idso S.B. The many benefits of atmospheric CO₂ enrichment: how humanity and the rest of the biosphere will prosper from this amazing trace gas that so many have wrongfully characterized as a dangerous air pollutant. Pueblo West, Colorado : Vales Lake. 2011. 381 p.

8. Kang S., Zhang F., Hu X., Zhang J. Benefits of CO₂ enrichment on crop plants are modified by soil water, *Plant Soil*. 2002. Vol. 239. P. 59–77. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1014244413067>
9. Malin C. Broberg, Petra Högy, Zhaozhong Feng, Håkan Pleijel. Effects of elevated CO₂ on wheat yield: non-linear response and relation to site productivity. *Agronomy*. 2019. No 9(5). P. 243. DOI:10.3390/agronomy9050243.
10. Amthor, J.S. Effects of atmospheric CO₂ concentration on wheat yield: review of results from experiments using various approaches to control concentration. *Field crops research*. 2001. Vol. 73. P. 1–34. [http://dx.doi.org/10.1016/S0378-4290\(01\)00179-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-4290(01)00179-4).
11. Fitzgerald G.J., Tausz M., O’Leary G. Mollah M.R. Elevated atmospheric [CO₂] can dramatically increase wheat yields in semi-arid environments and buffer against heat waves. *Glob. Chang. Biol*. 2016. P. 2269–84. doi: 10.1111/gcb.13263.
12. Remy Manderscheid, Hans-Joachim Weigel. Drought stress effects on wheat are mitigated by atmospheric CO₂ enrichment. 2007. DOI: 10.1051 / agro: 2006035
13. Kimball B.A., Pinter P.J., Garcia R.L., Lamorte R.L., Wall G.W., Hunsaker D.J., Wechsung G., Wechsung F., T. Productivity and water use of wheat under free-air CO₂ enrichment. *Global Change Biol. J*. 1995. P. 429–442.
14. Chaudhuri U.N., Kirkham M.B., Kanemasu E.T. (1990) Carbon dioxide and water level effects on yield and water use of winter wheat. *Agronomy J*. 1990. Vol. 82. P. 637–641. DOI: 10.2134 / agronj1990.00021962008200030039x.
15. Högy P., Wieser H., Köhler P., Schwadorf K., Breuer J., Franzaring J., Muntifering R., Fangmeier A. Effects of elevated CO₂ on grain yield and quality of wheat: Results from a 3-year free-air CO₂ enrichment experiment. *Plant Biol*. 2009. No11. P. 60–69. DOI: 10.1111/j.1438-8677.2009.00230.x. DOI – PubMed.
16. Pal M., Chaturvedi A.K., Pandey S.K. Rising atmospheric CO₂ may affect oil quality and seed yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Acta Physiol. Plant*. 2014. Vol. 36. P. 2853–2861.
17. Константинов Н.М. Влияние углекислоты на рост и развитие растений. Москва : Сельхозгиз, 1950. 112 с.
18. Меенсалу Л.Г., Маэтал Х.И., Паэ А.А. Хийоп А.Х. Влияние оптимизации углекислотного режима воздуха на продуктивность тепличных культур. *Вестник с.-х. наук*. 1976. № 11. С. 55–61.
19. Fitzgerald G., Luo Q., et al. Response of wheat growth, grain yield and water use to elevated CO₂ under a free-air CO₂ enrichment (face) experiment and modeling in a semi-arid environment. *Glob. Chang. Biol*. 2015. Vol. 21. 2670–2686.
20. Ainsworth E. A., Long S. P. What have we learned from 15 years of free-air CO₂ enrichment (FACE)? A meta-analytic review of the responses of photosynthesis, canopy properties and plant production to rising CO₂. *New Phytologist*. 2005. Vol. 165. P. 351–372.
21. Madhu M., Jerry L. Hatfield. Elevated carbon dioxide and soil moisture on early growth response of soybean. *Agricultural Sciences*. 2015. Vol. 6. No. 2. DOI: 10.4236/as.2015.62027.
22. Моргун В.В., Стасик О.О., Кірізій Д.А., Прядкіна Г.О. Зв’язок реакції фотосинтетичних показників і зернової продуктивності на ґрунтову посуху в контрастних за стійкістю сортів озимої пшениці. *Физиология растений и генетика*. 2016. Т. 48. № 5. С. 371–381.
23. Гойса Н.И., Митрофанов Б.А., Оканенко А.С., Кутенко Г.И., Макаренко К.И. Исследование фотосинтеза озимой пшеницы в условиях различной влагообеспеченности. *Физиология и биохимия культурных растений*. 1971. Т. 3. Вып. 4. С. 392–397.

УДК 635.21: 361.523631.527.5:526.325
DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.17>

ХАРАКТЕРИСТИКА СОРТІВ КАРТОПЛІ ЗА ВОДЯНИСТІСТЮ БУЛЬБ В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Подгасцький А.А. – д.с.-г.н., професор,
завідувач кафедри біотехнології та фітофармакології,
Сумський національний аграрний університет

Кравченко Н.В. – д.с.-г.н., професор кафедри біотехнології та фітофармакології,
Сумський національний аграрний університет

Бутенко Є.Ю. – аспірантка кафедри біотехнології та фітофармакології,
Сумський національний аграрний університет

Досліджено колекцію зі 113 селекційних сортів картоплі за водянистістю бульб. Доведений широкий спектр прояву ознаки, хоча і з різною частотою за класами, залежно від зовнішніх умов у період вегетації картоплі та зберігання. Серед дуже водянистих бульб (бал 1) відмінність становила три рази. За винятком першого обліку врожаєм 2020 р., коли частка сортів була однаковою з балами 7 і 5, у інші роки обліку модальний клас становив 5 балів. Практично цінною виявлена можливість виділення зразків із неводянистими бульбами. Їхня частка знаходилася у межах 3,5–15,0%. Незважаючи на різний розподіл сортів за класами, у 2018 р. та за першого обліку врожаєм 2019 р. отримані однакові середні дані – 4,9 бали. Вищими (до 5,7 бали) вони виявилися під час наступних оцінок.

В окремих сортів мало місце не лише високе, а й стабільне вираження показника за роками. Із шести можливих повторень не мали водянистих бульб або вони були слабо водянистими у чотирьох або п'яти обліках 27 сортів, що від усіх оцінених становило 24%. Тільки під час другого обліку врожаєм 2018 р. не виявлено зразків з балом 9, проте за першого обліку 2020 р. їхня частка сягала 34%. Максимальним середнім значенням показника характеризувався сорт Іванківська рання – 8 балів. Близьке значення прояву ознаки – 7,8 бала відмічено у сортів Базалія, Аніка, Княгиня, Арія і Тирас.

У окремих сортів високий прояв досліджуваної ознаки поєднувався з іншими господарсько-цінними. Високою продуктивністю (до 874 г/гніздо) характеризувалися сорти Княгиня, Іванківська рання, Фортус та Оркестра. Значну кількість товарних бульб (у межах 5,2–6,8 бульб/гніздо) мали сорти Хортиця, Княгиня і Фортус. Щодо товарних бульб викладене стосувалося тих самих зразків. Велику середню масу товарних бульб мали сорти Аніка, Княгиня, Фортус, Каптіва, Родо, й особливо Ікарус та Оркестра (відповідно 226 і 262 г). Тільки два сорти: Хортиця і Каптіва мали середню масу однієї бульби меншу, ніж сорт-стандарт Тирас. Лише в трьох сортів, а саме: Шедєвр, Ікарус та Оркестра товарність урожаю була 90% і більше.

Ключові слова: картопля, сорти, водянистість бульб, господарсько-цінні ознаки.

Podhaietskyi A.A., Kravchenko N.V., Butenko E.Yu. Characteristics of potato varieties by tuber wateriness under the conditions of the North-Eastern Forest Steppe of Ukraine

A collection of 113 breeding varieties of potatoes by water content of tubers was studied. A wide range of manifestations of the trait has been proved, although with different frequency by classes, depending on external conditions during the potato growing season and storage. Among the very watery tubers (score 1) the difference was 3 times. With the exception of the first recording of the 2020 harvest, when the share of varieties was the same (7 and 5 points), in other years, recording of the modal class was 5 points. The possibility of isolating samples with non-watery tubers is practically valuable. Their share was in the range of 3.5–15.0%. Despite the different distribution of varieties by classes in 2018 and the first recording of the 2019 harvest, the same average data were obtained – 4.9 points. They were higher (up to 5.7 points) during subsequent evaluations.

In some varieties, there was not only high but also stable expression over the years. Of the six possible replicates, there were no watery tubers or they were slightly watery in four or five counts of 27 varieties, which was 24% of all evaluated. Only during the second harvest in 2018, no samples with a score of 9 were found, however according to the first recording in 2020, their share reached 34%. The variety Ivankivska rannya was characterized by the maximum average

value of the indicator – 8 points. A close value of the manifestation of the trait – 7.8 points was observed in the varieties *Basalia*, *Anika*, *Knyaginya*, *Aria* and *Tiras*.

In some varieties, high manifestation of the studied trait was combined with other economically valuable traits. Varieties *Knyaginya*, *Ivankivska rannya*, *Fortus* and *Orkestra* were characterized by high productivity (up to 874 g / nest). Varieties *Khortytisia*, *Knyaginya* and *Fortus* had a significant number of marketable tubers (in the range of 5.2–6.8 tubers / nest). With regard to marketable tubers, the above applied to the same samples. *Anika*, *Knyaginya*, *Fortus*, *Kaptiva*, *Rodeo*, and especially *Ikarus* and *Orkestra* had a large average weight of marketable tubers (226 and 262, respectively). Only two varieties: *Khortytisia* and *Kaptiva* had an average weight of one tuber less than the standard variety *Tiras*. Only in three varieties, namely: *Shedevr*, *Ikarus* and *Orkestra*, the marketability of the harvest was 90% or more.

Key words: potatoes, varieties, water content of tubers, economically valuable features.

Постановка проблеми. Картопля – одна з найпоширеніших сільськогосподарських культур у світі. За зайнятими площами під нею вона поступається лише пшениці, рису, кукурудзі та сорго, а за продукуванням сухої речовини, білка займає перше місце [1, с. 441]. Особливо популярна картопля в Україні, де її справедливо називають «другим хлібом» [2, с. 10; 3, с. 2; 4, с. 281]. Залежно від історичних традицій, природно-кліматичних умов, напрямів вирощування картоплі тощо використання врожаю специфічне для кожної країни. Наприклад, в Україні найбільша частка одержаної продукції (близько 95%) споживається у свіжому вигляді без переробки [5, с. 3]. Виходячи з викладеного, особливо великі вимоги ставляться до столових якостей бульб.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Один з основних показників, який використовується для характеристики сортів цього напрямку, є водянистість бульб. На підставі прояву цієї ознаки та розварюваності бульб, консистенції та борошністості визначається кулінарний тип столових сортів: А, В, С, D [6, с. 24; 7, с. 10].

Як і в багатьох ознак картоплі, які контролюються полігенно [8, с. 82; 9, с. 116], на прояв водянистості значно впливають екзогенні чинники. А тому дуже важливо не лише мати високий потенціал прояву ознаки в сортів, а й значну їх адаптивність щодо її прояву, на що вказують численні дослідники [10, с. 64; 11 с. 4; 12, с. 10]. Стосовно водянистості бульб дослідження проводилися тільки з міжвидовими гібридами картоплі, їх беккросами [13, с. 99].

Постановка завдання. Мета статті – оцінити колекційний матеріал селекційних сортів картоплі за проявом водянистості умовах північно-східного Лісостепу України та визначити вираження у виділених за ознакою інших господарсько-цінних показників.

Виклад основного матеріалу дослідження. Експерименти виконувалися впродовж 2018–2020 рр. у Сумському національному аграрному університеті. Грунт дослідного поля – чорнозем типовий, глибокий середньо суглинковий великопилюватий зі слабо кислою реакцією ґрунтового розчину.

У кожному з років спостерігався дефіцит надходження вологи з дощами: у 2018 р. менше порівняно з багаторічними даними на 119,1 мм, у наступному – 90,0, а в 2020 р. – 22,1. Температура повітря також значно різнилася за декадами від даних за багато років: у 2018 р. – від –2,6 °С до +6,5, наступному – від –3,0 до +3,6, а в 2020 р. – від –4,8 до +5,8.

Для оцінки використовували дев'ятибальну шкалу, де балу 1 відповідали дуже водянисті бульби, 3 – водянисті, 5 – помірно водянисті, 7 – слабо водянисті і 9 – не водянисті [14, с. 99]. Дегустацію проводили восени (перший облік), у жовтні, та взимку, у лютому (другий облік), який повинен проводитися до проростання бульб [15, с. 14].

Отримані дані (табл. 1) свідчать про можливість виділення сортів картоплі з найрізноманітнішим проявом водянистості бульб. Проте розподіл зразків за класами неоднаковий і, вважаємо, залежав від умов періоду вегетації рослин, зберігання та норми реакції генотипів на зовнішній комплекс.

Найменша частка сортів із дуже водянистими бульбами виявлена під час другого обліку врожаю 2020 р., що в три рази менше, ніж за першого обліку врожаю 2018 р. У цьому ж році відносно великою була частка сортів із дуже водянистими бульбами і під час другого обліку, що можемо пояснити специфічним впливом на прояв ознаки умов вирощування. У кожному з років спостерігалася менша частка сортів із балом 1 за другого.

Таблиця 1

Розподіл сортів, включаючи стандарти, за водянистістю бульб

Матеріал	Оцінено, шт.	Серед них з балами прояву ознаки, %					Середнє, бал
		1	3	5	7	9	
Урожай 2018 р., 1-й облік							
Досліджувані сорти	113	10,6	23,9	32,7	24,8	8,0	4,9
в т. ч. Тирас, стандарт				x*			
Явір, стандарт			X				
Случ, стандарт			X				
Урожай 2018 р., 2-й облік							
Досліджувані сорти	113	7,1	25,7	33,6	30,1	3,5	4,9
в т. ч. Тирас, стандарт				x			
Явір, стандарт				x			
Случ, стандарт				x			
Урожай 2019 р., 1-й облік							
Досліджувані сорти	113	8,9	20,4	44,2	21,2	5,3	4,9
в т. ч. Тирас, стандарт						x	
Явір, стандарт			X				
Случ, стандарт					x		
Урожай 2019 р., 2-й облік							
Досліджувані сорти	113	5,3	18,6	34,5	33,6	8,0	5,4
в т. ч. Тирас, стандарт						x	
Явір, стандарт					x		
Случ, стандарт					x		
Урожай 2020 р., 1-й облік							
Досліджувані сорти	113	6,2	17,7	31,0	30,1	15,0	5,6
в т. ч. Тирас, стандарт					x		
Явір, стандарт				x			
Случ, стандарт					x		
Урожай 2020 р., 2-й облік							
Досліджувані сорти	113	3,5	12,4	38,9	37,2	8,0	5,7
в т. ч. Тирас, стандарт					x		
Явір, стандарт					x		
Случ, стандарт		x					

Примітка: знак x* відповідає балу прояву ознаки в сортів-стандартів обліку. Уважаємо, у цьому разі на вираження показника впливали умови зберігання, адже в осінньо-зимовий період відбуваються зміни у біохімічному складі бульб, а також утрачається вода.

У всі роки облік модальним класом був із сортами, які характеризувалися помірною водянистістю бульб, а під час першого обліку врожаю 2020 р. однакова частка сортів відзначена у згаданому класі та з балом 7. Дуже близькі дані отримані за обох обліків урожаю 2018 р. та другого в 2019 р. і першого в наступному.

Цінним для практичної селекції та спеціалізованого використання сортів було виділення їх в останньому класі – 9 балів. Водночас частка таких зразків значно різнилася за роками, обліками. Мінімальною вона була за другого обліку врожаю 2018 р., а в 4,3 рази більшою – під час першого обліку врожаю 2020 р.

Незважаючи на відмінності в розподілі сортів за вираженням показника, у 2018 р. та за першого обліку врожаю 2019 р. отримані однакові середні дані. Близькими вони виявилися за інших трьох обліків, особливо в урожаї 2020 р.

Відзначено значний вплив зовнішніх умов під час вегетації картоплі та в процесі зберігання на прояв ознаки в сортів-стандартів. Порівняно близькі дані у них отримані за обох обліків у 2018 р. Цінним також було максимальне вираження показника у сорту Тирас за обох обліків у 2019 р.

У табл. 2 наведено повторюваність сортів із не водянистими та слабо водянистими бульбами. У 47% серед наведених повторюваність високого вираження показника відзначено у п'яти випадках із шести, а в 53% зразків – чотири рази з шести. Серед останніх виявлено ще 13 сортів, але в них інші господарсько-цінні ознаки мали невисокий прояв, тому вони не включені в цю та наступну таблиці.

Виявлена неоднакова повторюваність сортів із не водянистими бульбами. Таких із них, що мали у два рази максимальний бал вираження показника, виділено п'ять штук, а один раз – чотири.

Таблиця 2

Повторюваність сортів за не водянистими та слабо водянистими бульбами

Сорт	Повторюваність, рази	Рік/облік					
		2018		2019		2020	
		1	2	1	2	1	2
Хортиця	4	7	–	–	7	7	7
Базалія	5	9	7	–	7	9	7
Аніка	5	7	7	9	9	–	7
Княгиня	5	7	7	–	9	9	7
Іванківська рання	4	7	7	–	–	9	9
Вигода	4	–	7	7	–	9	7
Арія	5	–	7	7	9	9	7
Тирас	5	7	–	9	9	7	7
Кіранда	5	7	–	7	7	7	7
Фортус	4	7	–	7	7	–	7
Каптіва	5	7	7	7	–	7	9
Шедевр	4	7	7	7	–	–	7
Родео	4	9	7	–	–	7	7
Ікарус	4	–	7	–	7	7	7
Оркестра	4	–	7	7	7	–	7

Умови років виконання дослідження та зберігання вплинули на частоту сортів зі слабо водянистими та не водянистими бульбами. За першого обліку врожаю

2018 р. з останнім вираженням показника було два сорти, або 13% від усіх із балом 9. Під час другого обліку зразків зі згаданою характеристикою не виявлено. Тотожні дані першому обліку врожаю 2018 р. отримані в наступному, а також за другого обліку – у 2020 р. Сприятливі умови для реалізації високого потенціалу сортів з не водянистими бульбами мали місце під час другого обліку врожаю 2019 р. – чотири сорти, або 27%, а також за першого обліку врожаю 2020 р. – п'ять зразків, або 34% від загальної кількості зі згаданою характеристикою.

У табл. 3 наведено дані прояву інших господарсько-цінних ознак у сортів із не водянистими та слабо водянистими бульбами. Максимальне середнє вираження продуктивності за три роки мало місце в сорту Княгиня – 874 г/гніздо, що в 2,2 рази більше, ніж у кращого у цьому відношенні сорту-стандарту Случ. Високим (більше 600 г/гніздо) вираженням показника характеризувалися сорти Іванківська рання, Фортус і Оркестра. Протилежне викладеному стосувалося зразків Родео, Вигода, Арія, Аніка.

У сортів Аніка і Арія низька продуктивність зумовлена невеликою кількістю товарних бульб у гнізді. Окрім них, прояв останнього показника на рівні сортів-стандартів виявлений у сортів Вигода та Родео. Водночас сорти Княгиня і Фортус мали по 6,8 товарних бульб у гнізді, що в 2,3 рази перевищило вираження показника у кращого сорту-стандарту.

Окрім згаданих двох останніх сортів, великою кількістю усіх бульб у перерахунку на гніздо характеризувався сорт Хортиця – 10,5 шт., що більше, ніж у сорту Фортус. Вираження показника нижче сортів-стандартів мали зразки Аніка і Родео, тобто це стосувалося не лише формування у них товарних бульб.

Значно відрізнялися сорти з низьким проявом водянистості бульб за середньою масою товарних бульб. Особливо виділилися у цьому відношенні два сорти – Ікарус і Оркестра, у яких прояв показника перевищив 200 г/гніздо і виявився як мінімум у 1,6 рази більшим, аніж у кращого сорту-стандарту Случ. Ще в семи сортів, або близько 50% від виділених за ознакою, середня маса товарних бульб перевищила 100 г.

Тільки два сорти – Родео та Оркестра мали середню масу всіх бульб більше 100 г. Зразки Хортиця, Каптивна характеризувалися нижчим вираженням показника, ніж у сорту-стандарту Тирас, а у сорту Арія отримані однакові дані.

Таблиця 3

Прояв господарсько-цінних ознак у сортів картоплі з низькою водянистістю бульб (середнє за 2018–2020 рр.)

Сорт	Продуктивність, г/гніздо	Кількість бульб, шт./гніздо		Середня маса бульби, г		Товарність, %
		товарних	усіх	товарної	усіх	
1	2	3	4	5	6	7
Тирас, стандарт	275	3,0	5,9	72	47	74
Явір, стандарт	336	2,9	5,3	118	64	81
Случ, стандарт	394	2,7	5,9	143	67	76
Хортиця	444	5,2	10,5	65	42	73
Воляре	455	3,8	7,0	123	66	83
Базалія	316	3,3	5,8	89	54	87
Аніка	259	2,1	4,6	165	57	77

Закінчення таблиці 3

1	2	3	4	5	6	7
Княгиня	874	6,8	14,1	143	62	81
Іванківська рання	605	4,5	7,6	115	80	82
Вигода	329	2,9	5,9	92	56	74
Арія	276	2,0	5,9	81	47	53
Кіранда	405	3,4	6,2	106	65	76
Фортус	683	6,8	10,0	133	68	83
Каптивва	361	3,1	8,1	139	44	83
Шедевр	458	4,9	7,2	123	63	94
Родео	474	2,9	4,5	140	105	76
Ікарус	470	3,6	5,7	226	82	93
Оркестра	619	3,2	5,8	262	106	90

Більшість виділених сортів мали товарність урожаю вище 80%, що перевищило прояв ознаки в кращого сорту-стандарту Явір. У трьох зразків: Шедевр, Ікарус та Оркестра виявлена дуже висока товарність урожаю – 90% і більше. Тільки в сорту Арія вираження показника становило 53%, що можна класифікувати як дуже низький.

Висновки і пропозиції. Доведено значний вплив зовнішніх умов під час вирощування сортів у полі та за умов зберігання на прояв водянистості бульб. Результати розподілу досліджуваного матеріалу за проявом ознаки свідчать про можливість виділення сортів із не водянистими бульбами, проте частка таких зразків неоднорівна за роками, обліками – 3,5–15,0%. Викладене та інше зумовили величину середнього балу прояву ознаки в 2018 р. та першому обліку 2019 р. у 4,9 бали. За наступного випробування він був вищим.

Виділено сорти з високою часткою повторюваності прояву (4, 5 разів) не водянистих або слабо водянистих бульб у процесі виконання дослідження. За винятком другого обліку врожаю 2018 р. виділено зразки з максимальним вираженням показника з частотою до 34%. У п'яти сортів бал прояву ознаки 9 проявився за період оцінювання матеріалу двічі.

За комплексом високого прояву господарсько-цінних ознак виділено сорти з не водянистими та слабо водянистими бульбами, які рекомендується для використання компонентами схрещування, а саме: Княгиня, Іванківська рання, Фортус, Ікарус та Оркестра.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Storey M. The harvested croh. In: Vreugdenhil D. Et al., Potato Biology and Biotechnology. Amsterdam : Elsevier Science B.V., 2007. P. 441–470.
2. Пюрко О.Є., Христова Т.С., Мусієнко М.М. Еколого-фізіологічні аспекти метаболізму *Solanum tuberosum* L. та її значення для людини. Київ – Мелітополь : Колор Принт, 2017. 217 с.
3. Буков Ю.А. Теоретические основы валеологии. Симферополь, 2007. 146 с.
4. Моргун В.В., Курчий Б.А. Продовольствие XXI века: нерешенные проблемы, неотложные задачи. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2003. Т. 35. № 4. С. 281–284.
5. Українська картопля / за ред. П.С. Теслюка, Л.П. Теслюк. Київ : Ріджи, 2016. 242 с.
6. Методические указания по оценке картофеля на качество (обзор) / Н.А. Андрюшина и др. Коренево, 1978. 39 с.

7. Настольная книга картофелевода / В.Г. Иванюк и др. ; под ред. С.А. Турко. Минск : Рэйплац, 2007. 126 с.
8. Ross H. Potato breeding – problem and perspectives. Berlin and Hamburg : Paul Parey, 1986. 132 p.
9. Васильківський С.П. Генетика картоплі. Картопля. Т. 1. Біла Церква, 2002. С. 116–156.
10. Литун П.П. Взаимодействие «генотип – среда» в генетических и селекционных исследованиях и способы его изучения. *Проблемы отбора и оценки селекционного материала*. Киев : Наукова думка, 1980. С. 63–92.
11. Жученко А.А. Проблемы адаптации в современном сельском хозяйстве. *Сельскохозяйственная биология*. 1993. № 5. С. 3–35.
12. Подгаєцький А.А. Адаптація і її значення для селекції та виробництва сільськогосподарських культур у тому числі картоплі. *Картоплярство України*. 2014. № 1–2(34–35). С. 10–17.
13. Кравченко Н.В., Подгаєцький А.А., Ставицький А.А. Водянистість бульб міжвидових гібридів картоплі, їх беккросів. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія»*. 2018. Вип. 9(36). С. 99–103.
14. Методические рекомендации по специализированной оценке сортов картофеля / С.А. Банадысев и др. Минск, 2003. 70 с.
15. Методические указания по определению столовых качеств картофеля / С.М. Букасов и др. Ленинград : ВИР, 1975. 15 с.

УДК 631.53.01:633.15:631.811.98:631.67(477.72)
DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.18>

ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ВИРОЩУВАННЯ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ РІЗНИХ ГРУП ФАО ЗАЛЕЖНО ВІД СПОСОБІВ ЗРОШЕННЯ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Репілевський Д.Е. – здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії,
Херсонський державний аграрно-економічний університет
Іванів М.О. – к.с.-г.н., доцент,
в. о. завідувача кафедри рослинництва та агроінженерії,
Херсонський державний аграрно-економічний університет

За результатами проведених досліджень було встановлено, що вартість валової продукції коливалася в широкому діапазоні: від 22,77 тис грн/га у гібриду кукурудзи ДН Паланок на варіанті без зрошення до 77,72 тис грн/га у гібриду ДН Рава за використання краплинного зрошення.

Дослідженнями виявлено, що собівартість продукції залежала від факторів, що вивчалися: групи ФАО та способу поливу. Так, максимальних значень собівартість продукції – 6,45 тис грн/т сягала у гібриду ДН Рава на контрольному варіанті без зрошення, а найнижча собівартість була у цього ж гібриду за краплинного зрошення – 2,04 тис грн/т. Максимальне значення умовно чистого прибутку – 41,83 та 42,42 тис грн/га спостерігалося у середньопізніх гібридів Приморський та ДН Рава за краплинного зрошення. Результатами досліджень доведено, що за краплинного зрошення на середньопізніх гібридах показник рівня рентабельності був максимальний – 118,50–120,16%.

Досліджено, що серед зрошуваних варіантів найкращі показники приходу енергії з урожем спостерігалися за вирощування середньопізніх гібридів на краплинному зрошенні.

За фактором *A* – гібрид максимальний прихід енергії спостерігався у середньопізніх гібридів – від 211,45 ГДж/га до 226,52 ГДж/га. По фактору *B* – спосіб поливу найбільший прихід енергії спостерігався за краплинного зрошення – від 175,23 ГДж/га до 226,52 ГДж/га.

Максимальний показник приходу енергії з урожаєм показав гібрид ДН Рава (FAO 430) за краплинного зрошення – 226,52 ГДж/га. Енергетичний коефіцієнт за період 2018–2020 рр. був максимальним за вирощування середньопізніх гібридів Приморський і ДН Рава на краплинному зрошенні і становив 3,31 та 3,32. Найвищий енергетичний коефіцієнт 3,32 установлений на варіанті з гібридом ДН Рава за краплинного зрошення.

Таким чином, найкращу в досліді біоенергетичну ефективність вирощування кукурудзи спостерігали за вирощування середньопізнього гібриду ДН Рава за краплинного зрошення.

Ключові слова: гібриди кукурудзи, групи FAO, дощування, краплинне зрошення, підгрунтове зрошення, економічна оцінка, енергетична оцінка.

Repilevskiy D.E., Ivaniv M.O. Economic and energy evaluation of growing maize hybrids of different FAO groups depending on irrigation methods in the Southern Steppe of Ukraine

According to the results of the research, the value of gross output fluctuated in a very wide range: from 22.77 thousand UAH/ha in the hybrid of maize DN Palanok on the option without irrigation to 77.72 thousand UAH / ha in the hybrid of DN Rava under drip irrigation.

The studies have shown that the indicator of the cost of production depended on the factors studied. Thus, the maximum cost of production – 6.45 thousand UAH reached in the hybrid DN Rava in the control version, without irrigation, and the lowest cost was the same hybrid under drip irrigation – 2.04 thousand UAH. The maximum value of conditionally net profit – 41.83 and 42.42 thousand UAH was observed in the middle-late hybrids Primorsky and DN Rava under drip irrigation. The results of research prove that under drip irrigation the profitability level on medium-late hybrids was maximum – 118.50–120.16 %.

It was investigated that among the irrigated variants the best indicators of energy yield with the harvest were observed for growing medium-late hybrids under drip irrigation. According to factor *A* – hybrid, the maximum energy yield was observed in mid-late hybrids from 211.45 GJ/ha to 226.52 GJ/ha. According to factor *B* – the method of irrigation, the highest energy yield was observed for drip irrigation from 175.23 GJ/ha to 226.52 GJ/ha.

The maximum rate of energy inflow with the yield was shown by the hybrid DN Rava (FAO 430) under drip irrigation – 226.52 GJ/ha. The energy coefficient for the period 2018–2020 was the maximum for the cultivation of medium-late hybrids Primorsky and DN Rava under drip irrigation and was 3.31 and 3.32. The highest energy factor of 3.32 is in the variant with the hybrid DN Rava under drip irrigation.

Thus, the best bioenergetic efficiency of maize cultivation in the experiment was observed for the cultivation of the medium-late hybrid DN Rava under drip irrigation.

Key words: maize hybrids, FAO groups, sprinkling, drip irrigation, subsoil irrigation, economic evaluation, energy evaluation.

Постановка проблеми. В умовах ринкових відносин економіко-енергетична ефективність вирощування сільськогосподарських культур набуває першочергового значення як один із найважливіших чинників конкурентоспроможності [1; 2]. Добір економічних варіантів технології, що забезпечують окупність затрачених ресурсів із максимальною ефективністю, необхідно розробляти на основі оцінки результатів досліджень та всебічного аналізу окремих блоків і елементів технологічного процесу. Це забезпечить збільшення обсягів виробництва продукції, поліпшення її якості та зниження виробничих витрат [3].

Економічна та енергетична ефективність виробництва продукції рослинництва, у тому числі й кукурудзи – результат, виражений окупністю ресурсів, трудових, матеріальних і фінансових витрат у процесі виробництва. Підвищення ефективності означає істотне збільшення не лише обсягу виробництва продукції, а й чистого доходу на одиницю земельної площі, а також рівня рентабельності [4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Нові гібриди, нові технологічні прийоми або їх комплекс, використовувани в конкретних екологічних умовах, вимагають об'єктивної економічної оцінки їхніх переваг чи недоліків. Здебільшого

сбівартість однієї тонни зерна кукурудзи й витрати праці на її виробництво нижче в тих господарствах, де вище врожайність [5].

Наявність показників економічної оцінки вирощування сільськогосподарських культур дає змогу оцінити та вибрати економічно вигідніший варіант технології і намітити шлях економії ресурсів та затрат енергії як загалом по технологічному потоку, так і за окремими складниками. Економічно ефективні лише ті прийоми виробництва, які забезпечують збільшення виходу продукції з одиниці площі за невеликих затратах праці та засобів [6; 7]. Сучасні технології виробництва конкурентоспроможної рослинницької продукції сільськогосподарських культур є способом функціонування сталих систем землеробства. Підвищення ефективності і стабільності землеробства можливо лише за впровадження інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур. Новітні технології сприяють більш ефективному використанню потенційних можливостей сучасних сортів та гібридів та забезпечують підвищення врожайності та їхньої якості шляхом впливу на продукційний процес розвитку рослин. Ці технології сприяють оптимізації виробничих витрат з урахуванням екологічної безпеки навколишнього середовища та підтримують відносну рівновагу агроєкосистем [8; 9].

Технологія вирощування будь-якої культури має бути економічно ефективною, тобто в ній повинні використовувати всі виробничі ресурси з метою одержання сільськогосподарської продукції високої якості за мінімальних трудових, матеріальних і фінансових затрат [10].

Метод економічної оцінки ефективності виробництва за допомогою порівняння вартісних і трудових витрат не завжди дає об'єктивні показники. На практиці використовуються такі вартісні форми, як валовий і чистий дохід, виробничі витрати, прибуток тощо, але на ці показники істотно впливають ціни. В умовах ринкової економіки співвідношення цін на енергоносії, сільськогосподарську техніку, добрива, пестициди і продукцію сільського господарства знаходиться в постійній динаміці. Причому економічні перетворення в нашій країні призвели до диспаритету цін не на користь останніх. Наслідком є постійне коректування ефективності систем землеробства за існуючими методиками і неможливість стабільного об'єктивного зіставлення рівня рентабельності досліджуваних і впроваджуваних у сільськогосподарське виробництво варіантів польових дослідів за різні періоди. У зв'язку із цим у світовій практиці великого поширення останнім часом набуває біоенергетична оцінка технологій обробітку сільськогосподарської продукції, що відображає результативність споживання енергетичних ресурсів [11].

Мета енергетичного аналізу у сільськогосподарському виробництві – оптимізація енергетичних затрат на основі вивчення потоків енергії на «вході» і «виході» системи обробітку сільськогосподарських культур. Сукупна енергія, що витрачається на створення рослинницької продукції, не повинна перевищувати акумульовану в процесі фотосинтезу енергію отриманого врожаю [12].

Біоенергетична оцінка особливо залежить від інтенсифікації сільськогосподарського виробництва, оскільки за цим іде зростання енергоємності вирощування культури, що вимагає детальних розрахунків енергозатрат усіх технологічних операцій. Даний метод дає можливість найбільш точно вивчити та однозначно виразити як прямі затрати енергії на технологічні процеси та операції, так і енергію, вкладену в засоби виробництва, а також отриману продукцію через енергетичну еквівалентність. Це, своєю чергою, дасть змогу виявити і впровадити енергозберігаючі технології та підвищити енергетичний коефіцієнт вирощування культури [13].

У рослинництві сутність енергетичної ефективності означає отримання максимальної кількості енерговмісної продукції з кожного гектара землі за найменших витрат енергії у формі добрив, пестицидів, палива, засобів механізації тощо [14].

Постановка завдання. Метою досліджень було з'ясувати економічну і енергетичну оцінку вирощування гібридів кукурудзи різних груп ФАО під час вирощування за різних способів зрошення в умовах Південного Степу України. Дослідження проведено згідно з тематичним планом досліджень Херсонського державного аграрно-економічного університету за завданням «Реалізація технології вирощування основних сільськогосподарських культур». Польові досліді виконувалися в агрофірмі «Агробізнес» Каховського району Херсонської області, що розташоване в агроекологічній зоні Південний Степ та в межах дії Каховської зрошувальної системи. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем південний середньосуглинковий. Агротехніка вирощування гібридів кукурудзи в досліді була загальноприйнятною для зони Півдня України. Попередник – соя. Досліді проводилися відповідно до загальноприйнятих методик у 2018–2020 рр. Математичну обробку результатів досліджень здійснювали методом дисперсійного аналізу з використанням пакета комп'ютерних програм Agrostat [15; 16].

Об'єктом дослідження слугували сучасні вітчизняні гібриди кукурудзи різних груп ФАО: ранньостигла група – ДН Паланок (ФАО 180), ДБ Лада (ФАО 190); середньорання група – ДН Галатея (ФАО 250), ДН Світязь (ФАО 290); середньостигла – Асканія (ФАО 320), ДН Булат (ФАО 350); середньопізня група – ДН Рава (ФАО 430), Приморський (ФАО 430).

Для встановлення норми реакції гібридів кукурудзи на технологічні умови досліджували вплив різних способів поливу на врожайність зерна: полив дощуванням установкою Zimmatic, краплинне зрошення, підґрунтове зрошення з рівнем передполивної вологості ґрунту 80% НВ у шарі ґрунту 0–50 см. Контроль – природне зволоження. Повторність чотириразова, посівна площа ділянки другого порядку – 75 м², облікова – 50 м².

Критерієм біоенергетичної оцінки служить коефіцієнт енергетичної ефективності (Е), показник відношення енергії, що міститься в отриманій господарсько-ціновій частині врожаю, до загальних енергетичних затрат, вкладених у виробництво цього врожаю, виражене в відносних одиницях.

Розраховується за формулою:

$$E = Q_p / Q,$$

де: Q_p – енергія, накопичена господарсько-цінною частиною врожаю, ГДж; Q – сукупна енергія, витрачена на вирощування даної культури, ГДж [17].

Для підрахунку сукупних енерговитрат необхідно провести аналіз технологічних карт обробітку сільськогосподарської культури. Технологічні карти включають повний перелік комплексу робіт із вирощування гібридів і кукурудзи, агротехнічні вимоги до них, засоби хімізації, нормативи та строки проведення робіт, раціональні склади агрегатів і обслуговуючий персонал, норми виробітку і витрати палива. Загальні енергетичні витрати на всю технологію вирощування сільськогосподарських культур визначаються сумою енергетичних витрат на виконання окремих технологічних операцій і енергетичного еквівалента витрачених матеріальних ресурсів. Енергія, накопичена у сільськогосподарській продукції, визначається виходячи з урожайності й енергетичної цінності продукції, або, іншими словами, енергетичного еквівалента одиниці основної продукції [18; 19].

Відповідно до даних технологічних карт та додаткових нормативних матеріалів, наведених у методиці дослідження, нами проведено розрахунок енергетичних та економічних витрат та їх ефективності під час вирощування на зерно гібридів кукурудзи різних груп стиглості за різних способів поливу та без зрошення.

Виклад основного матеріалу дослідження. Головними показниками економічної ефективності є збільшення виходу продукції з 1 га, зниження собівартості, збільшення прибутку і підвищення рівня рентабельності. Рентабельною вважається культура, в якій виручка від реалізації продукції переважає витрати на її виробництво. Під собівартістю розуміють витрати на виробництво одиниці продукції, що виражені в грошовій формі. Вона включає витрати на оплату праці, вартість добрив, паливо-мастильних матеріалів, насіння тощо. На основі даних технологічної карти та довідкової літератури [20; 21] нами розраховано економічну ефективність вирощування гібридів кукурудзи різних груп ФАО.

Із метою об'єктивного обґрунтування найбільш раціонального поєднання агрозаходів, що взяті нами на вивчення, була визначена економічна ефективність досліджуваних елементів технології, а саме: гібриди різних груп стиглості, умови зволоження з використанням нормативних витрат матеріально-технічних ресурсів під час вирощування кукурудзи на зерно за зрошення та без нього. Загальні норми виробітку, ціни на ручні та механізовані роботи приймали відповідно до рекомендованих нормативів для виробництва. Розрахунки економічної ефективності вирощування гібридів кукурудзи на зерно здійснювали за цінами, які сформувалися на кінець 2020 р. Під час визначення вартості валової продукції з 1 га в розрахунках використовували основний вид продукції – зерно. Аналізом розрахунків встановлено, що вартість отриманої продукції під час вирощування кукурудзи змінюється з такою ж закономірністю, як і врожайність культури. Результати розрахунків економічної ефективності вирощування кукурудзи свідчать про те, що вартість валової продукції гібридів культури коливалася в широкому діапазоні – від 22,77 тис грн/га у гібриду ДН Паланок на варіанті без зрошення до 77,72 тис грн/га у гібриду ДН Рава за використання краплинного зрошення (табл. 1).

Таблиця 1

Економічна ефективність технології вирощування гібридів кукурудзи за різних способів поливу та без зрошення (середнє за 2018–2020 рр.)

Гібрид (фактор А)	Спосіб поливу (фактор В)	Урожайність, т/га	Витрати, тис грн/га	Вартість валової продукції, тис грн/га	Собівартість продукції, тис грн/т	Умовно чистий прибуток, тис грн/га	Рентабельність, %
1	2	3	4	5	6	7	8
ДН Паланок (ФАО 180)	Контроль, без зрошення	5,06	12,5	22,77	2,47	10,27	82,16
	краплинне зрошення	10,24	32,3	46,08	3,15	13,78	42,66
	дощування	9,64	33,8	43,38	3,51	9,58	28,34
	підґрунтове зрошення	10,11	35,7	45,50	3,53	9,79	27,44

Закінчення таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7	8
ДБ Лада (ФАО 190)	контроль, без зрошення	5,43	12,5	24,44	2,30	11,94	95,48
	краплинне зрошення	10,09	32,3	45,41	3,20	13,11	40,57
	дощування	9,48	33,8	42,66	3,57	8,86	26,21
	піддрунтове зрошення	9,88	35,7	44,46	3,61	8,76	24,54
ДН Галатея (ФАО 250)	контроль, без зрошення	2,96	12,6	13,32	4,26	0,72	5,71
	краплинне зрошення	11,36	33,3	51,12	2,93	17,82	53,51
	дощування	9,98	34,3	44,91	3,44	10,61	30,93
	піддрунтове зрошення	10,67	36,7	48,02	3,44	11,32	30,83
ДН Світязь (ФАО 290)	контроль, без зрошення	2,99	12,6	13,46	4,21	0,86	6,79
	краплинне зрошення	11,58	33,3	52,11	2,88	18,81	56,49
	дощування	10,39	34,3	46,76	3,30	12,46	36,31
	піддрунтове зрошення	11,23	36,7	50,54	3,27	13,84	37,70
Асканія (ФАО 320)	контроль, без зрошення	2,65	12,8	11,93	4,83	-0,88	-6,84
	краплинне зрошення	15,46	34,3	69,57	2,22	35,27	102,83
	дощування	13,91	35,3	62,60	2,54	27,30	77,32
	піддрунтове зрошення	14,23	37,7	64,04	2,65	26,34	69,85
ДН Булат (ФАО 350)	контроль, без зрошення	2,73	12,8	12,29	4,69	-0,52	-4,02
	краплинне зрошення	15,27	34,3	68,72	2,25	34,42	100,34
	дощування	13,55	35,3	60,98	2,61	25,68	72,73
	піддрунтове зрошення	14,11	37,7	63,50	2,67	25,80	68,42
Приморський (ФАО 420)	контроль, без зрошення	2,01	12,9	9,05	6,42	-3,86	-29,88
	краплинне зрошення	17,14	35,3	77,13	2,06	41,83	118,50
	дощування	16,08	36,3	72,36	2,26	36,06	99,34
	піддрунтове зрошення	16,62	38,7	74,79	2,33	36,09	93,26
ДН Рава (ФАО 430)	контроль, без зрошення	2,00	12,9	9,00	6,45	-3,90	-30,23
	краплинне зрошення	17,27	35,3	77,72	2,04	42,42	120,16
	дощування	16,33	36,3	73,49	2,22	37,19	102,44
	піддрунтове зрошення	16,73	38,7	75,29	2,31	36,59	94,53

Показник «собівартість продукції» залежав від чинників, що вивчалися. Так, максимальних значень 6,45 тис грн/т собівартість продукції сягала за вирощування гібриду ДН Рава на контрольному варіанті (без зрошення), а найнижчою собівартість продукції була у цього ж гібриду за краплинного зрошення – 2,04 тис грн/т.

Розрахунки умовно чистого прибутку гібридів кукурудзи в умовах Півдня України свідчить про те, що від'ємних (збиткових) значень він сягає під час вирощування у середньостиглих та середньопізніх гібридів кукурудзи на природньому зволоженні – від -0,52 (гібрид ДН Булат) до -3,90 тис грн/га (гібрид ДН Рава), а максимальне значення умовно чистого прибутку – 41,83 та 42,42 тис грн/га спостерігалось у середньопізніх гібридів Приморський та ДН Рава за краплинного зрошення.

Рівень рентабельності виробництва напряму залежить від вищенаведених показників. Результатами досліджень доведено, що від'ємним він був на середньостиглих та середньопізніх гібридах на природньому зволоженні – від -4,02 до -30,23%. За краплинного зрошення на середньопізніх гібридах показник рівня рентабельності був максимальний – 118,50–120,16%.

Аналізуючи економічні показники вирощування гібридів кукурудзи, можливо зробити висновок: в умовах Південного Степу економічно вигідно вирощувати гібриди середньої та середньопізньої груп стиглості тільки за умов зрошення. За умов природного зволоження інтенсивні гібриди формують качани з низьким рівнем озерненості і формують низьку врожайність, що призводить до збитків.

За умов природного зволоження можливо вирощувати лише гібриди ранньостиглої групи ФАО 180–190.

За використання зрошення вартість валової продукції значно зросла порівняно з незрошуваними варіантами і коливалася в межах 43,38–77,72 тис грн/га і свого максимуму досягала за вирощування гібридів на краплинному зрошенні.

Собівартість продукції також значно залежала від факторів, що вивчалися в досліді. Так, за природного зволоження вона коливалася від 2,30 до 6,45 тис грн/т, за краплинного зрошення – від 2,04 до 3,15 тис грн/т, за дощування – від 2,22 до 3,57 тис грн/т, за підгрунтового зрошення – від 2,31 до 3,61 тис грн/т.

Звертає на себе увагу той факт, що собівартість продукції значно коливається залежно від генотипу та групи ФАО гібриду. Так, у гібридів ранньостиглої групи собівартість становила 2,30–3,61 тис грн/т, на гібридах середньоранньої групи – 2,88–3,44 тис грн/т, на гібридах середньостиглої групи – 2,22–4,83 тис грн/т, на гібридах середньопізньої групи – 2,04–6,45 тис грн/т.

Споживання енергії в процесі сільськогосподарського виробництва, по суті, є трансформацією енергетичних чинників у продукцію. Усі ресурси, що використовують під час виробництва продукції, мають єдине підгрунтя, що дає змогу використовувати енергоаналіз технологічних процесів.

Окрім того, енергетичний аналіз дає змогу встановити екологічно допустимі межі енергонасичення на одиницю площі. Витрати невідновлюваної енергії на виробництво продукції постійно зростають. За даними О.С. Болотських, М.М. Довгаль, на 100 МДж продукції рослинництва в 1960 р. витрачалося 70 МДж сукупної енергії, у 1980 р. – 86 МДж, у 1996 р. – 91 МДж [22].

Розрахунок енергетичних витрат за варіантами способів поливу зернової кукурудзи показав, що вирощування культури за природного зволоження призводило до зниження енерговитрат на одиницю площі, але при цьому різко знижувалася врожайність культури й адекватно їй знижувалася кількість одержуваної з урожаєм енергії (табл. 2).

Результати розрахунку енергетичної ефективності технології вирощування гібридів кукурудзи свідчать, що витрати енергії на вирощування кукурудзи коливалися в межах від 32,32 ГДж/га за умов природного зволоження на гібриді ДН Паланок до 68,19 ГДж/га на гібриді ДН Рава за краплинного зрошення.

Необхідно відзначити, що витрати та прихід енергії, а відповідно, і приріст були мінімальним на варіантах досліді за природного фону зволоження. Показник енергоємності продукції був найнижчим за природного зволоження у гібридів ранньостиглої та середньоранньої груп – від 6,26 ГДж/т (ранньостиглий гібрид ДБ Лада) до 11,18 ГДж/т (середньоранній гібрид ДН Галатея). У гібридів кукурудзи середньостиглої та середньопізньої груп показник енергоємності продукції на природному зволоженні зростає від 11,64 ГДж/т (середньостиглий гібрид Асканія) до 18,37 ГДж/т (середньопізній гібрид Приморський), що пов'язане з різким падінням урожаю.

Серед зрошуваних варіантів найкращими показниками приходу енергії з урожаєм спостерігалися за вирощування середньопізніх гібридів на краплинному зрошенні. За фактором А (гібрид) найменший прихід енергії з урожаєм спостерігався у ранньостиглих гібридів – від 171,11 ГДж/га до 180,52 ГДж/га, максимальний прихід енергії спостерігався у середньопізніх гібридів – від 211,45 ГДж/га до 226,52 ГДж/га.

По фактору В (спосіб поливу) найменший прихід енергії спостерігався на поливі дощуванням – від 171,11 ГДж/га до 213,27 ГДж/га, найбільший прихід енергії спостерігався за краплинним зрошенням – від 175,23 ГДж/га до 226,52 ГДж/га.

Таблиця 2

Енергетична ефективність технології вирощування гібридів кукурудзи за різних способів поливу та без зрошення (середнє за 2018–2020 рр.)

Гібрид (фактор А)	Спосіб поливу (фактор В)	Урожайність, т/га	Витрати енергії, ГДж/га	Прихід енергії з урожаю, ГДж/га	Приріст енергії, ГДж/га	Енергосність продукції, ГДж/т	Енергетичний коефіцієнт
ДН Паланок (ФАО 180)	Контроль, без зрошення	5,06	32,32	67,33	35,01	6,92	2,08
	краплинне зрошення	10,24	64,01	180,52	116,51	11,38	2,82
	дощування	9,64	63,55	174,11	110,56	11,47	2,74
	підгрунтове зрошення	10,11	63,73	175,72	111,99	11,08	2,76
ДБ Лада (ФАО 190)	контроль, без зрошення	5,43	34,35	68,33	33,98	6,26	1,99
	краплинне зрошення	10,09	63,95	175,23	111,28	11,03	2,74
	дощування	9,48	63,11	171,11	108,00	11,39	2,71
	підгрунтове зрошення	9,88	63,69	173,09	109,4	11,07	2,72
ДН Галатєя (ФАО 250)	контроль, без зрошення	2,96	33,92	63,79	29,87	10,09	1,88
	краплинне зрошення	11,36	64,31	188,57	124,26	10,94	2,93
	дощування	9,98	64,05	185,45	121,40	12,16	2,90
	підгрунтове зрошення	10,67	64,14	186,76	122,62	11,49	2,91
ДН Світязь (ФАО 290)	контроль, без зрошення	2,99	33,99	67,42	33,43	11,18	1,98
	краплинне зрошення	11,58	64,46	191,15	126,69	10,94	2,97
	дощування	10,39	64,02	185,14	121,12	11,66	2,89
	підгрунтове зрошення	11,23	64,16	188,14	123,98	11,04	2,93
Асканія (ФАО 320)	контроль, без зрошення	2,65	36,11	66,96	30,85	11,64	1,85
	краплинне зрошення	15,46	67,45	208,56	141,11	9,13	3,09
	дощування	13,91	67,25	203,92	136,67	9,83	3,03
	підгрунтове зрошення	14,23	67,32	205,15	137,83	9,69	3,05
ДН Булат (ФАО 350)	контроль, без зрошення	2,73	36,19	71,96	35,77	13,10	1,99
	краплинне зрошення	15,27	67,41	203,56	136,15	8,92	3,02
	дощування	13,55	67,21	200,92	133,71	9,87	2,99
	підгрунтове зрошення	14,11	67,25	202,15	134,9	9,56	3,01
Приморський (ФАО 420)	контроль, без зрошення	2,01	37,19	74,12	36,93	18,37	1,99
	краплинне зрошення	17,14	68,05	225,46	157,41	9,18	3,31
	дощування	16,08	67,81	211,45	143,64	8,93	3,12
	підгрунтове зрошення	16,62	67,95	219,86	151,91	9,14	3,24
ДН Рава (ФАО 430)	контроль, без зрошення	2,00	37,19	73,52	36,33	18,17	1,98
	краплинне зрошення	17,27	68,19	226,52	158,33	9,17	3,32
	дощування	16,33	67,78	213,27	145,49	8,91	3,15
	підгрунтове зрошення	16,73	67,99	219,14	151,15	9,03	3,22

Максимальний показник приходу енергії з урожаєм показав гібрид ДН Рава (ФАО 430) за краплинного зрошення – 226,52 ГДж/га, найнижчим значенням – 63,79 ГДж/га відрізнявся гібрид ДН Галатея на контрольному варіанті без зрошення.

Приріст енергії у зрошуваних умовах майже у п'ять разів перевищував варіанти, що не поливалися. Так, за застосування краплинного зрошення рівень енергетичного приросту коливався в межах від 111,28 ГДж/га до 158,33 ГДж/га, на зрошенні дощуванням – від 108,00 ГДж/га до 145,49 ГДж/га, на підгрунтового зрошенні – від 109,40 ГДж/га до 151,91 ГДж/га.

Стосовно фактора А (гібрид) мінімальний приріст енергії спостерігався у гібриду ДБ Паланок на контрольному варіанту – 35,01 ГДж/га, максимальний приріст – 158,33 ГДж/га – у ДН Рава за краплинного зрошення.

Показники енергоємності технології вирощування свідчать про те, що найменшими вони були у ранньостиглих гібридів на природному зволоженні – 6,26–6,92 ГДж/т, із подовженням вегетаційного періоду енергоємність продукції на контрольному варіанті зросла до 18,37 ГДж/т. На зрошуваних ділянках енергоємність, навпаки, зменшувалася від ранньостиглих гібридів до середньопізніх. За умов зрошення максимальна енергоємність спостерігалася на дощуванні у гібриду ДН Паланок (11,47 ГДж/т), мінімальна енергоємність також була на зрошенні дощуванням у гібриду ДН Рава (8,91 ГДж/т).

Енергетичний коефіцієнт за період 2018–2020 рр. був максимальним за використання середньопізніх гібридів Приморський і ДН Рава на краплинному зрошенні і становив 3,31–3,32. Найвищий енергетичний коефіцієнт 3,32 установлений на варіанті з гібридом ДН Рава за краплинного зрошення. Отже, на даному варіанті встановлено найкращу в досліді біоенергетичну ефективність вирощування кукурудзи.

Висновки і пропозиції. Вартість валової продукції під час застосування розроблених елементів технології вирощування гібридів кукурудзи була найбільшою – 77,72 тис грн/га у гібриду ДН Рава за використання краплинного зрошення.

Кращими за показниками умовно чистого прибутку виявилися середньопізні гібриди Приморський та ДН Рава на варіанті вирощування за краплинного зрошення – 41,83 та 42,42 тис грн/т.

Рівень рентабельності був максимальний – 118,50–120,16% за краплинного зрошення на середньопізніх гібридах.

Серед зрошуваних варіантів найкращими показниками приходу енергії з урожаєм спостерігалися за вирощування середньопізніх гібридів на краплинному зрошенні. За фактором А (гібрид) максимальний прихід енергії спостерігався у середньопізніх гібридів – від 211,45 ГДж/га до 226,52 ГДж/га. За фактором В (спосіб поливу), найбільший прихід енергії спостерігався за краплинного зрошення – від 175,23 ГДж/га до 226,52 ГДж/га.

Найвищий енергетичний коефіцієнт 3,32 установлено на варіанті вирощування гібрида ДН Рава за краплинного зрошення. Отже, на даному варіанті встановлено найкращу в досліді біоенергетичну ефективність вирощування кукурудзи.

За умов природного зволоження в Південному Степу економічно та енергетично доцільно вирощувати лише гібриди ранньостиглої групи ФАО 180–190 із генетично зумовленою стійкістю до посухи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Averchev O., Fesenko H. Analysis of economic aspects of buckwheat, panicum and rice growing and production in central and Eastern Europe and Ukraine. *Baltic Journal of Economic Studies*. 2019. Vol 5. № 5. P. 213–221. URL: <http://hdl.handle.net/123456789/773>.
2. Сакун А.Ж., Корчагіна В.Г. Поточна ситуація та особливості організації зернового ринку. *Таврійський науковий вісник*. 2006. Вип. 44. С. 219–222.
3. Шпичак О.М. Економічні проблеми на ринку зерна України. *Вісник аграрної науки*. 2002. № 10. С. 5–10.
4. Жуйков Г.Є., Димов О.М. Порівняльна економіко-енергетична оцінка вирощування основних с.-г. культур на Півдні України. *Вісник аграрної науки південного регіону*. 2000. № 2. С. 85–89.
5. Томашук О.В. Економічна ефективність вирощування гібридів кукурудзи на зерно за різних технологій обробітку ґрунту. *Корми і кормовиробництво*. 2019. Вип. 87. С. 144–150.
6. Мацибора В.І. Економіка сільського господарства : підручник. Київ : Вища школа, 1994. 353 с.
7. Зайцев О., Ковальов В. Прибутковість вирощування соняшнику, кукурудзи в Східному регіоні України в 2004 році. *Пропозиція*. 2005. № 1. URL: <http://www.propozitsiya.com/?PartID=2&RePartID=21&Year=2005&Month=01&Item=1249>.
8. Петриченко В.Ф., Кобак С.Я., Колісник С.І. Науково-практичні рекомендації щодо оптимального співвідношення сільськогосподарських культур у сівознах у різних ґрунтово-кліматичних умовах. *Корми і кормовиробництво*. 2019. Вип. 87. С. 19–25.
9. Панасюк О.Я. та ін. Вінниця: Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН, 2017. 24 с.
10. Марченко Т.Ю., Писаренко П.В., Глушко Т.В. Кукурудза на зрошенні. Способи і окупність поливів. *Агрономія сьогодні. Здоров'я рослин: Кукурудза*. Київ : Impress-media.kiev, 2017. С. 71–73.
11. Медведовський О.К., Іваненко П.І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ : Урожай, 1988. 208 с.
12. Орленский Н.А., Орленская Н.А. Биоэнергетическая эффективность выращивания кукурузы на зерно. *Зерновое хозяйство*. 2005. № 1. С. 20.
13. Поліщук М.І., Азуркін В.О. Біоенергетична оцінка самозапилених ліній і простих гібридів кукурудзи. *Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства УААН»*. 2007. Вип. 2. С. 122–126. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpzeml_2007_2_26.
14. Калініченко О.В. Методичні засади оцінки енергетичної ефективності виробництва продукції рослинництва. *Облік і фінанси*. 2016. № 2. С. 150–155.
15. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях / Р.А. Вожегова та ін. Херсон : Грінь Д.С., 2014. 268 с.
16. Дисперсійний і кореляційний аналіз результатів польових дослідів : монографія / В.О. Ушкаренко та ін. Херсон : Айлант, 2009. 372 с.
17. Медведовський О.К., Іваненко П.І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій у сільськогосподарському виробництві. Київ : Урожай, 1988. 208 с.
18. Калініченко О.В. Методичні засади оцінки енергетичної ефективності виробництва продукції рослинництва. *Облік і фінанси*. 2016. № 2. С. 150–155.
19. Тараріко Ю.О., Несмашна О.М., Глущенко Л.Д. Біоенергетична оцінка сільськогосподарського виробництва. Київ : Аграрна наука, 2005. 200 с.
20. Ціноутворення та нормативні витрати в сільському господарстві (теорія, методологія, практика) / П.Т. Саблук та ін. Київ, 2008. Т. 1. 266 с.
21. Ціноутворення та нормативні витрати в сільському господарстві (теорія, методологія, практика) / П.Т. Саблук та ін. Київ, 2008. Т. 2. 650 с.
22. Болотських О.С., Довгаль М.М. Методика біоенергетичної оцінки технологій в овочівництві. Харків, 1999. 28 с.

УДК 633.34:631.527.5

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.19>

КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА КОЛЕКЦІЙНИХ ЗРАЗКІВ СОЇ ЗА ВРОЖАЙНІСТЮ В ЛІВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Рибальченко А.М. – к.с.-г.н.,

асистент кафедри селекції, насінництва і генетики,

Полтавська державна аграрна академія

У статті викладено результати досліджень щодо формування врожайності ($г/м^2$) колекційних зразків сої. За врожайністю досліджувані зразки розподілені так: дуже низька (<65–75% до стандарту) – 15 зразків (10,3%), низька (76–95% до стандарту) – 80 зразків (55,2%), середня (96–115% до стандарту) – 42 зразки (28,9% до стандарту), висока (116–135% до стандарту) – 8 (5,6%). Доведено актуальність вивчення колекційних зразків сої з метою добору перспективних форм для селекції. Наведено результати вивчення врожайності ($г/м^2$) колекційних зразків сої вітчизняної та зарубіжної селекції. Досліджено мінливість урожайності ($г/м^2$) колекційних зразків сої за групами стиглості. Найбільший рівень мінливості врожайності ($г/м^2$) спостерігали в скоростиглій (101–120 діб) групі ($V = 13,9\%$). На основі результатів кореляційного аналізу встановлено, що найбільш сильна залежність існує між урожайністю ($г/м^2$) та масою насіння з рослини ($r = 0,98$) та масою 1000 насінин ($r = 0,94$). Це свідчить про те, що за збільшення продуктивності (маси насіння з рослини) і маси 1000 насінин урожайність ($г/м^2$) збільшуватиметься.

Для селекційної практики більш цінними є зразки, що б поєднували високий рівень урожайності та скоростиглість. За результатами досліджень установили, що більшість колекційних зразків сої формувала врожайність ($г/м^2$) у межах від 450 до 550 $г/м^2$. Виділено колекційні зразки сої, які поєднують скоростиглість із високим рівнем урожайності ($г/м^2$). За дослідженнями врожайності колекційних зразків сої оцінено і виділено найбільш урожайні за тривалістю вегетаційного періоду до 110 діб зразки сої, такі як: LF-8, OAC Vision, Устя, Алмаз, Байка, СН 32-15, Адамос, КуВін, Хвиля, Фаєтон, Мрія. Формування врожайності ($г/м^2$) було на рівні пізньостиглих колекційних зразків.

Так колекційний зразок OAC Vision формувала врожайність 603,7 $г/м^2$, що становило 123,5% до стандарту, колекційний зразок LF-8 – 577,0 $г/м^2$ (118,1%), Устя – 609,0 $г/м^2$ (103,6%), Алмаз 698,0 $г/м^2$ (118,7%), Адамос – 642,3 $г/м^2$ (109,2%), КуВін – 683,0 $г/м^2$ (116,2%), Хвиля – 685,7 $г/м^2$ (116,7%), Фаєтон – 630,7 $г/м^2$ (107,3%), Мрія – 611,0 $г/м^2$ (103,9%).

Ключові слова: соя, колекція, зразок, селекція, вихідний матеріал, продуктивність, урожайність.

Rybalchenko A.M. Complex assessment of soybean collection samples by yield capacity in the Left-bank Forest-Steppe of Ukraine

The results of studying the formation of soybean collection samples yield (g/m^2) are presented in the article. The investigated samples were distributed by their yield capacity in the following way: very low (<65–75% as compared to the standard) – 15 samples (10.3%), low (76–95% to the standard) – 80 samples (55.2%), average (96–115% to the standard) – 42 samples (28.9%), and high (116–135% to the standard) – 8 samples (5.6%). The importance of studying soybean collection samples with the aim of choosing the promising forms for breeding was proven. The results of studying the yield (g/m^2) of soybean collection samples of Ukrainian and foreign selection were given. The yield variability (g/m^2) of soybean collection samples by groups of ripeness was investigated. The highest level of yield variability (g/m^2) was observed in the early-ripening (101–120 days) group ($V = 13.9\%$). Based on the results of correlation analysis, it has been established that the strongest dependence is between the yield (g/m^2) and seed weight per plant ($r = 0.98$) as well as thousand-seed weight ($r = 0.94$). This proves the fact that at increasing productivity (seed weight per plant) and thousand-seed weight, the yield (g/m^2) will grow.

For selection practice, the samples combining a high level of yield and early maturity are more valuable. According to the study results, it has been found that the majority of soybean collection samples formed the yield (g/m^2) from 450 to 550 g/m^2 . The soybean collection samples combining early maturity with a high yield level (g/m^2) were isolated. After investigating soybean collection samples by their yields, the most high-yielding soybean samples having the growing

period duration of up to 110 days were assessed and chosen, such as: LF-8, OAC Vision, Ustia, Almaz, Baika, CH 32-15, Adamos, KyVin, Khvylia, Faeton, and Mriia. The yield formation (g/m²) was at the level of late-ripening collection samples.

For example, OAC Vision sample formed the yield of 603.7 g/m², which made 123.5% to the standard, LF-8 collection sample – 577.0 g/m² (118.1%), Ustia – 609.0 g/m² (103.6%), Almaz – 698.0 g/m² (118.7%), Adamos – 642.3 g/m² (109.2%), KyVin – 683.0 g/m² (116.2%), Khvylia – 685.7 g/m² (116.7%), Faeton – 630.7 g/m² (107.3%), and Mriia – 611.0 g/m² (103.9%).

Key words: soybean, collection, sample, breeding, parent material, productivity, yield capacity.

Постановка проблеми. Бобові, зокрема соя (*Glycine max*), – важлива частина світового сільського господарства, оскільки вони фіксують атмосферний азот за допомогою симбіозів із мікроорганізмами. Зокрема, соя важлива у всьому світі як переважаюче рослинне джерело білкового корму для тварин, так і олії для приготування їжі [1, с. 178]. Селекціонери успішно збільшують урожайність сої, але генетична структура врожайності та ключові агрономічні ознаки залишаються недостатньо вивченими [2, с. 3367].

В умовах реформування сільського господарства України особливо гостро постає питання збільшення виробництва продукції рослинництва. У вирішенні цієї проблеми надзвичайно велика роль належить саме зернобобовим культурам, у тому числі й сої, яка є джерелом білка та добрим попередником для культур у сівозміні [3, с. 75].

Багатопрофільність використання сої збільшує попит на культуру і призводить до збільшення її площ вирощування. Але, незважаючи на розширення площ і поліпшення сортів, вплив чинників зовнішнього середовища, що постійно змінюються, впливає на врожайність і не дає стабільних високих результатів, тому виведення нових сортів сої з підвищеною продуктивністю є дуже актуальним [4, с. 52].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Головним завданням селекції будь-яких сільськогосподарських культур у всі часи було і залишається підвищення продуктивності рослин. Висока продуктивність – це результат найбільш оптимального поєднання елементів структури врожаю [5, с. 129]. Урожайність – найважливіший результативний показник землеробства і сільськогосподарського виробництва у цілому. Рівень урожайності відображає вплив економічних і природних умов, а також є головним показником, за яким установлюють доцільність застосування тих чи інших агротехнічних заходів [6, с. 50].

Водночас наявні у виробництві сорти сої ще далеко не повністю відповідають вимогам виробництва. Ще не досягнута стабільно висока продуктивність сортів сої, стійкість до екстремальних чинників довкілля, в окремі несприятливі роки деякі сорти вилягають, збільшується період їх вегетації за більш пізніх строків сівби або за зниження температури в період вегетації. Основна проблема підвищення виробництва сої в Україні – це порівняно невисока середня врожайність її насіння, яка в середньому становить від 1,22 до 1,68 т/га [7, с. 306].

Для підвищення насінневої продуктивності велике значення має поліпшення індексу врожаю – співвідношення між урожаєм насіння і надземною вегетативною масою з доведенням його не менше ніж до 60%. Ознака індексу врожаю як генетично зумовлена меншою мірою залежить від середовищних чинників, тісно корелює з біологічною врожайністю і може бути ефективним критерієм непрямого добору в різних поколіннях. Урожайність біомаси у сої має позитивний зв'язок із тривалістю вегетаційного періоду сорту, проте її підвищення можливе

і без подовження терміна вегетації. Збільшення врожайного потенціалу надземної частини рослин можна поєднувати з високим збиральним індексом. У процесі селекційної роботи можна збільшити індекс урожаю, що свідчить про різну здатність сортів сої перерозподіляти накопичену суху речовину між вегетативною масою та насінням [8, с. 119–120].

Вивчення та добір вихідних форм для селекції і створення нових сортів потрібно проводити на максимально вирівняному тлі. Добір на врожайність слід сполучати з добором на оптимальне прикріплення нижніх бобів і стійкість до розтріскування, що мінімізує втрати під час збирання [9, с. 244].

Потенціал урожайності (Y_p) – це врожайність, що можлива за вирощування в навколишньому середовищі, до якого рослини пристосовані, з необмеженим водопостачанням та запасами поживних речовин, а також зі шкідниками, бур'янами та хворобами, які ефективно контролюються. Визначення причин різниці між потенціалом урожайності та фактичною врожайністю виробників обмежилося різними географічними зонами вирощування. У цьому дослідженні розроблено новий підхід до виявлення причин різниці врожаю на великих сільськогосподарських територіях із різноманітними кліматом та ґрунтами. Цей підхід застосовувався для кількісного визначення та обґрунтування врожайності сої у звичайних умовах та умовах зрошення в північно-центральному регіоні США (Північна Америка, США), де зосереджено близько третини світового виробництва сої [10, с. 171].

Світове генетичне різноманіття є найважливішим складником у підборі батьківських форм під час створення нових адаптованих до певних кліматичних умов, стійких до несприятливих чинників середовища, високопродуктивних сортів із заданими параметрами якості [11, с. 18].

Позитивно з урожайністю корелює маса 1 000 насінин і на 80–90% визначається генетичними особливостями сорту, успадковується досить стійко [12, с. 114].

Подальше зростання виробництва насіння сої потребує наявності і впровадження нових сортів з оптимальним поєднанням елементів продуктивності, скоростиглості. Для створення таких сортів слід поновлювати і вивчати новий генофонд сої, продовжувати пошук джерел і донорів господарсько-цінних ознак, виявляти особливості мінливості та успадкування важливих ознак, оптимізувати методи оцінювання і створення нового вихідного матеріалу [13, с. 87].

На 2021 р. Державний реєстр сортів рослин налічує 283 сорти сої, придатні до поширення в Україні [14]. За значного збільшення посівних площ та валових зборів зерна врожайність сої збільшується достатньо повільними темпами, а отже, є потенціал до більшого зростання продуктивності. Успіхи селекційної роботи з будь-якою культурою залежать від наявного і створеного вихідного матеріалу. У зв'язку із цим вивчення колекційних зразків сої і добір форм, перспективних для селекції на продуктивність, є актуальним питанням сьогодні [15, с. 146].

Метою статті є висвітлення питання з вивчення вихідного матеріалу сої для створення врожайних сортів сої в умовах Лівобережного Лісостепу України.

Постановка завдання. Польові дослідження проводилися в 2013–2015 рр. на дослідному полі Полтавської державної аграрної академії, що за зональним розподілом належить до центральної підзони Лісостепу України. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем опідзолений на лесі, уміст гумусу в орному шарі 0–20 см – 3,95–4,36%. Гідролітична кислотність на глибині 0–20 см – 3,14 мг-екв/100 г ґрунту.

Об'єктом досліджень була колекція сої різного еколого-географічного походження. Вивчали 145 колекційних зразків, які походять із 14 країн світу, згідно із загальноприйнятою методикою [16].

Проводили фенологічні спостереження з подальшим розподілом зразків за групами стиглості. Збирали колекційні зразки вручну.

Урожайність кожного зразка визначали в $\text{г}/\text{м}^2$ і порівнювали зі стандартом у кожній групі стиглості. Під час вивчення врожайності ($\text{г}/\text{м}^2$) використовували Широкий уніфікований класифікатор роду *Glucine max* (L.) Merr. [17], згідно з яким зразки розподілено за такими параметрами (до стандарту, %): дуже низька – < 65–75%, низька – 76–95%, середня – 96–115%, висока – 116–135%, дуже висока – > 135%.

Статистичне оброблення результатів досліджень виконували з використанням дисперсійного і кореляційно-регресійного методів за методиками, описаними Б.А. Доспеховим [18]. Математичну обробку одержаних результатів досліджень проводили за допомогою пакету програм Microsoft Office Excel, Statistics 6.0.

Метеорологічні умови періоду вегетації сої у роки досліджень відрізнялися. Відмінність погодних умов 2013 р. полягала в надмірному зволоженні у вересні (ГТК = 2,89), інші місяці були більш сприятливими для росту і розвитку рослин (травень – ГТК = 0,90; червень – ГТК = 1,42; липень – ГТК = 1,03; серпень – ГТК = 0,70). Погодні умови 2014 р. в травні (ГТК = 0,98), липні (ГТК = 0,67) і серпні (ГТК = 0,54) досить посушливі. Умови червня і вересня за рівнем ГТК трактувалися як дуже зволожені (червень – ГТК = 2,42; вересень – ГТК = 2,10). У липні, серпні та вересні 2015 р. погодні умови були надзвичайно засушливі (липень ГТК = 0,66; серпень – ГТК = 0,13; вересень – ГТК = 0,2). Тільки в травні і червні (ГТК = 1,33, ГТК = 1,98) погодні умови були сприятливими.

Виклад основного матеріалу дослідження. За врожайністю досліджувані зразки розподілені наступним чином: дуже низька (<65–75%) – 15 зразків (10,3%), низька (76–95%) – 80 зразків (55,2%), середня (96–115%) – 42 зразки (28,9%), висока (116–135%) – 8 (5,6%) (рис. 1).

За результатами досліджень установили, що більшість колекційних зразків сої формувала врожайність у межах від 450 до 550 $\text{г}/\text{м}^2$ (рис. 2).

Колекційні зразки пізньостиглої групи формували вищий рівень урожайності ($\text{г}/\text{м}^2$). Для селекційної практики більш цінними є зразки, що б поєднували високий рівень урожайності та скоростиглість.

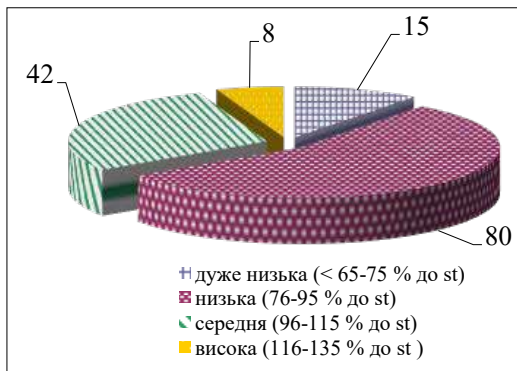


Рис. 1. Розподіл колекційних зразків сої за врожайністю, шт. (2013–2015 рр.)

Ознака «урожайність» слабомінлива. Коефіцієнт варіації за даною ознакою коливався від 2,05% у сорту Сасуга до 13,79% у сорту Селекта 302. Слабомінливими виявилися 130 зразків, середньомінливими – 15 зразків. У середньому за три роки в ультраскоростиглій групі (до 100 діб) урожайність становила 454 $\text{г}/\text{м}^2$, а мінливість (V) – 13,4%; у скоростиглій (101–120 діб) – 505,2 $\text{г}/\text{м}^2$, V – 13,9%; середньостиглій (121–140 діб) – 580,3 $\text{г}/\text{м}^2$, V – 12,0%; пізньостиглій (141–160 діб) – 660,8 $\text{г}/\text{м}^2$, V – 13,5% (табл. 1).

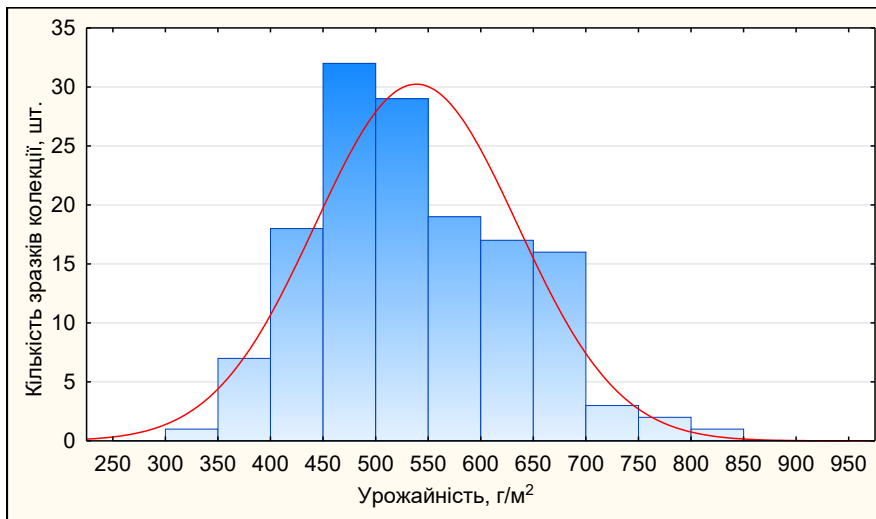


Рис. 2. Гістограма розподілу генотипового різноманіття колекційних зразків сої за врожайністю (г/м²), 2013–2015 рр.

Таблиця 1

Параметри мінливості ознаки «урожайність» (2013–2015 рр.)

Група стиглості	2013		2014		2015		За 3 роки	
	\bar{X} , г	V, %	\bar{X} , г	V, %	\bar{X} , г	V, %	\bar{X} , г	V, %
Ультраскоростиглі	473,1	13,2	455,3	13,1	434,9	15,6	454,4	13,4
Скоростиглі	501,5	16,4	518,2	14,9	495,8	14,0	505,2	13,9
Середньостиглі	587,7	14,2	597,5	13,5	555,6	11,8	580,3	12,0
Пізнюстиглі	686,3	14,9	677,0	14,1	619,1	13,1	660,8	13,5
Середнє по колекції	542,5	20,1	550,1	18,7	518,9	17,0	537,2	17,8
Мах значення	874,0		895,0		778,0		849,0	
Мін значення	318,0		346,0		309,0		324,3	

За дослідженнями врожайності колекційних зразків сої були оцінені і виділені найбільш урожайні з тривалістю вегетаційного періоду до 110 діб зразки сої для подальшої селекційної роботи: LF-8, OAC Vision, Устя, Алмаз, Байка, СН 32-15, Адамос, КиВін, Хвиля, Фаєтон, Мрія.

Нами було виділено зразки з колекційного матеріалу, які відрізнялися скоро-стиглістю та врожайністю. Тривалість вегетаційного періоду у таких зразків не перевищував 110 діб, а формування врожайності було на рівні пізнюстиглих колекційних зразків.

Так, колекційний зразок OAC Vision формував урожайність 603,7 г/м², що становило 123,5% до стандарту, колекційний зразок LF-8 – 577,0 г/м² (118,1%), Устя – 609,0 г/м² (103,6%), Алмаз – 698,0 г/м² (118,7%), Адамос – 642,3 г/м² (109,2%), КиВін – 683,0 г/м² (116,2%), Хвиля – 685,7 г/м² (116,7%), Фаєтон – 630,7 г/м² (107,3%), Мрія – 611,0 г/м² (103,9%). На рівні стандарту формували врожайність сорт Байка – 579,3 г/м² (98,6%) і лінія СН 32-15 – 573,7 г/м² (97,6%) (табл. 2).

Таблиця 2

Характеристика колекційних зразків сої за скоростиглістю та врожайністю, г/м² (2013–2015 рр.)

Номер Національного каталогу	Назва зразка	Країна походження	Тривалість вегетаційного періоду, дб	Маса			Урожайність	
				насіння з рослини, г	% до стандарту	1000 насінин	г/м ²	% до стандарту
UD0202379	LF-8	POL	88,33	22,33	116,9	155,00	577,0	118,1
UD0201929	ОАС Vision	CAN	95,00	24,20	126,7	167,33	603,7	123,5
UD0200773	Устя	UKR	103,67	24,50	108,9	179,33	609,0	103,6
UD0202309	Алмаз	UKR	104,00	29,77	132,3	183,67	698,0	118,7
UD0202427	Байка	UKR	105,00	22,50	99,8	154,67	579,3	98,6
UD0202357	СН 32-15	BLR	105,33	22,33	99,2	160,33	573,7	97,6
UD0202628	Адамос	UKR	106,33	25,20	112,0	164,67	642,3	109,2
UD0201952	КиВін	UKR	107,33	28,90	128,4	184,67	683,0	116,2
UD0202466	Хвиля	UKR	106,00	28,57	126,9	173,00	685,7	116,7
UD0200715	Фаетон	UKR	109,00	24,90	110,6	163,33	630,7	107,3
UD0201974	Мрія	UKR	110,00	24,63	109,5	168,00	611,0	103,9

За продуктивністю (масою насіння з рослини) досліджувані зразки сої розподілені на чотири групи: дуже низькопродуктивні (<76% до стандарту), низькопродуктивні (76–95% до стандарту), середньопроодуктивний (96–115% до стандарту), високопродуктивні (116–135% до стандарту)

Високу продуктивність (116–135% до стандарту) виявлено у 13 зразків: ОАС Vision, LF-8, СН 32-15, Алмаз, Хвиля, КиВін, Фарватер, Ельдорадо, КГ-70, Blackjack 21, Hejiao 87-94-3, Sui 76-5191, Heinong 10. Із них чотири зразки за походженням з України, три – з Китаю, два – з Канади і по одному зразку з Росії, США, Білорусі, Польщі.

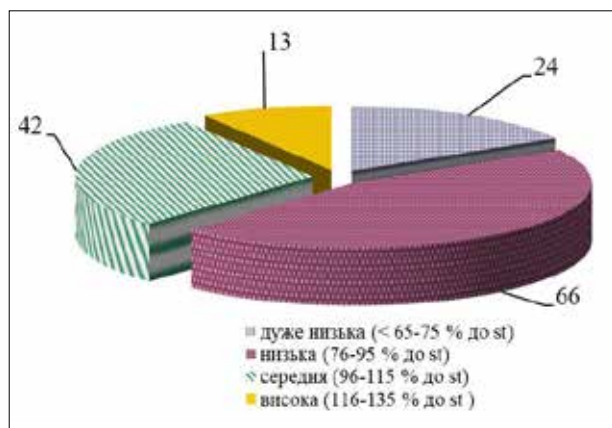
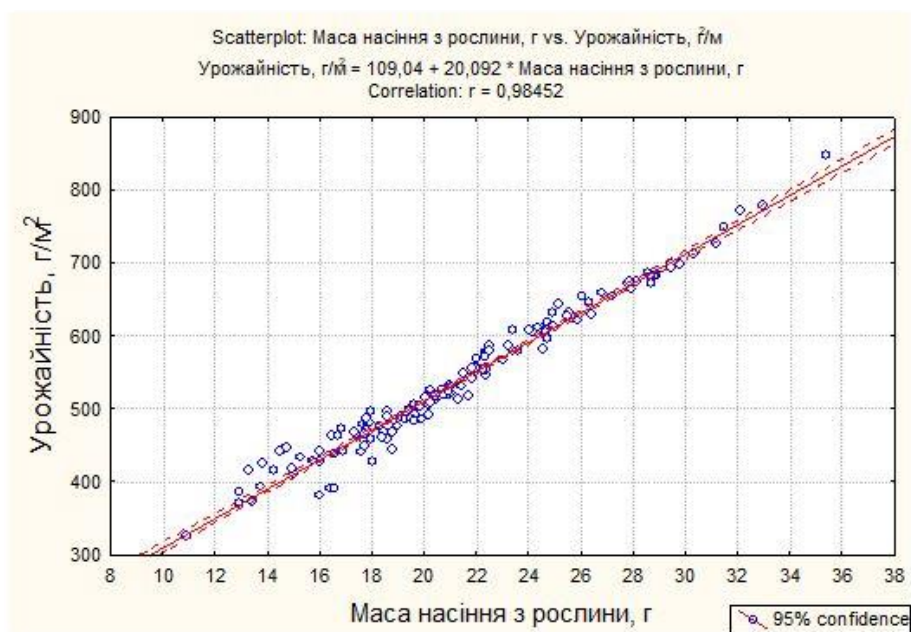


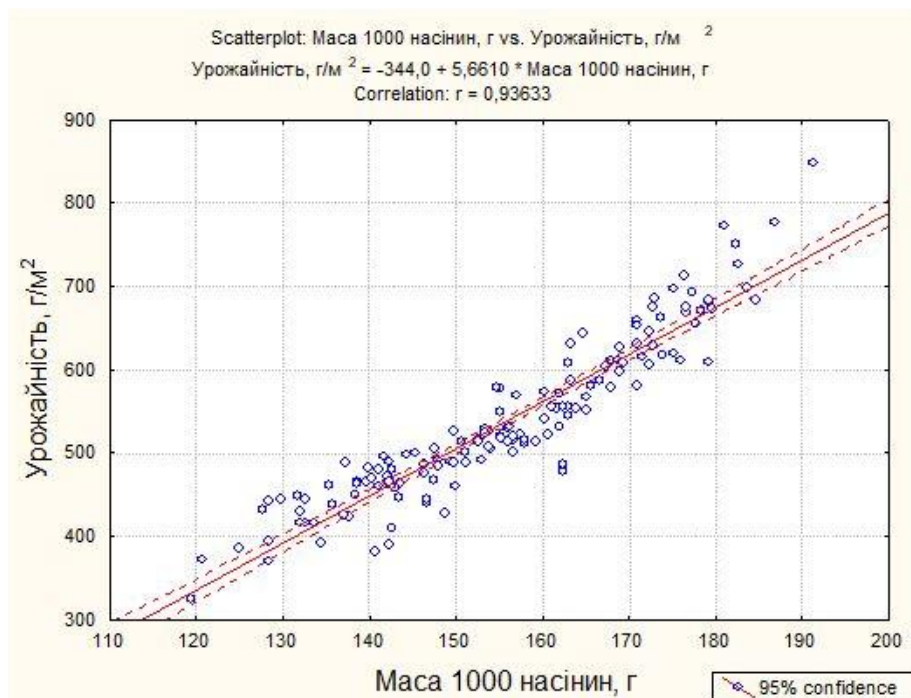
Рис. 3. Розподіл колекційних зразків сої за масою насіння з рослини, (2013–2015 рр.)

Прояв кореляційних залежностей проявив себе як стабільний за роками. Урожайність була тісно пов'язана з масою насіння з рослини ($r = 0,98$), масою 1 000 насінин ($r = 0,94$) (рис. 4).

Із побудованих діаграм розсіяння ми бачимо, що маємо пряму лінійну залежність. Це свідчить про те, що за збільшення продуктивності (маси насіння з рослини) і маси 1 000 насінин урожайність (г/м²) збільшуватиметься.



а)



б)

Рис. 4. Кореляційна залежність між урожайністю сої (г/м²) та масою насіння з рослини (А), масою 1 000 насінин (Б) (2013–2015 рр.)

Висновки і пропозиції. Оцінювання колекційних зразків сої за врожайністю має велике значення у селекційній роботі. У результаті проведеного дослідження виділено зразки з високим рівнем урожайності (г/м²): ОАС Vision формував урожайність 603,7 г/м², що становило 123,5% до стандарту, LF-8 – 577,0 г/м² (118,1%), Устя – 609,0 г/м² (103,6%), Алмаз – 698,0 г/м² (118,7%), Адамос – 642,3 г/м² (109,2%), КиВін – 683,0 г/м² (116,2%), Хвиля – 685,7 г/м² (116,7%), Фаєтон – 630,7 г/м² (107,3%), Мрія – 611,0 г/м² (103,9%).

Перспектива подальших досліджень – залучати до вивчення вихідного матеріалу сої якомога більше зразків для виділення донорів і джерел цінних господарських ознак.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Schmutz, J., S.B. Cannon, J. Schlueter, J. Ma, (...), G. Stacey, J. Specht, D. Rokhsar, R.C. Shoemaker, S.A. Jackson. Genome sequence of the palaeopolyploid soybean. *Nature*. 2010. Vol. 463. P. 178–183. DOI: 10.1038/nature08670.
2. Diers, B.W., Specht, J., Rainey, K.M., (...), Cary, T., Beavis, W.D. Genetic architecture of soybean yield and agronomic traits. *G3: Genes, Genomes, Genetics*. 2018. Vol. 8. P. 3367–3375. DOI: 10.1534/g3.118.200332.
3. Мосьондз Н.П. Формування продуктивності сої залежно від технологічних заходів вирощування в умовах північної частини Лісостепу. *Землеробство*. 2014. Вип. 1–2. С. 74–77.
4. Мінливість урожайності зразків сої в умовах Півдня України / Ю.І. Донцова та ін. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2019. № 27. С. 51–58.
5. Удосконалення доборів на підвищення продуктивності сої в умовах зрошення / Ю.О. Лавриненко та ін. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2015. С. 129–131.
6. Іванюк С.В. Потенціал продуктивності соєвого поля. *Агробізнес сьогодні*. 2015. № 21(316). С. 50–51.
7. Михайлов В.Г., Щербина О.З., Романюк А.С. Характеристика скоростиглих і середньостиглих сортів сої для зони Лісостепу і Полісся України. *Селекція і насінництво*. 2011. Вип. 100. С. 306–314.
8. Соя : монографія / В.В. Кириченко та ін. Харків, 2016. 400 с.
9. Бабич А.О., Бабич-Побережна А.А. Селекція, виробництво, торгівля і використання сої у світі. Київ : Аграрна наука, 2011. 548 с.
10. Rattalino Edreira, J.I., Mourtzinis, S., Conley, S.P., (...), Staton, M.J., Grassini, P. Assessing causes of yield gaps in agricultural areas with diversity in climate and soils. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2017. Vol. 247. P. 170–180. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2017.07.010>.
11. Методичні рекомендації з вивчення генетичних ресурсів зернобобових культур / Л.Н. Кобизєва та ін. ; Ін-т рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. Харків, 2016. 84 с.
12. Марченко Т.Ю. Прояв гетерозису за ознакою «маса 1000 насінин» у гібридів сої в умовах зрошення Півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2012. Вип. 80. С. 114–118.
13. Білявська Л.Г., Рибальченко А.М. Формування насінневої продуктивності у колекційних зразків сої в умовах Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 3(90). С. 87–94. DOI: 10.31210/visnyk2018.03.12.
14. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2021 рік. Київ, 2021. URL: <https://sops.gov.ua/reestr-sortiv-roslin>.
15. Стрижак А.М. Сучасний стан та перспективи розвитку виробництва насіння сої в Україні. *Таврійський науковий вісник*. 2018. Вип. 99. С. 141–147.

16. Методические указания по изучению коллекции зерновых бобовых культур / Н.И. Корсаков и др. Ленинград, 1975. 59 с.

17. Широкий уніфікований класифікатор роду *Glycine* max. (L.) Merr. / Л.Н. Кобизева та ін. ; УААН, Ін-т рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. Харків, 2004. 37 с.

18. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва : Агропромиздат, 1985. 351 с.

УДК 632:631.153:633.11“324”

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.20>

КОНТРОЛЬ РИЗИКІВ ФОРМУВАНЬ АГРОЦЕНОЗІВ ЗА СУЧАСНИХ СИСТЕМ ВИРОЩУВАННЯ ПОЛЬОВИХ КУЛЬТУР У ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Сахненко Д.В. – к.с.-г.н.,

старший науковий співробітник кафедри інтегрованого захисту та карантину рослин,
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Доля М.М. – д.с.-г.н., професор,

завідувач кафедри інтегрованого захисту та карантину рослин,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Ковальська А.В. – аспірант,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

У статті наведено дані щодо розвитку та поширення шкідливих видів комах у посівах пшениці озимої, зокрема за механізмами саморегуляції ентомокомплексів залежно від чинників зовнішнього середовища та впливу інсектицидів і добрив на структуру ценозів.

Установлено, що коливання погоди і зміни клімату впливають на структуру ентомокомплексу пшениці озимої у регіоні досліджень. Зокрема, у 2020–2021 рр. на посівах пшениці озимої виявлено коливання чисельності хлібних жуків, посівного та степового коваліків, чорнотілок, червневого та травневого хрущів, а також хижих жуужелиць та інших видів членистоногих. Більшість видів не мала широкого поширення і завдавала шкоди лише за певних умов вегетації польових культур.

При цьому у сучасних системах захисту польових культур від комплексу шкідливих видів комах доцільним виявилось врахування механізмів формувань ентомокомплексів із визначенням впливу комплексу чинників на просторову міграцію фітофагів, а також закономірності локальних проявів шкідливості ґрунтових та інших груп фітофагів на різних етапах органогенезу рослин.

У 2012–2021 рр. установлено, що чисельність ґрунтових шкідників залежала як від попередника, так і застосованих добрив та засобів захисту рослин. Однак популяції формувалися за динамікою показників абіотичних чинників, що впливали на біологію та екологію фітофагів. Зокрема, у посушливих періодах спостерігалися масові зниження ступеня розмноження ґрунтоживучих видів. При цьому періодичність спалахів масового розмноження коваліків обґрунтовувалася здатністю імаго до міграції восени і нанесення личинками відчутних утрат урожаю зернобобовим та злаковим культурам у весняний період.

Ключові слова: саморегуляція ентомокомплексів, моніторинг, пшениця озима, системи захисту рослин, добрив і обробітку ґрунту.

Sakhnenko D. V., Dolya M. M., Kovalska A. V. Controlling the risks of agrocenoses formation in modern systems of growing field crops in the Forest-Steppe of Ukraine

The article provides data on the development and distribution of harmful insect species in winter wheat crops, in particular, on the mechanisms of self-regulation of entomocomplexes

depending on environmental factors and the influence of insecticides and fertilizers on the structure of cenoses.

It was found that weather fluctuations and climate changes affect the structure of the winter wheat entomocomplexes in the study region. In particular, in 2020–2021, fluctuations in the number of bread beetles, sowing and steppe click beetles, darkling beetles, June and May beetles, as well as carnivorous ground beetles and other species of arthropods were found on winter wheat crops. Most of the species were not widespread and caused damage only under certain growing conditions of field crops.

At the same time, in modern systems for protecting field crops from a complex of harmful insect species, it turned out to be expedient to take into account the formation mechanisms of the entomocomplex with the determination of the influence of a complex of factors on the spatial migration of phytophages. And also the regularities of local manifestations of harmfulness of soil and other groups of phytophages at various stages of plant organogenesis.

In 2012–2021, it was found that the number of soil pests depended on both the predecessor and the applied fertilizers and plant protection products. However, populations were formed according to the dynamics of indicators of abiotic factors that influenced the biology and ecology of phytophages. In particular, during dry periods, massive reductions in the degree of reproduction of ground species were observed. At the same time, the frequency of outbreaks of mass reproduction of click beetles was justified by the ability of adults to migrate in the fall and cause significant losses of yield by the larvae to grain-legumes and cereals in the spring.

Key words: self-regulation of the entomocomplex, monitoring, winter wheat, plant protection systems, fertilizers and soil cultivation.

Постановка проблеми. За останнє десятиріччя механізми саморегуляції в агроценозах набули нових форм організації і дії. Це свідчить про важливість моніторингу особливостей біології та екології шкідливих і корисних видів комах за нових сівозмін з оцінкою впливу систем живлення та захисту польових культур. Нагальним є вдосконалення технологій вирощування та впровадження у виробництво еколого- й економічно обґрунтованих систем землеробства, що сприяє збільшенню валових зборів та якості отриманого врожаю [1; 8; 12].

За нових форм землекористування системи захисту польових культур передбачають застосування новітнього моніторингу закономірних процесів у ґрунті і за етапами органогенезу польових культур, починаючи з оптимізації сівозміни, підготовки насіння до сівби та контролю структури ентомокомплексу на початкових фазах розвитку рослин [4]. Зокрема, підвищення стійкості рослин як проти комплексу видів шкідливих організмів шляхом протруєння насіння інсектицидами з одночасною обробкою його мікро- та макроелементами, так і впливу на цільові й не цільові об'єкти засобів хімізації минулих років [1; 6].

Для вдосконалення системи захисту польових культур важливим є вивчення показників формувань ентомокомплексів різних таксономічних угруповань шкідливих організмів і розроблення інноваційних захисних заходів від комплексу комах-фітофагів, що розмножуються, на тлі нових наслідків інтенсифікації агроценозів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Узагальнення результатів багаторічних досліджень щодо оцінки впливу комплексу факторів агроценозів на види й особливості формувань популяцій членистоногих свідчить про велике значення і важливість таких спостережень у часі та просторі. Зокрема, встановлено, що першочергового значення набувають показники контролю ефективності управління ентомокомплексами та іншими угрупованнями організмів за етапами органогенезу культурних рослин у допосівний період і за особливостями багаторічної та сезонної динаміки чисельності сучасних видів. Це частково узагальнено в роботах М.М. Доли, С.В. Станкевича, Е.Н. Білецького та ін. Вітчизняні вчені та дослідники фокусують увагу, головним чином, на визначенні показників чисельності за окремих систем і технологій вирощування польових культур, зокрема за короткочасних сівозмін [3; 7–11].

Постановка завдання. Метою дослідження було визначити вплив різних методів захисту польових культур за високоефективних систем мінерального та органо-мінерального живлення та сумішей засобів захисту рослин на розвиток, розмноження, виживання та поширення комплексу шкідників і продуктивність культурних рослин пшениці озимої.

У 1992–2021 рр. досліджували вплив мінерального удобрення, біологічного і хімічного методів захисту рослин від ґрунтових комах-фітофагів на продуктивність польових культур у загальноприйнятій сівозміні.

Загальна площа посівної ділянки – 1000 м², облікової – 100 м². Повторність у досліді – чотириразова. Використовували польовий, лабораторний, математично-статистичний методи згідно із загальновизнаними в Україні методиками та методичними рекомендаціями [1–5].

Виклад основного матеріалу дослідження. Установлено, що популяція як єдина біологічна система характеризується цілісністю і незалежністю, структурованістю й динамічністю за особливим видовим показником агроценозів, які формуються на тлі застосованих технологій у вирощуванні польових культур. У нових популяціях завжди присутні різні за віком, статтю, морфологією, фізіологією, екологією та етологією групи особин. Однак структура оціненого ентомокомплексу коливалася залежно від застосованих добрив, а також засобів захисту польових культур [1; 3–5]. При цьому у різних регіонах масові розмноження комах-фітофагів у вторинних агробіоценозах спостерігалися значно частіше, ніж у природних екосистемах. У нових агроценозах унаслідок застосування агротехнічних та інших заходів, спрямованих на одержання високих урожаїв зерна пшениці послаблювався вплив на популяції шкідливих видів біотичних чинників, а фітофаги мали специфічну забезпеченість кормом – рослинами, що вирощувалися в агроценозах [2; 10; 11].

В останні роки агрокліматичні ресурси регіону досліджень зазнали значних змін за своїм потенціалом і просторовим розподілом, а також коливанням погоднокліматичних умов. Дослідження закономірностей динаміки чисельності комплексу шкідливих видів комах і з'ясування причин їх масового розмноження та поширення мали особливе значення як за комплексної оцінки коливань погоднокліматичних чинників, так і за умов визначення впливу засобів хімізації на видовий і популяційний рівень членистоногих. Унесення добрив значно впливало на популяцію шкідливих організмів, які в нерухомому або малорухливому стані тривалий час розвивалися у ґрунті.

Так, під впливом мінеральних добрив (туків) та окремих інсектицидів агрохімічні властивості орних ґрунтів істотно змінювалися порівняно з їхніми аналогами на цілинних і перелогових ділянках. Це корелювало із виживанням, життєздатністю, а отже, і чисельністю фітофагів у ґрунті. Отже, внесення добрив стимулює загальну біологічну й антагоністичну активність ґрунтів, слугує реальними передумовами зниження чисельності шкідливих організмів в агроекосистемах.

Позитивна дія азотних добрив на підвищення витривалості (адаптивності) до шкідливих організмів супроводжувалася енергійним ростом рослин із компенсаторними здібностями у відповідь на пошкодження, що наносилися їм шкідниками. У 1984–2021 рр. систематичне застосування повного мінерального добрива сприяло зниженню чисельності і шкідливості дротяників, а також змінам у видовому показнику та ступеню пошкодження культурних рослин фітофагами (табл. 1).

Таблиця 1

Особливості розмноження ґрунтових комах-фітофагів та пошкодження ними сходів пшениці озимої (1990–2021 рр.)

№ п/п	Варіант	Число повторень (шт)	Пошкоджено сходів озимої пшениці, %					
			1990–1995	1996–2000	2001–2005	2006–2010	2011–2015	2016–2021
1	Без добрив	4	14,3	18,7	16,5	13,0	15,2	17,5
2	Післядія 30 т/га гною	4	11,2	9,5	10,0	8,7	8,7	10,5
3	Фон + P ₉₀	4	2,5	2,0	3,3	3,7	3,7	2,5
4	Фон + P ₉₀ K ₉₀	4	6,3	6,3	4,2	3,7	3,9	3,7
5	Фон + N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	4	6,7	5,5	6,5	6,5	4,7	4,0
6	Фон + N ₁₂₀ P ₁₃₅ K ₁₃₅	4	2,5	2,0	3,6	0	0	0
7	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	4	5,0	4,5	4,2	0	0	0

Таким чином, шкідливість ґрунтових шкідників за сучасного землекористування залежить від чисельності цих фітофагів, а також від застосованих засобів живлення і захисту рослин. Збільшення чисельності ґрунтових шкідливих видів комах сприяло зростанню ступеня пошкодження сходів польових культур ґрунтовими шкідниками.

Ці зміни впливали на рівень продуктивності пшениці озимої за структурними елементами врожайності: густрою продуктивного стеблостою, кількістю зернини в колосі та їхнього масою. Заходи захисту посівів інсектицидами від шкідників в окремі періоди органогенезу культурних рослин та проведення якісного їх підживлення рідкими формами мінеральних добрив позитивно впливали на масу зерна та якісні показники врожаю (рис. 1).

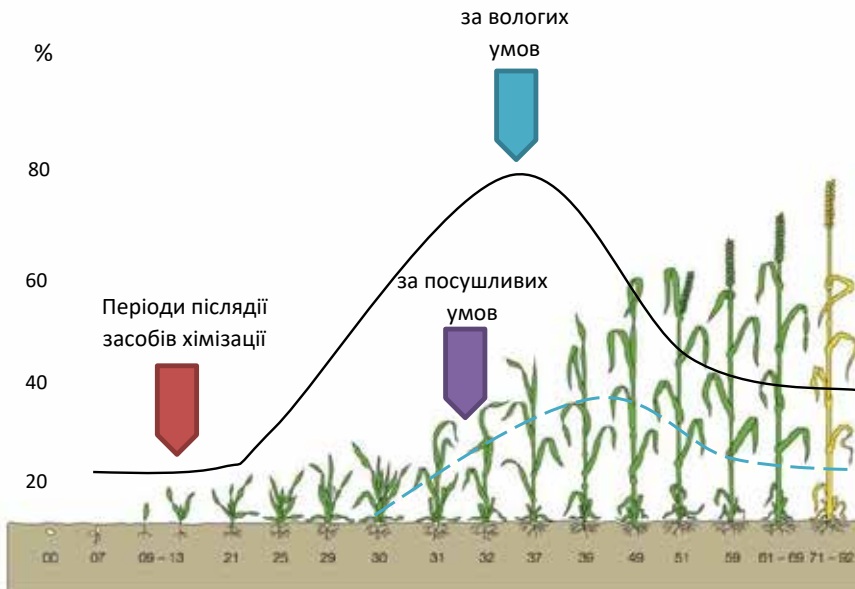


Рис. 1. Ефективність дії та післядії засобів захисту рослин і добрив на продуктивність пшениці озимої (1992–2021 рр.)

У роки досліджень встановлено, що личинки коваликів пластинчатовусих, несправжніх коваликів та інших фітофагів є найбільш шкідливою групою, зокрема на сходах сільськогосподарських культур. Шкідливість їхніх видів значно зростала у зв'язку з переходом на сучасні технології ведення рослинництва. Це проявлялося у пошкодженні ними та загибелі не лише насіння, проростків, сходів, а й рослин на перших етапах органогенезу, головним чином, на тлі післядії порівняно високих норм туків та сучасних гербіцидів вибіркової дії.

Личинки шкідників виїдали тканини підземної частини сходів за загальноприйнятих і нових систем землеробства. Доцільно відзначити, що пошкоджені рослини уражалися через розриви кореня і підземної частини стебла різними мікроорганізмами, ставали сприйнятливими до збудників кореневих гнилей та інших хвороб, що призводило до погіршення кількісних та якісних показників урожаю польових культур.

Дослідження показали, що комплексна оцінка чисельності та шкідливості ґрунтових фітофагів за новітніх форм і систем ведення сівозмін залежить і від опадів, а відповідно, і від вологості ґрунту восени і навесні.

Однак це явище доцільно розглядати стосовно кожного окремого виду ґрунтових фітофагів, оскільки несправжні дротяники не мігрують у глибокі шари ґрунту, а пошкоджують сходи і рослини протягом вегетаційного періоду.

Шкідливість ґрунтових фітофагів залежала і від віку личинок. Порівняно інтенсивне пошкодження сходів озимих культур на варіантах систем обробітку ґрунту спостерігалось, коли в популяціях цих фітофагів превальювали личинки старшого віку, які інтенсивно живилися перед заляльковуванням.

Характерно, що ці фітофаги виявлені за умов посухи в 10–25 см шарі, а за вологозберігаючих вони мігрували в 5–15 см шар ґрунту. Це пояснюється вологістю поверхневого шару ґрунту і суттєво впливає на ефективність дії біотичних та антропічних чинників як на видовому, так і на популяційному рівні. Доцільно відзначити, що лялечки пластинчатовусих виявлені за нових систем на глибині 5–10 см, тоді як на ділянках із загальноприйнятими технологіями вони виявлені на глибині до 20 см. Це пояснюється ступенем висихання орного шару ґрунту, що впливає на міграцію личинок до появи стадії лялечки. Вертикальні міграції дротяників, личинок пластинчатовусих та несправжніх дротяників мають тісний зв'язок із живленням цих фітофагів як кореневою системою культурних рослин, так і підземною частиною пшениці озимої.

Висновки і пропозиції. Сучасні механізми формувань і саморегуляції ентомокомплексів агроценозів у сучасному ланцюгу вирощування зернових культур формуються за особливостями впливу показників багаторічного коливання погодно-кліматичних чинників і дії та наслідків застосованих засобів хімізації. У сучасних сівозмінах першочергового значення набуває оцінка закономірностей дії механізмів на структуру популяцій фітофагів та шкідливості комплексу видів на основних етапах формування врожаю польових культур, що супроводжуються особливостями комплексного забезпечення факторами оптимізації органогенезу рослин.

Доведено, що мінеральні добрива істотно обмежують інтенсивність розмноження ґрунтових шкідників, знижують чисельність і тривалість виживання їх у ґрунті й рослинних рештках через підвищення біологічної та антагоністичної активності ґрунту, зростання стійкості й витривалості рослин до шкідливих організмів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Доля М.М., Покозій Й.Т., Мамчур Р.М. Фітосанітарний моніторинг : посібник. Київ : ННЦ «ІАЕ», 2004. 249 с.
 2. Белецкий Е.Н., Станкевич С.В. Полицикличность, синхронность и нелинейность популяционной динамики насекомых и проблемы прогнозирования : монография. Вена : Premier Publishing s.r.o. Vienna. 2018. С. 138.
 3. Белецкий Е.Н., Станкевич С.В., Немерицкая Л.В. Современные представления о динамике популяций насекомых: прошлое, настоящее, будущее. Синергетический подход. *Вісник ХНАУ ім. В.В. Докучаєва*. 2017. № 1–2. С. 22–33.
 4. Коваленков В.Г., Тюрина Н.М., Казадаева С.В. Биоценотические подходы преодоления резистентности к инсектоакарицидам вредных членистоногих. Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем. Краснодар, 2008. С. 495–496.
 5. Муханова В.С. Агрозаходи – проти шкідників. *Карантин і захист*. 2007. № 8. С. 7–9.
 6. Дерев'янський В.П., Власюк О.С., Малиновська І.М. Ефективність біологічних препаратів та мікроелементів у технології вирощування пшениці ярої. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2013. № 17. С. 111–118.
 7. Хомяк П.В. Інтенсивна технологія вирощування озимої пшениці та її вплив на основні показники продуктивності культури. *Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур*. 2012. Вип. 15. С. 210–214.
 8. Димов О.М., Бояркіна Л.В. Метод кореляційно-регресійного аналізу як інструмент оцінки ефективності технологій вирощування сільськогосподарських культур на зрошуваних землях. *Зрошуване землеробство*. 2019. № 71. С. 44–52. DOI: <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2019.71.10>.
 9. Многоядные вредители в агроценозах Украины и прогноз их развития / В.Н. Чайка и др. *Защита и карантин растений*. 2013. № 5. С. 45–49.
 10. Коваленко В.Ю., Чабан В.І. Рациональне використання добрив під озиму пшеницю. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2002. № 4. С. 10–18.
 11. Носко Б.С. Фосфор у ґрунтах і землеробстві України. Харків : ФОП Бровін О.В., 2017., 476 с.
 12. El-Wakeil N., Volkmar C. Monitoring of wheat insects and their natural enemies using sticky traps in wheat. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*. 2013. № 46(13). P. 1523–1532.
-

УДК 633.31:631.52:631.67

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.21>

ОЦІНКА ГЕНОТИПІВ ЛЮЦЕРНИ ЗА НАСІННЕВОЮ ПРОДУКТИВНІСТЮ НА ПОСУХОСТІЙКІСТЬ

Тищенко А.В. – к.с.-г.н., старший науковий співробітник відділу селекції,
Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України
Тищенко О.Д. – к.с.-г.н., провідний науковий співробітник відділу селекції,
Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України
Люта Ю.О. – к.с.-г.н., старший науковий співробітник відділу селекції,
Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

Мета. Провести оцінку реакції сортів і популяцій люцерни за різних середовищ та визначити найкращі не лише за посухостійкістю, а й за продуктивністю в умовах стресу з подальшим використанням їх у селекційному процесі, виявити індекси, які б дали змогу виділити генотипи з такими ознаками. **Методи.** Дослідження проводили в Інституті зрошуваного землеробства НААН (Україна, м. Херсон, сел. Наддніпрянське, 46°44'50.1"N 32°42'30.0"E), що розташований на Інгулецькому зрошуваному масиві, протягом 2017–2020 рр. у польових умовах. Об'єктом вивчення були сорти та популяції люцерни. Продуктивність та посухостійкість визначали з використанням таких індексів, як: середня врожайність (MP), індекс сприятливості до посухи (SSI), індекс толерантності до посухи (TOL), індекс стабільності врожаю (YSI), індекс урожайності (YI), індекс толерантності до стресу (STI), середня геометрична (пропорційна) врожайність (GMP), індекс відносної стійкості до посухи (RDI), індекс посухостійкості (DI), індекс схильності до стресу (SSPI), модифіковані індекси толерантності до стресу (M_1STI , M_2STI , $MSTI$), індекс абіотичної толерантності (ATI), гармонійна середня продуктивність (HMP) та індекс стійкості до стресу (ISR). **Результати.** Погодні умови за роки проведення досліджень різнилися як за температурним режимом, так і за кількістю та характером опадів, що дало можливість проаналізувати сорти та популяції люцерни за насінневою продуктивністю на стійкість до стресових (посушливих) умов вирощування. Індекс чутливості до посухи (SSI) характеризує чутливість генотипу до посухи, а саме: чим менший показник, тим більша посухостійкість генотипу. Найнижчі показники були у популяції: $M.g.d.$ – 0,68 та (Емерауде /T.)² – 0,74. Індекси врожайності (YI), середньої геометричної врожайності (GMP) і гармонійної продуктивності (HMP) відображають урожайність конкретного генотипу за гірших умов вирощування порівняно із середньою врожайністю досліджуваних у даних умовах генотипів, проте розраховуються вони за різними формулами. За індексами YI, GMP, HMP виділилася популяція LR/H з показниками 126,6, 360 і 350 відповідно. Виходячи з результатів дослідження та їх аналізу нами запропоновано індекс стійкості до стресу ISR, який, на нашу думку, характеризує генотипи за стійкістю до стресу не лише за меншою різницею урожайності за гірших та кращих умов, а й урахував високу продуктивність під час стресу. **Висновки.** Аналізуючи отримані дані за індексами посухостійкості та біоплот-аналізом у популяції люцерни другого року життя за насінневою продуктивністю, нами виділено п'ять генотипів, що були розділені на три групи. Відібрано шість основних індексів: YI, GMP, HMP, SSI, STI, DI та запропоновано індекс стійкості до стресу ISR, що характеризують популяцію не тільки за посухостійкістю, а й за продуктивністю в умовах стресу.

Ключові слова: люцерна, насіннева продуктивність, посухостійкість, індекси, біоплот-аналіз.

Tyshchenko A.V., Tyshchenko O.D., Lyuta Yu.O. Evaluation of alfalfa genotypes by seed productivity for drought resistance

Purpose. Assess the response of varieties, populations of alfalfa in different environments and determine the best not only for drought resistance but also for productivity under stress with their subsequent use in the breeding process, select indices that allow the selection of genotypes with such traits. **Methods.** The on-farm research was conducted at the Institute of Irrigated Agriculture of NAAS (Ukraine, Kherson, Naddniproysk village, 46°44'50.1"N 32°42'30.0"E), located on the Ingulets irrigated area, in 2017–2020. Alfalfa varieties and populations were

studied. Productivity and drought resistance were determined using the indices: average yield (MP), drought tolerance index (SSI), drought tolerance index (TOI), yield stability index (YSI), yield index (YI), stress tolerance index (STI), geometric mean (proportional) yield (GMP), relative drought resistance index (RDI), drought resistance index (DI), stress propensity index (SSPI), modified stress tolerance indices (M_1STI , M_2STI , $MSTI$), abiotic tolerance index (ATI), Harmonic Average Performance (HMP) and Stress Resilience Index (ISR). **Results.** Weather conditions over the years of research differed both in temperature and in the amount and nature of precipitation, which made it possible to analyze varieties and populations of alfalfa by seed productivity for resistance to stress (drought) conditions. The Drought Sensitivity Index (SSI) characterizes how sensitive the genotype is to the effects of drought and the lower the rate, the greater the drought resistance of the genotype. The lowest rates were populations: M.g.d. – 0.68 and – Emeraude /T² – 0.74. Yield index (YI), geometric mean yield (GMP) and harmonic productivity (HMP) express the yield of a particular genotype under worse conditions to the average yield of the studied genotypes in these conditions, but the indices YI, GMP, HMP are calculated using different formulas. According to these indices, LR/H populations with indicators of 126.6, 360 and 350, respectively, were distinguished. Based on the results of the study and their analysis, we proposed a stress resistance index ISR, which in our opinion characterizes the genotypes of stress resistance not only by a smaller difference in yield under worse and better conditions, but also takes into account high productivity under stress. **Conclusions.** Analyzing the obtained data on drought resistance indices and biplot analysis in alfalfa populations of the second year of life in terms of seed productivity, we selected five genotypes, which were divided into three groups. Six main indices YI, GMP, HMP, SSI, STI, DI were selected and the ISR stress resistance index was proposed, which not only characterizes the population in terms of drought resistance, but also in terms of productivity under stress conditions.

Key words: alfalfa, seed productivity, drought resistance, indices, biplot analysis.

Постановка проблеми. Люцерна – багаторічна кормова культура, що вирощується в усьому світі та серед кормових бобових культур характеризується високою продуктивністю біомаси, поживною цінністю з високим умістом білка. Люцерна сприяє підвищенню родючості ґрунту [28], захищає ґрунти від вітрової та водної ерозії [1], підвищує стійкість системи рослинництва та тваринництва [3]. Окрім того, фіксація атмосферного азоту робить її незамінним попередником для інших сільськогосподарських культур.

Люцерна зростає в широкому діапазоні кліматичних умов – від екватора і майже до арктичних полярних кіл [37]. Згідно з численними прогнозами, глобальна зміна клімату призведе до підвищення температури, зміни географічної структури опадів і в майбутньому до збільшення частоти екстремальних кліматичних явищ [2; 22], що вже спостерігається в умовах Півдня України. Абіотичні стреси – основні чинники, що знижують продуктивність культур. Засуха є найбільш вагомою, оскільки обмежує можливість сільськогосподарських рослин, знижуючи їхню продуктивність у посушливих і напівпосушливих районах [23; 34]. Інтенсивність і ступінь тяжкості посухи можуть вплинути на такий чутливий стратегічний сектор, як сільське господарство, що може поставити під загрозу продовольчу безпеку. Пагубні наслідки абіотичного стресу є серйозним обмеженням для вирощування цієї культури [47; 48]. Але люцерна за рахунок потужної і розгалуженої кореневої системи вважається культурою з високою посухостійкістю й широкою адаптивністю до посушливих умов [29; 45]. Проте, як і будь-яка інша культура, вона негативно реагує на посуху, і, щоб адаптуватися й вижити в стресових умовах, у неї виникають морфологічні, фізіологічні, біохімічні або молекулярні зміни, що необхідно враховувати під час створення посухостійких сортів з одночасним підвищенням урожайності та якості продукції.

За настання посушливого періоду рослини люцерни (*Medicago*) скорочують надземну вегетативну масу [15; 16], що обмежує індекс площі листя, унаслідок чого зменшується продуктивність біомаси. Для стабілізації і підвищення

продуктивності люцерни необхідно збільшити посухостійкість рослин, тому дослідження цієї ознаки є важливим етапом у селекційних програмах [50].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Величина втрати вологи від евапо-транспірації неухильно зростає, і ця тенденція в майбутньому тільки погіршуватиметься [2], тому зниження врожайності є головною проблемою і водночас підставою для посилення селекційної роботи з адаптації сільськогосподарських культур до зміни клімату і, відповідно, підвищення їхньої продуктивності у стресових умовах [10]. Виявлення та створення стійких до посухи генотипів – одне з головних завдань селекційних програм, але виведення високоврожайних сортів і реалізація їхнього потенціалу врожайності в посушливих умовах – надзвичайно складне завдання для селекціонерів [36; 40; 41]. Розвитку посухостійких сортів перешкоджають низька спадковість ознак і відсутність ефективних стратегій відбору [25]. Відбір стійких до посухи популяцій є досить складним через сильну взаємодію між генотипами і навколишнім середовищем та обмеження знань щодо функцій та ролі механізмів стійкості. Використовують різні методи для оцінки генетичних відмінностей стійкості до посухи. Деякі дослідники вважають, що проводити відбір генотипів необхідно тільки в сприятливих умовах [5], а інші – у посушливому середовищі [11; 12]. Проте існує безліч дослідників, які використовують відбір генотипів як у сприятливих, так і в стресових умовах [14; 18].

Чутливість рослин до посухи визначається як функція зниження врожайності за водного стресу [26] порівняно з потенційною врожайністю [39]. Тому для диференціації генотипів за посухостійкістю використовують різні селекційні індекси, які ґрунтуються на продуктивності рослин в оптимальних і стресових умовах [19; 30], для відбору посухостійких генотипів [9; 32; 51].

A.A. Rosielle et al. [42] запропонували використовувати індекс толерантності (TOL) як різницю між урожайністю за зрошення й урожайністю в умовах природного зволоження, а також середню врожайність (MP) як середнє арифметичне значення врожайності в стресових і оптимальних умовах. A. Blum [6; 7] визначив індекс посухостійкості (DI), який був загальноприйнятим для виділення генотипів, що забезпечують високу врожайність як у стресових, так і в кращих умовах. R.A. Fisher et al. [19] рекомендують застосовувати індекс чутливості до стресу (SSI) для визначення стабільності продуктивності рослин, який фіксує значення врожайності в оптимальних і стресових умовах. Індекс чутливості до стресу (SSI) є хорошим показником для виявлення високоврожайних генотипів, що мають також високу стійкість до стресу. Як правило, нижчий рівень SSI указує на меншу варіацію врожайності сорту за стресових і оптимальних умов вирощування. C.J. Fernandez [18] та J. Saba et al. [43] рекомендують застосовувати індекс толерантності до стресу (STI) для скринінгу високоврожайних генотипів в умовах стресу та його відсутності, а також використовувати його в селекційних програмах. Стабільні сорти мають більш високі значення цього індексу. Вивчаючи врожайність генотипів бобів мунг (*Vigna radiata* L.) у стресових і оптимальних середовищах. C.J. Fernandez класифікував їх на чотири групи:

група А – сорти, які мають однаково високу продуктивність в обох середовищах;

група В – сорти, які відрізняються високою продуктивністю лише в оптимальних умовах;

група С – сорти, у яких висока продуктивність під час стресу;

група D – сорти, у яких низька продуктивність в обох середовищах.

Для визначення сприйнятливості сортів до стресу через різну інтенсивність посухи в різні роки С.С. Fernandez [18] та А.С. Kristin et al. [27] запропонували використовувати середньогометричну продуктивність (GMP) сортів в обох середовищах. Окрім того, Gavuzzi et al. [20], М. Bouslama et al. [8] та R. Choukan et al. [13] запропонували використовувати індекс урожайності (YI), індекс стабільності врожайності (YSI) та індекс зниження врожайності (YRI) відповідно.

Під час вивчення індексів посухостійкості кукурудзи А. Moghaddam et al. [33] заявили, що низький індекс толерантності (TOL) не обов'язково означає високу врожайність сорту за стресових умов, тому що врожайність певного сорту може бути низькою в оптимальних умовах і показати менше зниження її під час стресу, що призводить до зменшення TOL, і, відповідно, даний сорт може бути визначений як стійкий до посухи. Але С.С. Fernandez [18] уважав, що індекси TOL і SSI більше відображають посухостійкість сорту. На думку М. Naeemi et al. [38], застосування індексу SSI для визначення стійких до посухи сортів є помилковим напрямом. Вони вважають, що, оскільки у формулі розрахунку цього індексу використовувалася частка врожайності певного сорту під час стресу до оптимальних умов, а також відношення продуктивності в стресових до нестресових умов у всіх сортів, то два сорти з високою або низькою врожайністю в обох середовищах можуть мати однакові значення SSI. Що стосується MP, то автори виявили, що використання середнього індексу продуктивності часто призводить до вибору сортів із високою врожайністю за оптимальних умов, які менш толерантні до стресу. F. Malek-Shahi et al. [31] представили MP як відповідний індекс для визначення посухостійких сортів. А.Н. Shirani Rad et al. [44], вивчаючи сприйнятливості до стресу у шести сортів ріпаку озимого, вважають що індекси GMP, STI і MP є найбільш відповідними для визначення посухостійких сортів. Такої ж думки дотримуються А. Sio-Se-Mardeh et al. [46], які надають великого значення індексам GMP, STI і MP як найбільш ефективним для виявлення сортів із високою врожайністю під час посухи і в оптимальних умовах [49].

Із метою підвищення ефективності індексу STI Е. Farshadfar et al. [17] запропонували модифіковані індекси стійкості до стресу (M_1STI , M_2STI), які коригують STI. Для скринінгу посухостійких генотипів за різних умов середовища S.S. Moosavi et al. [35] представили процентний індекс схильності до стресу (SSPI).

З. Nao et al. [21] рекомендують індекс як інтегрований критерій відбору (SI), тому що він забезпечує оцінку стійкості до стресу посухи на основі врожайності і пов'язаних із ним агрономічних характеристик і, таким чином, буде корисний для визначення стійких до посухи генотипів у селекційних програмах [24].

Виходячи з аналізу літературних джерел, для визначення посухостійкості генотипів існує 14 індексів, які ми застосовували у своїх дослідженнях.

Постановка завдання. Мета статті – провести оцінку реакції сортів і популяцій люцерни за різних середовищ та визначити кращі не лише за посухостійкістю, а й за продуктивністю в умовах стресу з подальшим використанням їх у селекційному процесі, виявити індекси, які б дали змогу виділити генотипи з такими ознаками.

Матеріали і методи. Дослідження проводили в Інституті зрошуваного землеробства НААН (Україна, м. Херсон, сел. Наддніпрянське, 46°44'50.1" N 32°42'30.0"E), що розташований на Інгулецькому зрошуваному масиві, протягом 2017–2020 рр. у польових умовах. Об'єктом вивчення були сорти та популяції люцерни: Унітро, Елегія, Приморка, М.г./ П.п., Син (с)./Приморка, LR/ Н, Приморка / Сін(с), А.-Н. d. № 114, А.-Н. d. № 15, А.-Н. d. № 38, D. к.с.. Ram. d.,

(Емерауде /Т.)², Т./Емерауде, М.г. ЦП-11, М.agr/С., А.г. d., М.г./ М.agr., М.г. d., ФХНВ², В.11/П. d., Ж./ ЦП-11 за насіннєвого напряму використання на другому році життя травостою.

Продуктивність та посухостійкість визначали з застосуванням різних індексів:

Rosielle and Hamblin (1981) (1)

де MP – середня врожайність, $Y_p = \frac{Y_p + Y_s}{2}$ – урожайність за оптимальних умов, Y_s – урожайність за стресових умов.

$$SSI = \frac{1 - \frac{Y_s}{Y_p}}{1 - \frac{Y_s}{\overline{Y_p}}}, \quad \text{Fisher and Maurer, (1978) (2)}$$

де SSI – індекс сприятливості до посухи, $\overline{Y_p}$ – середня врожайність усіх сортів за оптимальних умов, Y_s – середня врожайність усіх сортів за стресових умов.

$TOL = Y_p - Y_s$, Rosielle and Hamblin (1981) (3)

де TOL – індекс толерантності до посухи.

$$YSI = \frac{Y_s}{Y_p}, \quad \text{Bousslama and Schapaugh (1984) (4)}$$

де YSI – індекс стабільності урожаю.

$$YI = 100 \times \frac{Y_s}{Y_p}, \quad \begin{array}{l} \text{Gavuzzi et al. (1997);} \\ \text{Lin et al. (1986)} \end{array} \quad (5)$$

де YI – індекс урожайності.

$$STI = \frac{Y_s \times Y_p}{\overline{Y_p}^2}, \quad \text{Fernandez (1992) (6)}$$

де STI – індекс толерантності до стресу.

$$GMP = \sqrt{Y_s \times Y_p}, \quad \begin{array}{l} \text{Fernandez (1992);} \\ \text{Kristin et al. (1997)} \end{array} \quad (7)$$

де GMP – середня геометрична (пропорційна) врожайність.

$$RDI = \frac{\frac{Y_s}{Y_p}}{\frac{Y_s}{\overline{Y_p}}}, \quad \text{Fischer and Maurer (1978) (8)}$$

де RDI – індекс відносної стійкості до посухи.

$$DI = \frac{Y_s \times \left(\frac{Y_s}{Y_p} \right)}{Y_s}, \quad \text{Lan (1998) (9)}$$

де DI – індекс посухостійкості.

$$SSPI = 100 \times \frac{Y_p - Y_s}{2 \times Y_p}, \quad \text{Moosavi et al. (2007) (10)}$$

де SSPI – індекс схильності до стресу.

$$M_1STI = STI \times \left(\frac{Y_p}{Y_p} \right)^2, \quad \text{Farshadfar (11)}$$

$$M_2STI = STI \times \left(\frac{Y_s}{Y_s} \right)^2, \quad \text{and Sutka (2002) (12)}$$

де M_1STI , M_2STI – модифіковані індекси толерантності до стресу.

$$ATI = \frac{Y_p - Y_s}{\frac{Y_p}{Y_s}} \times \sqrt{Y_p \times Y_s}, \quad \text{Moosavi et al. (2007) (13)}$$

де ATI – індекс абіотичної толерантності.

$$HMP = 2 \times \frac{Y_p \times Y_s}{Y_p + Y_s}, \quad \begin{array}{l} \text{Kristin et al. (1997);} \\ \text{Chakherchaman et al. (2009); (14)} \\ \text{Jafari et al. (2009)} \end{array}$$

де HMP – гармонічна середня продуктивність.

Статистичну обробку експериментальних даних проводили AgroSTAT, XLSTAT, Statistica (v. 13).

Виклад основного матеріалу дослідження. Погодні умови за роки проведення досліджень різнилися як за температурним режимом, так і за кількістю та характером опадів, що дало можливість проаналізувати сорти і популяції люцерни за насінневою продуктивністю на стійкість до стресових (посушливих) умов вирощування. Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) у 2018 і 2020 рр. варіював у межах 0,51–0,55, що вказує на дуже посушливі кліматичні умови, тоді як у 2019 р. він становив 0,88, що відповідає посушливим умовам. Аналіз стійкості сортів і популяцій люцерни до стресових умов проводили за показниками 14 різних індексів посухостійкості: MP, SSI, TOL, YSI, YI, STI, GMP, RDI, DI, SSPI, M_1STI , M_2STI , ATI, HMP та індексом стійкості до стресу ISR, розробленого нами.

У селекції рослин на посухостійкість важливим аспектом є не лише стійкість рослин до посухи, тобто здатність рослин переносити значне зневоднення і перегрів та виживати під час посухи з найменшим зниженням врожайності, а й формувати максимальну продуктивність в умовах стресу. Наприклад, у генотипів може бути як невелике зменшення, тобто незначна різниця врожайності, отриманої в оптимальних і стресових умовах, а й низька продуктивність під час стресу. І навпаки, у популяції висока продуктивність за посухи, проте більша різниця між врожайністю за оптимальних і стресових умов.

Таблиця 1

**Урожайність насіння популяцій люцерни другого року життя
в умовах природного зволоження та показники індексів посухостійкості (2018–2020 рр.)**

Назва	Скорочення	Ур	Ys	MP	SSI	TOL	YSI	YI	STI	GMP	RDI	DI	SSPI	M ₁ STI	M ₂ STI	MSTI	ATI	HMP	ISR
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Уніпро, ст-т	G1	357,1	202,4	279,8	1,03	154,7	0,57	89,7	0,48	269	0,98	0,51	19,85	0,40	0,38	0,15	24091	258	1079
Елегія	G2	464,3	250,0	357,2	1,10	214,3	0,54	110,8	0,76	341	0,93	0,60	27,50	1,09	0,94	1,02	42291	325	1174
Приморка	G3	428,6	238,1	333,4	1,06	190,5	0,56	105,5	0,67	320	0,96	0,59	24,44	0,81	0,75	0,61	35250	306	1205
M.g./Пл.	G4	440,5	250,0	345,3	1,03	190,5	0,57	110,8	0,73	332	0,98	0,63	24,44	0,93	0,89	0,82	36618	319	1337
Син (с)/Приморка	G5	488,1	261,9	375,0	1,10	226,2	0,54	116,0	0,84	358	0,93	0,62	29,03	1,32	1,13	1,50	46846	341	1220
LR/Н	G6	452,4	285,7	369,1	0,88	166,7	0,63	126,6	0,85	360	1,09	0,80	21,39	1,15	1,36	1,57	34714	350	2104
Приморка /Сін(с)	G7	407,1	250,0	328,6	0,92	157,1	0,61	110,8	0,67	319	1,06	0,68	20,16	0,73	0,82	0,60	29030	310	1679
А.-Н. д. № 114	G8	419,0	261,9	340,5	0,89	157,1	0,63	116,0	0,72	331	1,08	0,73	20,16	0,84	0,97	0,81	30144	322	1863
А.-Н.д. № 15	G9	500,0	250,0	375,0	1,19	250,0	0,50	110,8	0,82	354	0,86	0,55	32,08	1,36	1,01	1,37	51198	333	1000
А.-Н. д. № 38	G10	404,8	214,3	309,6	1,12	190,5	0,53	95,0	0,57	295	0,91	0,50	24,44	0,62	0,52	0,32	32500	280	968
Добір за к.с.	G11	488,1	238,1	363,1	1,22	250,0	0,49	105,5	0,77	341	0,84	0,51	32,08	1,20	0,85	1,02	49366	320	908
Ram. d.	G12	357,1	202,4	279,8	1,03	154,7	0,57	89,7	0,48	269	0,98	0,51	19,85	0,40	0,38	0,15	24091	258	1079
(Емерауде П.) ²	G13	381,0	261,9	321,5	0,74	119,1	0,69	116,0	0,66	316	1,19	0,80	15,28	0,63	0,88	0,56	21792	310	2680
Т./Емерауде	G14	333,3	214,3	273,8	0,85	119,0	0,64	95,0	0,47	267	1,11	0,61	15,27	0,34	0,42	0,15	18422	261	1681
M.g./ЦП-11	G15	428,6	261,9	345,3	0,92	166,7	0,61	116,0	0,74	335	1,05	0,71	21,39	0,89	1,00	0,89	32351	325	1731
Зимостійка/М.К.	G16	381,0	214,3	297,7	1,04	166,7	0,56	95,0	0,54	286	0,97	0,53	21,39	0,51	0,48	0,25	27591	274	1119
M.agr/C.	G17	321,4	214,3	267,9	0,79	107,1	0,67	95,0	0,45	262	1,15	0,63	13,74	0,31	0,41	0,13	16281	257	1930
А.г.д.	G18	273,8	178,6	226,2	0,83	95,2	0,65	79,1	0,32	221	1,13	0,52	12,22	0,16	0,20	0,03	12194	216	1477
M.g./M.agr.	G19	357,1	178,6	267,9	1,19	178,5	0,50	79,1	0,42	253	0,86	0,40	22,90	0,35	0,26	0,09	26111	238	715
M.g. d.	G20	299,5	214,3	256,9	0,68	85,2	0,72	95,0	0,42	253	1,24	0,68	10,93	0,25	0,38	0,10	12503	250	2648
ФХНВ ²	G21	285,7	131,0	208,4	1,29	154,7	0,46	58,0	0,25	194	0,79	0,27	19,85	0,13	0,08	0,01	17336	180	447
В.11/П. d.	G22	392,9	238,1	315,5	0,94	154,8	0,61	105,5	0,62	306	1,05	0,64	19,86	0,63	0,69	0,43	27425	297	1534
Ж/ ЦП-11	G23	357,1	190,5	273,8	1,11	166,6	0,53	84,4	0,45	261	0,92	0,45	21,38	0,38	0,32	0,12	25169	249	875
Сибір. 8. d.	G24	333,3	214,3	273,8	0,85	119,0	0,64	95,0	0,47	267	1,11	0,61	15,27	0,34	0,42	0,15	18422	261	1681

Закінчення таблиці 1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Середньо-популяційна			389,7	225,7	307,7	0,99	164,0	0,58	100,0	0,59	296	1,01	0,59	21,04	0,66	0,65	0,53	28822	285	1422
Медіана			387,0	226,2	312,5	1,03	161,9	0,57	100,2	0,60	300	0,98	0,61	20,77	0,63	0,61	0,38	27508	288	1278
V, %			16,57	15,51	15,30	16,13	26,7	11,50	15,51	28,76	15,1	11,64	20,76	26,75	56,67	51,73	90,91	38,0	15,1	39,3
S _x абс.			13,18	7,14	9,61	0,03	9,0	0,01	3,17	0,03	9,2	0,02	0,02	1,15	0,08	0,07	0,10	2236,2	8,8	114,2
S _x віднос.			3,38	3,17	3,12	3,29	5,5	2,35	3,17	5,87	3,1	2,38	4,24	5,46	11,57	10,56	18,56	7,8	3,1	8,0
НР ₀₁			41,77	22,65	30,46	0,10	28,4	0,04	10,03	0,11	29,0	0,08	0,08	3,64	0,24	0,22	0,32	7088,7	27,9	362,0
НР ₀₅			30,18	16,36	22,00	0,07	20,5	0,03	7,25	0,08	21,0	0,05	0,06	2,63	0,17	0,16	0,23	5120,9	20,1	261,5

Для зручності за врожайністю насіння популяції люцерни поділені на три групи. За кращих умов (Y_p) популяції з урожайністю 400,0 кг/га і вище були віднесені до групи з високою, $300,0 \leq Y_p < 400,0$ із середньою і нижче 300,0 кг/га – із низькою врожайністю, у стресових умовах $Y_s \geq 250,0$ кг/га – з високою, $200,0 \leq Y_s < 250,0$ – середньою і нижче 200,0 кг/га – до групи з низькою врожайністю.

Високою насінневою продуктивністю за кращих умов характеризувалися популяції А.-Н.д. № 15, Син (с)./Приморка та Добір за к.с. зі значенням $Y_p = 488,1-500,0$ кг/га, але тільки Син (с)./Приморка формувала високу врожайність ($Y_s = 261,9$ кг/га) за гірших умов. Найбільшу насінневу продуктивність $Y_s = 285,7$ кг/га за погіршених умов зволоження мала популяція LR/ Н (табл. 1).

Середня продуктивність МР характеризує потенційну врожайність генотипу у посушливі та оптимальні за зволоженням роки. Як правило, більш високе значення МР є показником генотипів із більш високим потенціалом урожайності. У зв'язку із цим необхідно виділити три популяції люцерни: Син (с)./Приморка та А.-Н.д. № 15 із показником 375,0 і LR/ Н, у якої він дорівнював 369,1. Вони мали високу насінневу продуктивність як за гірших, так і поліпшених умов зволоження.

Індекс чутливості до посухи (SSI) коливався в межах 0,68–1,29. Він характеризує чутливість генотипу до впливу посухи: чим менший показник, тим більша посухостійкість генотипу. Найнижчі показники індексу чутливості до посухи (SSI), а відповідно, й більшу стійкість мали популяції: М.г. d. – 0,68 та (Емерауде /Т.)² – 0,74.

Індекс толерантності до посухи (TOL) та індекс схильності до стресу (SSPI) близькі за своєю суттю і показують утрату врожайності під впливом посухи: перший – в абсолютних одиницях, другий – у відсотках.

Найменшим значенням індексів толерантності до посухи (TOL) 85,2 і схильності до стресу (SSPI) 10,93 характеризувалася популяція М.г. d. Урожайність її в кращих умовах – 299,5 кг/га і 214,3 кг/га за стресових умов свідчить про вищу стійкість до посухи, але вона не характеризувалася більшою продуктивністю в умовах стресу, ніж популяція (Емерауде /Т.)² з індексами TOL 191,1 і SSPI 15,28, що сформувала високу врожайність за стресових умов – 261,9 кг/га. Тому, виходячи із цього, низькі показники TOL і SSPI означають стійкість до стресу, проте існує дуже висока

ймовірність, що більш продуктивні за стресових умов популяції, хоча і з вищими показниками індексів TOL і SSPI, не будуть виділені як посухостійкі.

За індексом стабільності врожаю (YSI), тобто відношенню врожайності за стресових умов до врожайності в кращих умовах, із коливаннями від 0,46 до 0,72, виділилися популяції (Емерауде /Т.)² та М.г.д., у яких даний показник індексу варіював в межах 0,69–0,72, але популяція М.г.д., як і у попереднього індексу, мала середню врожайність за гірших і низьку – за кращих умов, що і призвело до високих показників індексу. Це означає, що індекс YSI потрібно використовувати тільки порівняно з іншими, тому що більш продуктивні популяції в умовах посухи можуть не увійти до групи посухостійких.

Індекс урожайності (YI), середня геометрична врожайність (GMP) і гармонійна продуктивність (НМР) відображають урожайність конкретного генотипу за гірших умов вирощування порівняно із середньою врожайністю досліджуваних у даних умовах генотипів, проте розраховуються вони за різними формулами. Уважається, що вони менш чутливі до великих відмінностей між значеннями потенційної врожайності й врожайності у стресових умовах. За цими індексами виділилася популяція LR/Н із показниками 126,6, 360 і 350 відповідно. Ми вважаємо, що ці індекси найбільш повно характеризують стійкість популяцій до посухи а також високу продуктивність в умовах стресу (285,70 кг/га).

Індекс толерантності до стресу (STI) із діапазоном коливання від 0,25 до 0,85 характеризує здатність генотипу формувати стабільний рівень урожайності незалежно від стресових чинників. За цим індексом виділилися вісім популяцій, які істотно перевищували середньопопуляційну, але їх можна розділити на дві групи:

- Елегія, М. г./ П.п., Син (с) / Приморка, LR/Н, А.-Н.д. №114, А.-Н.д. № 15 та М. г./ ЦП-11 – (індекс STI варіює від 0,72 до 0,85) мали високу урожайність за гірших умов 250,0–285,7 кг/га та високу за кращих – 419,0–500,0 кг/га.
- Добір за к.с., у якої індекс STI – 0,77, але висока урожайність за кращих умов (488,1 кг/га) і середня при стресі (238,1 кг/га).

За індексом відносної посухостійкості (RDI) було виділено дві популяції (Емерауде /Т.)² та М.г.д. з показниками індексу 1,19 та 1,24 відповідно.

За індексом посухостійкості (DI) виділилися шість популяцій, що істотно перевищували середньопопуляційну, проте їх можна розділити на три групи:

- LR/Н, Приморка / Син (с), А.-Н.д. №114 та М. г./ ЦП-11 – індекс DI варіює від 0,68 до 0,80 і у них висока врожайність за гірших умов 250,0–285,7 кг/га та висока за кращих – 407,1–452,4 кг/га;
- (Емерауде /Т.)², у якої індекс DI – 0,80, але висока врожайність за гірших умов (261,9 кг/га) і середня за кращих (381,0 кг/га);
- М.г.д., у якої індекс DI – 0,68, але середня врожайність за гірших умов (214,3 кг/га) і низька за кращих (299,5 кг/га)

Вивчаючи модифіковані індекси толерантності до стресу (M₁STI, M₂STI і MSTI) виділилися дві популяції (Син (с) / Приморка і А.-Н.д. №15) з індексом M₁STI рівному 1,32–1,36, LR/Н з індексом M₂STI – 1,36 та дві популяції люцерни (Син (с) / Приморка і LR/Н) з індексом MSTI – 1,50–1,57.

Індекс абіотичної толерантності (АТІ) коливається від 12194 до 51198, у нашому разі він не придатний для характеристики стійкості популяції люцерни до стресу, оскільки, використовуючи цей показник, було виділено дві популяції (А.-Н. д. №15 та Добір за к.с.), у яких була висока врожайність за кращих умов (488,1–500,0 кг/га), але висока або середня – за гірших (238,1–250,0). Тобто цей індекс характеризує популяції з більшою врожайністю за кращих умов.

Виходячи з результатів дослідження та їх аналізу, нами запропоновано індекс стійкості до стресу ISR, який, на нашу думку, характеризує генотипи за стійкістю до стресу не лише за меншою різницею врожайності за гірших та кращих умов, а й ураховує високу продуктивність під час стресу (рис. 1).

Індекс стійкості до стресу ISR визначається за формулою:

$$ISR = \frac{Y_p \times Y_s}{(Y_p - Y_s) \times \left(1 - \frac{Y_s}{Y_p}\right)} \quad (15)$$

За індексом стійкості до стресу (ISR) було виділено дев'ять популяцій, що істотно перевищували середньопопуляційну, проте їх можна розділити на чотири групи:

- LR/H, Ram.d., Приморка / Син(с), А.-Н.д. №114 та М. g./ ЦП-11 – індекс ISR варіює у межах 1679–2104 та вони характеризуються високою врожайністю як за гірших умов 250,0–285,7 кг/га, так і за кращих – 407,1–452,4 кг/га;
- (Емерауде /Т.)², у якої індекс ISR дорівнює 2680, але середня врожайність за кращих умов (381,0 кг/га) і висока – під час стресу (261,9 кг/га);
- Т./ Емерауде, М.agr/С. та Сибір. 8, d., у яких індекс ISR варіює у межах 1681–1930, і вони характеризуються середньою врожайністю як за гірших умов 214,3 кг/га, так і за кращих – 321,4–333,3 кг/га;
- М. g. d., у якої індекс ISR дорівнює 2648, але низька врожайність за кращих умов (299,5 кг/га) і середня – під час стресу (214,3 кг/га).

Насіннева продуктивність популяцій люцерни за стресових умов (Y_s) має високий позитивний кореляційний зв'язок ($r = 0,798-1,000$) з індексами MP, YI, STI, GMP, DI, M₁STI, M₂STI, MSTI та HMP. Середній зв'язок ($r = 0,332-0,589$) спостерігався між урожайністю за стресових умов та індексами TOL, SSPI, ATI та ISR і низький ($r = 0,287$) з індексами YSI й RDI. Низька від'ємна кореляційна залежність ($r = -0,872$) спостерігалася між урожайністю насіння, вирощеного в гірших умовах, та індексом чутливості до посухи (SSI). На другому році життя рослин між урожайністю насіння за різних умов зволоження (кращий та гірший роки) має місце висока позитивна кореляційна залежність ($r = 0,768$).

За результатами GGE біплот-аналізу на травостої другого року життя виділилася популяція G6 – LR/ H, що мала найбільший урожай насіння за гірших умов зволоження та знаходиться в одній чверті з вектором урожайності в стресових умовах (Y_s) і є найближчою до його вершини (рис. 1).

Популяції G5 – Син (с)/Приморка, G9 – А.-Н.д. № 15 та G11 – Добір за к.с., що перебувають в одній чверті з вектором урожайності за кращих умов (Y_p), утворюючи тупий кут, та є найближчими до його вершини, найкраще відкликаються на поліпшення умов зволоження.

Увагу слід приділити генотипам G18 – А.г. d. та G20 – М. g. d., що знаходяться в IV чверті та характеризуються найменшим зниженням урожайності насіння від погіршення умов вирощування і можуть уважатися найбільш стабільними популяціями.

Популяції G21 – ФХНВ², що знаходяться в III чверті, характеризуються найменшою врожайністю насіння за різних умов.

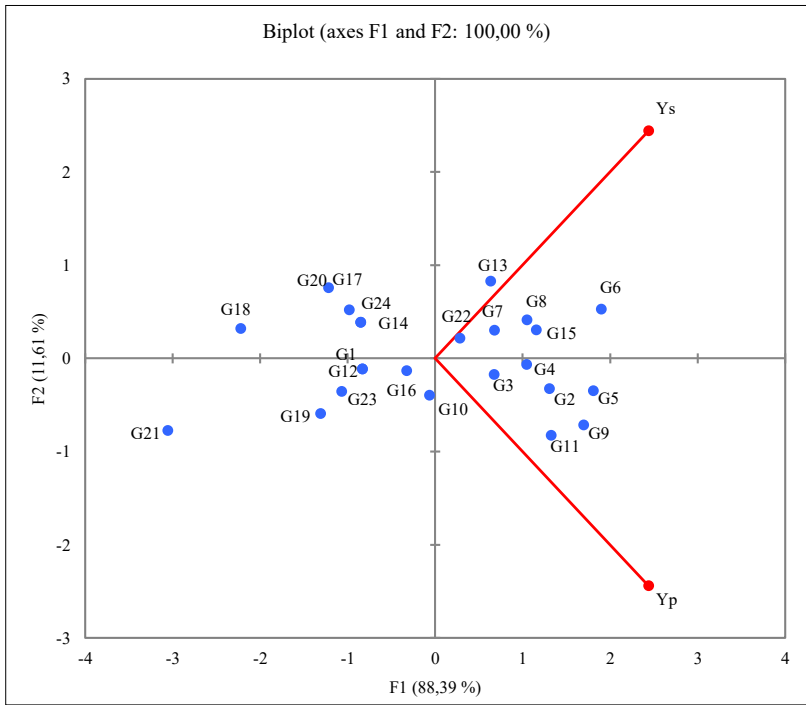


Рис. 1. Генотип-середовищна взаємодія популяцій люцерни і середовищ (метод біplot-аналіз). Лініями показано власні вектори провідних факторних навантажень для середовищ: ● – умови зволоження; ● – генотипи

Висновки. Аналізуючи отримані дані за індексами посухостійкості та біplot-аналізом у популяції люцерни другого року життя за насінневою продуктивністю, нами виділено п'ять генотипів, що були розділені на три групи:

- популяція LR/ Н, що формує високу врожайність (285,7 кг/га) за погіршення умов зволоження;
- популяції Син (с)/Приморка, А.-Н.д. № 15 та Добір за к.с. вибагливі до умов зволоження, тому найбільшу врожайність насіння формують за більш сприятливих погодних умов;
- популяції М.г. д. формують невисокі, але стабільні врожаї насіння як за кращих (299,5 кг/га), так і за гірших умов (214,3 кг/га).

Відібрано шість основних індексів YI, GMP, HMP, SSI, STI, DI і запропонований індекс стійкості до стресу ISR, що характеризують популяцію не лише за посухостійкістю, а й за продуктивністю в умовах стресу. Індекси YSI, RDI, TOL, SSPI та модифіковані M₂STI і MSTI можуть використовуватися як допоміжні до основних. Індекси ATI і M₁STI не можуть використовуватися для аналізу генотипів на посухостійкість.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Abdelguerfi, A., M. Abdelguerfi-Laouar. Forage and pasture species: The uses in Maghreb (Algeria, Morocco, and Tunisia). FAO, Rome, Italy. 2002.
2. Aleksandrov V. Climate change on the Balkan Peninsula. *Ecology and future*. 2002. Vol. I, № 2–4. P. 26–30.

3. Annicchiarico P. et al. Adaptation of landrace and variety germplasm and selection strategies for lucerne in the Mediterranean basin. *Field Crops Research*. 2011. Vol. 120, Issue 2. P. 283–291. DOI: 10.1016/j.fcr.2010.11.003.
4. Annicchiarico P., Pecetti L. and Tava A. Physiological and morphological traits associated with adaptation of lucerne (*Medicago sativa*) to severely drought-stressed and to irrigated environments. *Annals of Applied Biology*. 2013. Vol. 162, Issue 1. P. 27–40. DOI: 10.1111/j.1744-7348.2012.00576.x.
5. Betran F.J., Beck D., Banziger M. and Edmeades G.O. Genetic analysis of inbred and hybrid grain yield under stress and non-stress environments in tropical maize. *CropSci*. 2003. Vol. 43. P. 807–817. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci2003.8070>
6. Blum A. Plant breeding for stress environments. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA. 1988.
7. Blum A. Drought resistance, water-use efficiency, and yield potential – are they compatible, dissonant, or mutually exclusive? *Australian Journal of Agricultural Research*. 2005. Vol. 56, № 11. P. 1159–1168. DOI: <https://doi.org/10.1071/AR05069>.
8. Bouslama M., Schapaugh W.T. Stress tolerance in soybean. Part 1: evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance. *Crop Science*. 1984. Vol. 24. № 5. P. 933–937. DOI: 10.2135/cropsci1984.0011183X002400050026x.
9. Boussen H. et al. Evaluation of drought tolerance indices in durum wheat recombinant inbred lines. *Options Mediterraneennes*. 2010. Vol. 95. P. 79–83. URL: <http://om.ciheam.org/om/pdf/a95/00801329.pdf>.
10. Cattivelli L. et al. Drought tolerance improvement in crop plants: An integrated view from breeding to genomics. *Field Crops Research*. 2008. Vol. 105. P. 1–14. DOI: 10.1016/j.fcr.2007.07.004.
11. Ceccarelli S. Yield potential and drought tolerance of segregating populations of barley in contrasting environments. *Euphytica*. 1987. Vol. 36, Issue 1. P. 265–273.
12. Ceccarelli S., Grandi S. Selection environment and environmental sensitivity in barley. *Euphytica*. 1991. Volume 57, Issue 2. P. 157–167.
13. Choukan R., Taherkhani T., Ghannadha M.R. and Khodarahmi M. Evaluation of drought tolerance in grain maize in bred lines using drought tolerance indices. *Iran. J. Agric. Sci*. 2006. Vol. 8, Issue 1, P. 79–89.
14. Clarke J.M., DePauw R.M., Townley-Smith T.M. Evaluation of methods for quantification of drought tolerance in wheat. *CropSci*. 1992. Vol. 32, Issue 3. P. 728–732. URL: <https://doi.org/10.2135/cropsci1992.0011183X003200030029x>.
15. Djamel Bellague, Mahfoud M’Hammedi-Bouzina, Aïssa Abdelguerfi. Measuring the performance of perennial alfalfa with drought tolerance indices. *Chilean journal of agricultural*. 2016. Vol.76, Issue 3. P. 273–284. DOI: 10.4067/S0718-58392016000300003.
16. Durand J.L. Les effets du stress hydrique sur la plante: The effects of water stress on the plant: Physiological aspects. *Fourrages*. 2007. Vol. 190. P. 181–195.
17. Farshadfar E, Sutka J. Multivariate analysis of drought tolerance in wheat substitution lines. *Cereal Res Commun*. 2002. Vol. 31. P. 33–40. URL: <https://www.jstor.org/stable/23787201>.
18. Fernandez C.J. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. Proceeding of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and other Food Crops in Temperature and Water Stress. Aug. 13–16. Shanhua, Taiwan, 1992. P. 257–270.
19. Fisher R. A., Maurer R. Drought resistance in spring wheat cultivars. 1. Grain yield responses. *Australian Journal of Agricultural Research*. 1978. Vol. 29, № 5. P. 897–912. DOI: [org/10.1071/AR9780897](https://doi.org/10.1071/AR9780897)
20. Gavuzzi P. et al. Evaluation of field and laboratory predictors of drought and heat tolerance in winter cereals. *Canadian Journals of Plant Science*. 1997. Vol. 77, № 4. P. 523–531.

21. Hao Z. et al. A proposed selection criterion for drought resistance a cross-multiple environments in maize. *Breeding Sci.* 2011. Vol. 61. P. 101–108. DOI: <https://doi.org/10.1270/jsbbs.61.101>
 22. Harrison M. T. et al. Characterizing drought stress and trait influence on maize yield under current and future conditions. *Glob. Change Biol.* 2014. Vol. 20, Issue 3, P. 867–878. DOI: 10.1111/gcb.12381.
 23. Hussain S.S., Raza H., Afzal I., and Kayani M.A. Transgenic plants for abiotic stress tolerance: Current status. *Archives of Agronomy and Soil Science.* 2012. Vol. 58, Issue 7, P. 693–721. DOI: 10.1080/03650340.2010.540010.
 24. Khalili M., Pour-Aboughadareh A., Naghavi M. R. Assessment of drought tolerance in barley: integrated selection criterion and drought tolerance indices. *Environmental and Experimental Biology.* 2016. Vol. 14. P. 33–41. DOI: 10.22364/eeb.14.06
 25. Kirigwi F.M. et al. Evaluation of selection strategies for wheat adaptation across waterregimes. *Euphytica.* 2004. Vol. 135, Issue 3. P. 361–371. DOI: 10.1023/B:EUPH.0000013375.66104.04.
 26. Koleva M., Dimitrova V. Evaluation of drought Tolerance in new cotton cultivars using stress tolerance indices. *Agrofor International Journal.* 2018. Vol. 3, Issue No. 1. P. 11–17. DOI: 10.7251/AGRENG1801011K
 27. Kristin A.S. et al. Improving common bean performance under drought stress. *CropSci.* 1997. Vol. 37. P. 43–50.
 28. Latrach L. et al. Growth and nodulation of alfalfa-rhizobia symbiosis under salinity: electrolyte leakage, stomatal conductance, and chlorophyll fluorescence. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry.* 2014. Vol. 38. P. 320–326. DOI: 10.3906/tar-1305-52.
 29. Lemaire G. 2006. La luzerne: Alfalfa. Productivity and quality. forage Fabaceae diversity and their symbionts: biotechnological, agronomic and environmental applications. / In Abdelguerfi A. (ed.). International Workshop, Algiers, Algeria. P. 174–182.
 30. Lin C.S., Binns M.R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar × location data. *Can. J. PlantSci.* 1988. Vol. 68. P. 193–198. DOI: <https://doi.org/10.4141/cjps88-018>.
 31. Malek-Shahi F., Dehghani G.H., Alizadeh B. A. Study of Drought Tolerance Indicesin Canola (*Brassica napus* L.) Genotypes. *JWSS Isfahan Univ. Technol.* 2009. Vol. 13, Issue 48. P. 77–90.
 32. Mitra J. Genetics and genetic improvement of drought resistance in crop plants. *Current Sci.* 2001. Vol. 80. P. 758–762.
 33. Moghaddam A., Hadizadeh M.H. Response of corn (*Zea mays* L.). Hybrids and their parental lines to drought using different stress tolerance indices. *J. Seed and plant improvement.* 2002. Vol. 18, Issue 3. P. 255–275.
 34. Mollasadeghi V., Valizadeh M., Shahryari R. and Imani A.A. Evaluation of end drought tolerance of 12 wheat genotypes by stress indices. *World Applied Sciences Journal.* 2011. Vol. 13, Issue 3. P. 545–551.
 35. Moosavi S.S. et al. Introduction of new indices to identify relative drought tolerance and resistance in wheat genotypes. 2008. *Desert* 12. P. 165–178.
 36. Mustatea P. et al. Geno typical differences in wheat response to drought under conditions of the Year 2002. *Romanian Agricultural Research.* 2003. Vol. 19-20, P. 39–48.
 37. Muthukumar Bagavathiannan, Rene C Van Acker. The Biology and Ecology of Feral Alfalfa (*Medicago sativa* L.) and Its Implications for Novel Trait Confinement in North America. *Critical Reviews in Plant Sciences.* 2009. Vol. 28, Issue 1–2. P. 69–87. DOI: 10.1080/07352680902753613.
 38. Naeemi M. et al. Evaluation of drought tolerance in different Canola cultivars based on stress evaluation indices in terminal growth duration. *Eelectronic Journal of Crop Production.* 2008. Vol. 1, Issue 3. P. 83–98.
-

39. Ramirez P., Kelly J.D. Traits related to drought resistance in common bean. *Euphytica*. 1998. No. 99. P. 127–136. DOI: org/10.1023/A:1018353200015.
 40. Richards R. Physiological traits used in breeding of new cultivars for water scarce. *Agricultural Water Manage.* 2006. Vol. 80. P. 197–211.
 41. Richards R.A., Rebetzke G.J., Condon A.G. and Herwaarden A.F. Breeding opportunities for increasing the efficiency of water use and crop yield in temperate cereals. *Crop Science*. 2002. No. 42. P. 111–121. DOI: 10.2135/cropsci2002.1110.
 42. Rosielle A.A., Hamblin J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. *Crop Science*. 1981. Vol. 21, № 6. P. 943–946. DOI: 10.2135/cropsci1981.0011183X002100060033x.
 43. Saba J., Moghaddam M., Ghassemi K. and Nishabouri M.R. Genetic properties of drought resistance indices. *J. Agric. Sci. Technol.* 2001. Vol. 3. P. 43–49.
 44. Shirani Rad A.H., Abbasian A. Evaluation of drought tolerance in winter rape seed cultivars based on tolerance and sensitivity indices. *Zemdirbyst. Agriculture*. 2011. Vol. 98, Issue 1. P. 41–48.
 45. Shuo Li, Liqiang Wan, Zhongnan Nie & Xianglin Li. Fractal and Topological Analyses and Antioxidant Defense Systems of Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Root System under Drought and Rehydration Regimes. *Agronomy*. 2020. Vol. 10, Issue 6. P. 1–21. DOI:10.3390/agronomy10060805.
 46. Sio-Se-Mardeh A., Ahmadi A., Poustini K. and Mohammadi V. Evaluation of drought resistance indices under various environmental conditions. *Field Crops Res.* 2006. Vol. 98. P. 222–229. DOI:10.1016/j.fcr.2006.02.001.
 47. Vasconcelos E.S.D. et al. Alfalfa genotype selection for adaptability and stability of dry matter production. *Acta Sci. Agron.* 2008. Vol. 30, № 3. P. 339–343. DOI: 10.4025/actasciagron.v30i3.3511.
 48. Wang Z. et al. Transgenic alfalfa plants expressing the sweet potato orange gene exhibit enhanced abiotic stress tolerance. *PLoS ONE*. 2015. Vol. 10. DOI: 10.1371/journal.pone.0126050.
 49. Yarnia M., Arabifard N., Khoei F.R. and Zandi P. Evaluation of drought tolerance indices among some winter rape seed cultivars. *African Journal of Biotechnology*. 2011. Vol. 10, № 53. P. 10914–10922. DOI: 10.5897/AJB11.1748.
 50. Yu L-X. Identification of Single-Nucleotide Polymorphic Loci Associated with Biomass Yield under Water Deficit in Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Using Genome-Wide Sequencing and Association Mapping. *Front. Plant Sci.* 2017. Vol. 8. P. 1152. DOI: 10.3389/fpls.2017.01152.
 51. Zou G.H. et al. Screening for Drought Resistance of Rice Recombinant Inbred Populations in the Field. *J. Integr. Plant Biol.* 2007. Vol. 49, № 10. P. 1508–1516.
-

ТВАРИННИЦТВО, КОРМОВИРОБНИЦТВО, ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ПЕРЕРобКА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

ANIMAL HUSBANDRY, FEED PRODUCTION,
STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCTS

УДК 636.2.034.082

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.22>

ШВИДКІСТЬ РОСТУ ТЕЛИЦЬ УКРАЇНСЬКОЇ ЧОРНО-РЯБОЇ МОЛОЧНОЇ ПОРОДИ ЯК ПЕРЕДУМОВА ВИСОКОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ

Ведмеденко О.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри технології виробництва продукції тваринництва,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

<https://orcid.org/0000-0001-8091-9516>

У статті проведено оцінку молочної продуктивності первісток чорно-рябої молочної породи залежно від інтенсивності росту ремонтного молодняка. Обґрунтовано доцільність дотримуватись організації цілеспрямованого вирощування телиць, підтримувати середньодобові прирости в період вирощування до 6-місячного віку на рівні 708–815 г, у тримісячні періоди 6–12 міс. і 12–18 міс. – на рівні 770–778 г і більше з метою формування високої молочної продуктивності.

Встановлено, що найвищою молочною продуктивністю відрізнялися корови із середньодобовим приростом на рівні 708–815 г у період від народження до 6-місячного віку. За таких умов з'являється можливість отримати найбільшу кількість молока базисної жирності (8162,76 кг) із середньою надбавкою продуктивності на первістку 3,75% та вартістю додаткової молочної продуктивності 2053,00 грн.

Найвищим рівнем надою (8323,19 кг і 8052,54 кг), молочного жиру (302,35 кг і 292,53 кг) та білка в молоці (272,50 кг і 261,92 кг) характеризувалися тварини із середньодобовими приростами 778 г і більше в період 6-12 міс. та 12–18 міс., причому рівень надою базисної жирності становив 8890,99 кг і 8603,34 кг відповідно з надбавкою на корову порівняно із середніми значеннями продуктивності по стаду 13,00% та 9,35% і вартістю додаткової продукції 7121,48 грн. і 5119,42 грн. відповідно. Віддано перевагу дотриманню середньодобових приростів у період формування більше 770 г, що забезпечує отримання молочної продуктивності на рівні 8603,34 кг базисної жирності із середньою надбавкою порівняно із середнім по стаду 9,35%.

Періоди швидкого росту ремонтних телиць після статевого дозрівання розглядаються як сприятливі, особливо якщо телицям необхідно набрати потрібну живу масу до моменту першого плідного осіменіння.

За вмістом жиру та білка в молоці коливань між окремими дослідними групами не встановлено. Вміст жиру на рівні 3,62% відмічено у групі тварин із найбільшими середньодобовими приростами, а на рівні 3,63% – з приростами менше 815 г. Нижчий вміст білка в молоці характерний для тварин із найвищою швидкістю росту (3,23%), середніми та меншими приростами (відповідно 3,26% і 3,27%).

Ключові слова: телиці, жива маса, середньодобовий приріст, інтенсивність росту, надій, молочний жир, молочний білок.

Vedmedenko O.V. The growth rate of heifers of the Ukrainian black and white spotted dairy breed as a precondition of high productivity

The paper presents the research on evaluation of milk productivity of first-calvers of the black and white spotted dairy breed depending on the growth rate of breeding young replacement animals. It substantiates the appropriateness of following the pattern of purposeful raising of heifers, maintaining the average daily weight gain of 708–815 g during the period of raising to 6-month age, at the level of 770–778 g and more in three-month periods of 6–12 months and 12–18 months in order to obtain high milk productivity.

The study highlights that the highest milk productivity was characteristic of the cows with the average daily weight gain at the level of 708–815 g during the period from the birth time to the age of 6 months. Under such conditions there is a possibility to obtain the highest milk yield with basic fat content (8162.76 kg) and with the average productivity increase of 3.75% per first-calver and the cost of additional milk productivity of 2053.00 UAH.

The highest milk yield (8323.19 kg and 8052.54 kg), milk fat (302.35 kg and 292.53 kg) and milk protein (272.50 kg and 261.92 kg) were characteristic of the animals with the average daily weight gain of 778 g and more in the period of 6 – 12 months and 12-18 months. The level of milk yield with basic fat content was 8890.99 kg and 8603.34 kg with an increase per cow in comparison with the average values of productivity in the herd of 13.00% and 9.35% and the cost of additional products of 7121.48 UAH and 5119.42 UAH, respectively. We prefer obtaining average daily weight gain in the formation period of more than 770 g, which maintains milk productivity at the level of 8603.34 kg of basic fat content with the average increase in comparison with the average increase in the herd of 9.5%.

The periods of rapid growth of replacement heifers after sexual maturation are considered as favorable, especially, when heifers need to gain necessary live weight to the time of the first fruitful insemination.

We did not find any fluctuations by fat content and protein content in the milk between the research groups. The fat content at the level of 3.62% was in the group of animals with the highest average daily gain, at the level of 3.63% – with the weight gain of not less than 815 g. Lower protein content in milk was characteristic of the animals with the highest growth rate – 3.23%, with the average and lower increase of 3.26% and 3.27%, respectively.

Key words: *heifers, live weight, average daily weight gain, growth intensity, milk yield, milk fat, milk protein.*

Постановка проблеми. У скотарстві цілеспрямоване вирощування молодняку значною мірою спричиняє оптимальний прояв генетично обумовлених продуктивних можливостей молочної худоби. Індивідуальний розвиток відбувається в умовах складної взаємодії організму та зовнішнього середовища. Знання різноманітності та сутності процесу росту, а також його закономірностей дозволяє управляти розвитком організму в потрібному людині напрямку [1]. Підвищення генетичного потенціалу великої рогатої худоби і створення високопродуктивного молочного гурту неможливо без опанування в кожному господарстві системи селекційно-племінної роботи, де головне місце займає спрямоване вирощування телиць та нетелей [2]. В умовах контрольного корівника здійснюють доведення живої маси нетелей до отелення на рівні стандарту I класу; привчання тварин до прийнятої в господарстві технології доїння та утримання; проведення стимулюючих дій на вимені нетелей шляхом масажу; організацію роздою первісток до високої продуктивності; проведення оцінки первісток за перші 90-120 діб лактації і визначення їхнього подальшого господарського використання; введення первинного зоотехнічного обліку за ознаками відбору [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Можливість реалізації генетичного потенціалу продуктивності тварин кожної породи визначають такі елементи технології, як: рівень вирощування молодняку, спосіб утримання та рівень годівлі корів, показники відтворення і ветеринарного забезпечення тощо. Вища інтенсивність приросту живої маси телиць, особливо в період від народження до 6-ти міс. (800–900 г) і в перший рік життя (780–800 г), є одним із способів формування високої молочної продуктивності тварин [4]. Найвищий рівень молочної продуктивності корів-первісток (понад 8,0 тис. кг молока за 305 днів закінченої лактації) досягнуто у стадах,

де середньодобовий приріст телиць у віковий період 0–12 міс. доведено до рівня 820–850 г. Дотримання вказаних параметрів є передумовою формування високопродуктивних молочних стад, де підвищення ефективності виробництва молока забезпечуватиметься за рахунок скорочення непродуктивних витрат на утримання ремонтного молодняку і зростання чистого доходу від реалізації більших обсягів молока [5].

Інтенсивність росту телиць різних генотипів тісно пов'язана з рівнем молочної продуктивності. Зниження інтенсивності вирощування телиць у період від 18 місяців і до першого отелення не дає змогу тваринам повністю реалізувати свій генетичний потенціал молочної продуктивності [6]. Результати наукових досліджень та передовий практичний досвід показують, що успіх формування високопродуктивного молочного стада значною мірою залежить від системи вирощування ремонтних телиць, які обумовлюють рівень молочної продуктивності та прояв відтворної здатності майбутніх корів [7].

Постановка завдання. Мета роботи – дослідження впливу інтенсивності росту ремонтного молодняку телиць української чорно-рябої молочної породи на подальшу продуктивність.

Матеріалом дослідження є показники первинного зоотехнічного та селекційно-племінного обліку.

Молочну продуктивність корів української чорно-рябої молочної породи досліджували за наступними показниками: надій за 305 днів, кг; середній вміст жиру в молоці за лактацію, %; кількість молочного жиру, кг; середній вміст білка в молоці за лактацію, %; кількість молочного білка, кг.

Економічну ефективність проведеного дослідження розраховували відповідно до «Методики визначення економічної ефективності використання у сільському господарстві результатів науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт, нової техніки, винаходів і раціоналізаторських пропозицій» [8].

Виклад основного матеріалу дослідження. Інтенсивність росту телиць у різні періоди онтогенезу обумовлюють подальшу їхню експлуатацію. Із збільшенням середньодобового приросту знижується вік плідного осіменіння телиць. Установлено позитивний взаємозв'язок достатнього рівня між надоем корів та середньодобовим приростом ($r = +0,329$). Тому важливим завданням було визначити вплив рівня швидкості росту окремо за періодами вирощування (0–6 міс.), дорощування (6–12 міс.) та формування (12–18 міс.) ремонтних телиць (табл. 1).

Середньодобові прирости в цілому за період вирощування телиць склали 761,33 г, дорощування – 694,74 г, формування – 653,27 г.

Групування тварин за різною швидкістю росту у віці 0 – 6 міс. з метою оцінки молочної продуктивності первісток дозволило встановити певну залежність. Найвищу молочну продуктивність (надій – 7637,61 кг, молочний жир – 277,65 кг, молочний білок – 248,80 кг) мали корови із середньодобовим приростом на рівні 708–815 г. На 450,64 кг (або на 5,9%) менший надій за 305 днів лактації був у ровесниць, які в період вирощування мали середньодобові прирости більше 816 г – 7186,97 кг. Найменший надій (на рівні 6916,38 кг) мали первістки із середньодобовими приростами менше 707 г у цьому віці. Різниця за рівнем надою від найбільш продуктивної групи склала 721,23 кг або 10,43%.

За вмістом жиру та білку в молоці коливань між окремими дослідними групами не встановлено. Вміст жиру на рівні 3,62% відмічено у групі тварин із найбільшими середньодобовими приростами, а на рівні 3,63% – з приростами менше 815 г. Нижчий вміст білка в молоці характерний для тварин із найвищою швидкістю росту (3,23%), із середніми та меншими приростами (відповідно 3,26% і 3,27%).

Таблиця 1

Молочна продуктивність первісток залежно від розподілу за середньодобовими приростами телиць різного вікового періоду

Середньо-добовий приріст, г	n	Надій, кг	Молочний жир, кг	Молочний білок, кг
0–6 міс.				
до 707	34	6916,38 ± 70,95***	250,89 ± 2,61***	226,37 ± 2,36***
708–815	82	7637,61 ± 108,67	277,65 ± 3,99	248,80 ± 3,64
816 і більше	35	7186,97 ± 132,02	260,25 ± 4,80	232,45 ± 4,34
6–12 міс.				
до 612	25	6844,16 ± 64,08***	248,63 ± 2,33***	220,57 ± 2,18***
613–776	90	7136,07 ± 109,06	258,95 ± 4,00	232,33 ± 3,56
778 і більше	36	8323,19 ± 107,54***	302,35 ± 3,94***	272,50 ± 3,63***
12-18 міс.				
до 537	40	7040,13 ± 103,47*	255,37 ± 3,76*	229,25 ± 3,36*
538–769	72	7185,15 ± 106,47	260,87 ± 3,93	234,01 ± 3,52
770 і більше	39	8052,54 ± 107,35***	292,53 ± 3,92***	261,92 ± 3,69***

Примітка: вірогідність різниці вказана порівняно з середніми показниками приросту по стаду: * P < 0,05; *** P < 0,001

Після 6-місячного віку вплив рівня швидкості росту на майбутню молочну продуктивність дещо змінився. Так, тварини, які відзначились у період 6–12 міс. середньодобовими приростами 778 г і більше, характеризувалися найвищим рівнем надою (8323,19 кг), молочного жиру (302,35 кг) та білка в молоці (272,50 кг). За надоєм і молочним жиром первістки цієї групи переважали ровесниць, які мали середньодобові прирости в період дорощування 613–776 г, що на 21,6%, більше, а також ровесниць із приростом 612 г і менше (відповідно на 16,7%). Збільшення вмісту молочного білка порівняно з цими групами становило 23,5% і 17,3% відповідно.

Найвищою молочною продуктивністю в період 12–18 міс. характеризувалися первістки із середньодобовим приростом більше 770 г (надій – 8052,54 кг, молочний жир – 292,53 кг і молочний білок – 261,92 кг). Рівень надою цієї групи тварин зріс на 14,38% порівняно з ровесницями із середньодобовим приростом менше 537 г та на 12,07% – із ровесницями, що мали прирости після річного віку в межах 538–769 г.

Вміст жиру та білку в молоці був незмінним в усіх групах тварин і склав 3,63% та 3,25% відповідно.

Інтенсивне вирощування ремонтних телиць сприяє зниженню віку їхнього плідного осіменіння і скороченню непродуктивного періоду, а також формуванню високої молочної продуктивності корів.

Проблема вирощування молодняку, зокрема ремонтних телиць, давно цікавить науковців і практиків, оскільки непродуктивний період вирощування займає більше 1/3 всього життя корови. Молочна продуктивність та відтворювальна здатність корів суттєво залежать від системи вирощування ремонтного молодняку. Прискорення темпів оновлення молочних стад потребує істотної перебудови

організації і техніки вирощування ремонтного молодняка, що має базуватися на закономірностях їхнього індивідуального розвитку і сприяти формуванню тварин із міцною конституцією та високою продуктивністю. Тому питання росту та розвитку телиць для молочного скотарства має надзвичайно велике значення, адже це перший та один із найважливіших факторів економічної ефективності галузі. Інтенсивний ріст телиць дає змогу прискорити оборот стада, тобто більше вибракувувати порівняно низькопродуктивних корів і планомірно підвищувати середній надій у стаді [9].

Отже, наступним завданням дослідження є обчислення економічної ефективності використання корів української чорно-рябої молочної породи залежно від середньодобових приростів за різних періодів вирощування ремонтних телиць. Задля визначення вартості додаткової основної продукції враховано продуктивність першої лактації за 305 днів. Реалізаційна ціна 1 кг молока вищого сорту становила 09,28 грн. (табл. 2).

Під час розгляду напрямів підвищення ефективності виробництва молока слід урахувувати також головну умову подолання збитковості галузі молочного скотарства – забезпечення його інтенсивного розвитку. Одним із ефективних шляхів вирішення цієї проблеми є дотримання програми росту під час вирощування телиць. Господарству слід ефективніше спрямувати так вирощування ремонтних телиць, щоб середньодобові прирости в молочний період були до 6-місячного віку на рівні 708–815 г. За такої швидкості росту з'являється можливість отримати найбільше надою базисної жирності (8162,76 кг) із середньою надбавкою продуктивності на первістку 3,75% і вартістю додаткової молочної продуктивності 2053,00 грн.

Таблиця 2

Вартість додаткової основної продукції залежно від середньодобових приростів телиць у молочний період

Середньодобовий приріст, г	Надій за 305 днів, кг	Надій базисної жирності, кг	Середня надбавка на корову, %	Вартість додаткової основної продукції, грн.
0–6 міс.				
до 707	6916,38	7377,67	–6,23	–3411,23
708–815	7637,61	8162,76	3,75	2053,00
816 і більше	7186,97	7654,43	–2,71	–1485,03
Середнє по стаду	7370,76	7867,79	–	–
6–12 міс.				
до 612	6844,16	7312,78	–7,05	–3862,86
613–776	7136,07	7612,97	–3,24	–1773,56
778 і більше	8323,19	8890,99	13,00	7121,48
Середнє по стаду	7370,76	7867,79	–	–
12–18 міс.				
до 537	7040,13	7511,19	–4,53	–2481,94
538–769	7185,15	7667,98	–2,54	–1390,71
770 і більше	8052,54	8603,34	9,35	5119,42
Середнє по стаду	7370,76	7867,79	–	–

Водночас встановлено, що надто високі та надто низькі прирости в цей період небажані. Так, середньодобові прирости, менші за 707 г та більші за 816 г у цей період, здатні спричинити зниження майбутньої продуктивності тварин порівняно із середніми значеннями по стаду на 6,23 % і 2,71 % відповідно.

Під час індивідуального розвитку телиць молочного напрямку відбуваються деякі чергування періодів посиленого росту і, навпаки, зниження, особливо в період диференціації. Встановлено, що телиці з більшою швидкістю росту (778 г і більше) в період дорощування (6–12 міс.) можуть дати більше молока, оскільки в них більше запасів поживних речовин в організмі, що використовуються на ранній стадії лактації за нижчої потреби на ріст. Рівень надою базисної жирності в цих групах первісток може складати 8890,99 кг із надбавкою на корову порівняно із середніми значеннями продуктивності по стаду (13,00%) і вартістю додаткової продукції (7121,48 грн).

З віком швидкість росту знижується. Періоди швидкого росту ремонтних телиць після статевого дозрівання вважаються сприятливими, особливо якщо телицям необхідно набрати потрібну живу масу до моменту першого плідного осіменіння. Тому віддається перевага дотриманню середньодобових приростів більше 770 г у період формування, що забезпечує отримання молочної продуктивності на рівні 8603,34 кг базисної жирності із середньою надбавкою порівняно із середнім значенням по стаду 9,35% та вартістю додаткової продукції 5119,42 грн.

Висновки і пропозиції. Для формування високої молочної продуктивності бажано дотримуватись організації цілеспрямованого вирощування телиць, підтримувати середньодобові прирости в період вирощування до 6-місячного віку на рівні 708–815 г, у тримісячні періоди 6–12 міс. і 12–18 міс. – на рівні 770–778 г і більше із забезпеченням повноцінної годівлі та досягненням живої маси не менше 420 кг за першого плідного осіменіння. За таких умов у тварин формуватиметься здатність до високої молочної продуктивності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Інструкція з бонітування великої рогатої худоби молочних і молочно-м'ясних порід; Інструкція з ведення племінного обліку в молочному і молочно-м'ясному скотарстві. Київ : ППНВ, 2004. 76 с.
2. Панкєєв С.П. Технології основи спрямованого вирощування ремонтного молодняку в молочному скотарстві. *Сучасна наука: стан та перспективи розвитку* : матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених з нагоди Дня науки, 19 травня 2021 р. Херсон : ХДАЕУ, 2021. С. 113–115.
3. Панкєєв С.П., Пилипенко Ю.П. Перспективна технологія спрямованого вирощування молодняку в молочному скотарстві. *Таврійський науковий вісник : науковий журнал*. Вип. 118. Херсон : Видавничий дім «Гельветика», 2021. С. 260–267.
4. Мельник Ю. Ф. Залежність продуктивності худоби української червоно-рябої молочної породи від спадкових і паратипових факторів : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.02.01 / Інститут розведення і селекції тварин. Чубинське, 2000. 19 с.
5. Круляк О.В. Формування високопродуктивних молочних стад як чинник підвищення ефективності виробництва молока. *Економіка агропромислового виробництва*. 2018, № 3. С. 24–30.
6. Сірацький Й., Федорович Є., Ференц Л. Ріст і розвиток теличок західного внутрішньо порідного типу української чорно-рябої молочної породи. *Тваринництво України*. 2005. № 10. С. 18–19.
7. Рудик І.А., Ставецька Р.В. Оцінка системи вирощування ремонтного молодняку. *Вісник Білоцерківського державного аграрного університету*. Біла Церква, 2002. Вип. 24. С. 35–40.

8. Методика определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. Москва, 1986. 156 с.

9. Підпала Т.В., Ясевін С.Є., Дровняк О.В. Інтенсивне вирощування ремонтного молодняку молочної худоби. *Збірник наукових праць ВНАУ*. 2011. № 11 (51). С. 117–120.

УДК 631.333.92:631.22.018

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.23>

ДИНАМІКА ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ БЕЗПІДСТИЛКОВОГО ГНОЮ У ПРОМИСЛОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ СВИНИНИ

Вербельчук Т.В. – к.с.-г.н., доцент,

доцент кафедри технологій виробництва продукції тваринництва,

Поліський національний університет

Ковальова С.П. – к.с.-г.н., старший дослідник,

завідувач лабораторії екологічної безпеки земель, довкілля та якості продукції,

Житомирська філія державної установи «Інститут охорони ґрунтів України»

Вербельчук С.П. – к.с.-г.н., доцент,

доцент кафедри технологій переробки та якості продукції тваринництва,

Поліський національний університет

Кобернюк В.В. – к.с.-г.н., доцент,

доцент кафедри розведення, генетики тварин та біотехнології,

Поліський національний університет

У статті представлено результати дослідження безпідстилкового рідкого свинячого гною. Проведено лабораторні дослідження зразків безпідстилкового гною. Відібрані на території свинокомплексу ТОВ «ДФУ АГРО» зразки показали, що динаміка вмісту азоту, фосфору, калію за роками свідчить про відсутність вірогідної різниці між цими показниками. Так, протягом дослідження органічне добриво містило 0,18–0,20% загального азоту, 0,10–0,13% загального фосфору, 0,08–0,10% загального калію. Азот у складі гною переважно представлений аміачною і нітратними формами, які добре засвоюються рослинами в перший рік після внесення у ґрунт. Решта (білковий азот) засвоюється рослинами пізніше протягом мінералізації. Фосфор у складі гною знаходиться в органічній формі, яка добре мінералізується та засвоюється рослинами. Калій представлений лише розчинною формою, що дозволяє рослинам швидко його засвоювати.

Вміст сухої речовини зразків гною за роками дослідження знаходився на рівні 5,20–6,90%, що перевищує технологію (гній розбавляють водою задля кращого перекачування в ємкості для зберігання). Кислотність рідкого свинячого гною варіювала в межах від 6,89 до 7,68 од. приладу рН. Установлено, що з 2019 року вона має лужне середовище та передусім добре підходить для внесення на кислих дерново-підзолистих ґрунтах. Масова частка золи за роками дослідження знаходилася в межах від 1,22 до 2,29%. У разі зміни раціону годівлі свиней у 2020 році відбувається збільшення масової частки золи у зразках.

За вмістом важких металів та мікроелементів у динаміці також відсутня вірогідна різниця. Проте у зразках 2020 року вміст солей важких металів, концентрація мікроелементів, кислотність та масова частка золи показували децю вищі значення.

За результатами дослідження встановлено, що за всіма якісними показниками свинячий гній відповідає агрономічним вимогам щодо якості добрив задля використання в органічному виробництві, крім вмісту сухої речовини, яка в 1,2–1,5 рази нижче встановленого нормативу.

Отримані результати потребують подальших поглиблених наукових досліджень щодо виявлення порушень екологічної рівноваги в зоні впливу сучасних свинокомплексів після внесення цих добрив.

Ключові слова: безпідстилковий гній, поживні речовини, мікроелементи, важкі метали, свинокомплекс, добрива, вміст, концентрація.

Verbelchuk T.V., Kovalova S.P., Verbelchuk S.P., Koberniuk V.V. Dynamics of quality indicators of litter-free manure in industrial pork production

The article presents the results of research on litter-free liquid pig manure. Laboratory studies of litter-free manure samples taken on the territory of the pig farm of DFU AGRO LLC showed that the dynamics of nitrogen, phosphorus and potassium content over the years indicates the absence of a probable difference between these indicators. Thus, during the research, the organic fertilizer contained 0.18–0.20% of total nitrogen, 0.10–0.13% of total phosphorus, and 0.08–0.10% of total potassium. Nitrogen in manure is mainly represented by ammonia and nitrate forms, which are well absorbed by plants in the first year after application to the soil. The rest (protein nitrogen) is absorbed by plants later as mineralization. Phosphorus in manure is in organic form, which is well subject to mineralization and is also well absorbed by plants. Potassium is present only in soluble form, which allows rapid assimilation by plants.

The dry matter content of manure samples according to the years of research was at the level of 5.20–6.90%, which is provided by the technology (manure is diluted with water for better pumping in the storage tank). The acidity of liquid pig manure ranged from 6.89 to 7.68 units pH device. It is established that from 2019 it has an alkaline environment, which in turn is well suited for application on acidic sod-podzolic soils. The mass fraction of ash in the years of research ranged from 1.22 to 2.29%. After changing the diet of pigs in 2020, there is an increase in the mass fraction of ash in the samples.

There is also no significant difference in the dynamics of heavy metals and trace elements in the dynamics. However, in the 2020 samples, the content of heavy metal salts, the concentration of trace elements, acidity and mass fraction of ash were slightly higher.

The results of research show that in all qualitative indicators pig manure meets the agronomic requirements for the quality of fertilizers for use in organic production, except for the dry matter content, which is 1.2–1.5 times lower than the established standard.

The obtained results require further in-depth scientific research to identify violations of ecological balance in the area of influence of modern pig farms after the application of these fertilizers.

Key words: litter-free manure, nutrients, microelements, heavy metals, pig complex, fertilizers, content, concentration.

Постановка проблеми. Стійкий розвиток тваринництва як складник національного господарського комплексу держави спирається на широке використання інноваційних технологій виробництва, заснованих на використанні сучасних порід і видів сільськогосподарських тварин. Свині з високим потенціалом генетичної продуктивності, стійкі до хвороб, чутливі до стресу ефективно використовують корми та легко адаптуються до промислового виробництва продукції [3, с. 4; 15, с. 75].

Під час виробництва продукції особливе значення надається не тільки дотриманню нормативних актів та гігієнічних вимог [4], правил оптимізації умов утримання [5], годівлі [14], догляду та експлуатації тварин і птиці, охороні здоров'я та збереження худоби, але й захисту навколишнього середовища від забруднення тваринними відходами [6; 7].

Висока продуктивність свиней обумовлена їхньою повноцінною годівлею, за якої на утворення продукції в організмі використовується лише до 25% валової енергії кормів, решта (75%) використовується непродуктивно. Зокрема, 50–80% азоту, 60–80% фосфору, 80–90% калію, до 90% кальцію, до 60% неперетравлених речовин та інших компонентів потрапляють у відходи гною. Тому гній є ефективним органічним добривом, що містить необхідні для рослин мінеральні елементи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасні свинокомплекси, розміщені на сільських селітебних територіях, унаслідок низки економічних і соціальних

причин порушують екологічну рівновагу цих місцевостей, тому що є потужними джерелами негативного впливу не тільки на ґрунт і ґрунтові води, а й на атмосферу. Одним із шляхів часткової рециклізації органічних відходів є використання їх задля підтримки родючості ґрунтів [11, с. 70].

Це пов'язано з розташуванням промислових свинокомплексів у районах із різними ґрунтовими, кліматичними та господарськими умовами, різнобічним ступенем інтенсифікації сільського господарства та тваринництва, наявністю або відсутністю достатньої кількості землі поблизу виробництва, спроможною використати вироблені відходи. Ці обставини призвели до створення в зоні дії свинокомплексів різних систем обробітку гною. При цьому обмежена земельна площа тваринницьких комплексів і невідповідність перевезень гною на далекі відстані часто викликають необхідність застосування на прилеглих до господарства сільгоспугіддях надвисоких доз безпідстилкового гною. Тривале внесення останніх веде до забруднення ґрунтового профілю і підземних вод нітратами, сполуками фосфору з іншими речовинами в небезпечних концентраціях [10; 16]. У разі потрапляння у природні води азоту та фосфору відбувається розвиток водоростей і планктону [17]. Встановлено, що безпідстилковий гній негативно впливає на навколишнє середовище [12].

Безпідстилковий гній представлений сумішшю тваринних рідких і твердих виділень, що містять домішки кормів та води. Система та спосіб утримання тварин впливає на фізичні властивості отриманого гною, зокрема на його вологість. Вміст води в безпідстилковому гної залежить від технології його виділення, котра буває напіврідкою (вміст сухої речовини понад 8%), рідкою (від 3 до 8% сухих речовин) та з гнойовими стоками (сухих речовин 3%) [8].

Згідно з класифікацією безпідстилкових органічних добрив їх відносять до гнойових стоків, що характеризуються високим вмістом вологи, низьким вмістом елементів живлення та органіки, проте в еквівалентних дозах за рівнем засвоєваності рослинами вони відповідають мінеральним добривам. Але слабо вивченим є питання якісних показників органічних добрив у цілому, в тому числі й безпідстилкового рідкого гною свиней.

Постановка завдання. Задля попередження і припинення процесу деградації природних вод і ґрунтових ресурсів без розробки розрахункових оцінок навантаження промисловими тваринницькими підприємствами не обійтися. В основу розрахунків мають бути покладені показники вмісту поживних елементів (особливо азоту й фосфору) у гнойових стоках та інших органічних відходах виробництва, а також коефіцієнти їхнього використання рослинами і трансформації у ґрунті під впливом чинників навколишнього середовища [9]. На думку Lawrence B. Cahoon, Jull A. Mikecki і Michael A. Mallin (1997), в таких розрахунках не можна обійтися і без урахування показників з утримання біогенних елементів у кормах та коефіцієнтів їхнього використання з кормів та кормових добавок організмом тварини [17, 18]. Разом із цим мають розроблятися й активно впроваджуватися технології із вилучення біофільних елементів із тваринницьких стоків на різних етапах механічної та біологічної очистки або технології, що забезпечують зниження їхньої концентрації в очищених водах, що скидаються на рельєф або в поверхневі водні джерела [13]. За твердженням Є. Л. Беденкова: «Майбутні інновації зі зберігання гною, переробки та очищення стічних вод базуватимуться на біотехнологіях» [2].

Отже, сучасні промислові свинокомплекси є найпрогресивнішою формою розвитку тваринництва, основним напрямком яких є збільшення продуктивності тварин із використанням інноваційних технологічних розробок, які водночас

є джерелами забруднення навколишнього середовища. Комплексне використання органічних відходів тваринництва призвело до необхідності поглибити та конкретизувати дослідження щодо їхньої якості з метою безпечного використання.

Мета роботи – дослідити якісні показники безпідстилкового рідкого свинячого гною на свиномкомплексі ТОВ «ДФУ АГРО» протягом 2016–2020 років.

Матеріал та методика проведення досліджень. Інформаційною базою дослідження став сучасний свиномкомплекс ТОВ «ДФУ АГРО» виробничою потужністю 25 тис. голів, розташований на території с. Грозино Коростенського району Житомирської області. Землекористування ТОВ «ДФУ АГРО» Ходаківської та Сингаївської сільських рад згідно з природно-сільськогосподарським районуванням відноситься до Поліської зони, Поліської правобережної провінції, Центрально-поліського округу, Овруцького (03) природно-сільськогосподарського району, Коростенського адміністративного району Житомирської області.

Загальна територія комплексу займає 16 га; він розміщений на відстані 1000 м від житлових будинків.

Технологією передбачено утримання свиней у період вирощування та відгодівлі на бетонних решітчастих підлогах над гноєнакопичувальними ваннами. Утримання свиней безпідстилке. Розділення на тверду та рідку фракції гною не відбувається, гній періодично відкачується для подальшого зберігання у відстійники-накопичувачі (лагуни). Після цього він за допомогою спеціальних автомобілів вивозиться на поля, де застосовується як добриво для внесення в ґрунт.

Для дослідження відібрані зразки безпідстилкового свинячого гною рідкої консистенції. Зразки гною відбирали по три зразки кожного року весною в період, коли викачували гній із лагуни в автомобілі для подальшого використання.

Лабораторні дослідження з визначення якісних показників свинячого гною проведені в лабораторії Інституту сільського господарства Полісся НААН та в лабораторії екологічної безпеки земель, довкілля та якості продукції Житомирської філії ДУ «Держґрунтохорона».

Усі дослідження виконані згідно з чинними нормативними документами. Загальні форми поживних речовин визначали методом мінералізації наважки добрива із сірчаною кислотою у присутності каталізатора. Кислотність свинячого гною визначали потенціометричним методом. Уміст сухої речовини та масову частку золи визначали ваговим методом. Уміст солей важких металів та концентрацію мікроелементів визначали атомно-абсорбційним методом.

Результати проведення досліджень. До складу свинячого гною входять усі необхідні для розвитку рослин елементи (табл. 1).

Загальний вихід гною залежить від потужності свиномкомплексу, зокрема під час виробництва 1 кг свинини утворюється 20 кг гною.

Динаміка вмісту основних елементів живлення в безпідстилковому свинячому гної за роками свідчить про відсутність суттєвої різниці (табл. 2).

Таблиця 1

Хімічний склад безпідстилкового свинячого гною (на відгодівлі зерном), % [за Баранников В.Д., 1985]

Показники	Значення
Суха речовина	10,0
Органічні речовини	7,70
Азот	0,65
Фосфор	0,14
Калій	0,27
Кальцій	0,26
Магній	0,06
Натрій	0,04
pH	6,8

Таблиця 2

Вміст якісних показників свинячого гною, %, $M \pm m$

Вміст сухої речовини	Масова частка золи, %	Кислотність, од. рН	Назва показника					
			у сухій речовині, %			природна вологість, %		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
2016								
5,90 ± 0,32	1,40 ± 0,08	6,89 ± 0,10	3,04 ± 0,16	2,05 ± 0,13	1,59 ± 0,10	0,18	0,12	0,09
2017								
5,75 ± 0,30	1,22 ± 0,06	7,02 ± 0,12	3,43 ± 0,18	1,66 ± 0,10	1,35 ± 0,09	0,20	0,10	0,08
2018								
6,24 ± 0,44	1,33 ± 0,07	7,18 ± 0,13	3,00 ± 0,19	1,52 ± 0,11	1,26 ± 0,08	0,19	0,10	0,08
2019								
6,90 ± 0,37	1,62 ± 0,08	7,40 ± 0,11	2,84 ± 0,17	1,63 ± 0,09	1,34 ± 0,07	0,20	0,11	0,09
2020								
5,20 ± 0,29	2,29 ± 0,10	7,68 ± 0,10	3,56 ± 0,20	2,44 ± 0,10	1,63 ± 0,10	0,19	0,13	0,10

Це органічне добриво протягом дослідження містило 0,18–0,20% загального азоту, 0,10–0,13% загального фосфору, 0,08–0,10% загального калію. Азот у гною переважно представлений аміачним і нітратними формами, які добре засвоюються рослинами в перший рік після внесення у ґрунт. Решта (білковий азот) засвоюється рослинами пізніше під час мінералізації. Фосфор у гною знаходиться в органічній формі, яка добре піддається мінералізації і добре засвоюється рослинами. Калій представлений лише розчинною формою, що дає змогу швидко засвоюватися рослинами.

Якщо порівнювати досліджений гній із послідом птиці, то рідкий свинячий гній має втричі нижчі показники поживних речовин, що дозволяє вносити його у ґрунт у нормі до 180–200 т/га залежно від забезпеченості. Проте специфіка внесення гнойових стоків має враховувати насамперед їхню текучість та необхідність накопичення значних об'ємів на одиницю площі. Слід зважати, що 170–180 т/га є еквівалентним третині середньорічних місячних опадів. Також варто враховувати, що в розбавлених стоках значна частина азотистих сполук (амонійна форма азоту) здатна мігрувати в атмосферу. Тому задля ефективного використання рідкого гною вносити його необхідно на тих полях, де можливе максимально швидке їх заковування у ґрунт, при цьому річну норму слід розподілити на частини та застосовувати в 2–3 прийоми.

Результати лабораторного дослідження також показали, що вміст сухої речовини зразків гною за роками дослідження знаходився на рівні 5,20–6,90%.

Однак у досліді 2020 року відмічено найнижчий вміст сухої речовини. Це свідчить про те, що свині споживали трохи більше води. Товаровиробник свинини пояснює споживання більшої кількості води свинями температурним режимом у приміщенні. Такий низький вміст сухої речовини в досліджених зразках свинячого гною ще й передбачений технологією (гній розбавляють водою задля кращого перекачування в ємкості для зберігання).

Що стосується кислотності рідкого свинячого гною, то з 2019 року спостерігається більш лужне середовище в ньому, що доречно для внесення на кислих дерново-підзолистих ґрунтах. Кислотність цих добрив варіювала від 6,89 до 7,68 од. приладу рН.

Масова частка золи за роками дослідження знаходилася в межах від 1,22 до 2,29%. Проте простежується збільшення масової частки золи у зразках, відібраних для дослідження в 2020 році, що вказує на певну зміну раціону годівлі свиней.

Рідкий безпідстилковий свинячий гній містить значну кількість мікроелементів (табл. 3).

Таблиця 3

Концентрація мікроелементів у рідкому свинячому гної, мг/кг, $M \pm m$

Вміст хімічних елементів, мг/кг									
Суша речовина					Природна вологість				
Cu	Zn	Co	Mn	Fe	Cu	Zn	Co	Mn	Fe
2016									
85,2 ± 4,1	201,1 ± 13,8	4,16 ± 0,21	124,6 ± 8,2	151,3 ± 7,5	5,02	11,86	0,25	7,35	8,93
2017									
75,7 ± 2,7	240,3 ± 11,4	3,80 ± 0,20	140,1 ± 9,7	170,0 ± 9,6	4,35	13,82	0,22	8,06	9,77
2018									
92,9 ± 4,7	202,7 ± 10,4	4,51 ± 0,26	111,4 ± 7,8	123,5 ± 6,8	5,80	12,64	0,28	6,95	7,70
2019									
78,6 ± 3,1	210,3 ± 9,6	3,47 ± 0,18	119,8 ± 10,2	146,4 ± 9,1	5,42	14,51	0,24	8,27	10,10
2020									
117,5 ± 7,6	289,8 ± 12,3	5,53 ± 0,25	173,6 ± 11,6	199,3 ± 8,5	6,11	15,07	0,29	9,03	10,36

Вміст марганцю варіював від 6,95 до 9,03 мг/кг; міді – від 4,35 до 6,11 мг/кг; цинку – від 11,86 до 15,07 мг/кг; кобальту – від 0,22 до 0,29 мг/кг; вміст заліза – від 7,70 до 10,36 мг/кг. За результатами лабораторного дослідження встановлено, що концентрація мікроелементів була дещо вищою у зразках гною 2020 року.

Відомо, що всі органічні добрива містять значну кількість важких металів. Проте в Україні відсутні допустимі рівні токсикантів в органічних добривах.

Згідно з одержаними результатами, концентрація ртуті за роками дослідження варіювала у вузьких межах, а саме від 0,0017 до 0,0020 мг/кг (табл. 4).

Таблиця 4

Концентрація важких металів у рідкому свинячому гної, мг/кг, $M \pm m$

Рік проведення досліджень	Вміст важких металів, мг/кг					
	Суша речовина			Природна вологість		
	Pb	Cd	Hg	Pb	Cd	Hg
2016	30,4 ± 2,8	1,08 ± 0,06	0,029 ± 0,006	1,79	0,064	0,0017
2017	32,9 ± 1,9	1,36 ± 0,04	0,032 ± 0,007	1,89	0,078	0,0018
2018	28,9 ± 2,5	1,29 ± 0,07	0,030 ± 0,004	1,80	0,080	0,0019
2019	28,6 ± 1,7	1,19 ± 0,05	0,027 ± 0,006	1,97	0,082	0,0019
2020	39,5 ± 3,3	1,77 ± 0,06	0,039 ± 0,005	2,05	0,092	0,0020

Вміст свинцю знаходився на рівні 1,79–2,05 мг/кг; вміст кадмію – 0,064–0,092 мг/кг. Саме такі концентрації ртуті можна спостерігати у ґрунтах сільськогосподарських угідь Коростенського району. Що стосується таких токсикантів, як свинець та кадмій, то вміст їх у ґрунтах знаходиться в межах 0,88–1,10 мг/кг за свинцем і 0,049–0,073 мг/кг за вмістом кадмію, тоді як у рідкому добриві концентрація цих елементів є трохи вищими.

Найменший вміст важких металів спостерігався у зразках рідкого гною в дослідженні 2016 року, а найвищий – у зразках гною 2020 року.

Таким чином, проведене дослідження показало, що вміст поживних речовин рідкого свинячого гною утримався нижчий за показники курячого посліду, але це добриво відповідає якісним показникам рідкого гною задля використання в органічному виробництві, крім вмісту сухої речовини, який значно нижче встановленого нормативу.

Висновки і пропозиції.

1. Підприємство ТОВ «ДФУ АГРО» має відновлюваний ресурс у вигляді безпідстилкового рідкого свинячого гною, який за якісними показниками відноситься до градації гнойових стоків із вмістом води понад 93% та слабко лужною реакцією.

2. Добриво за всіма якісними показниками відповідає агрономічним вимогам якості добрив задля використання в органічному виробництві, крім вмісту сухої речовини, який у 1,2–1,5 разів нижче встановленого нормативу.

3. Згідно з науково-обґрунтованими розрахунками, в поєднанні з мінеральними добривами за умов коригування ґрунтової кислотності гнойові стоки можна використовувати в якості ефективного компонента живлення рослин і підвищення родючості ґрунтів.

4. Внесення гнойових стоків рекомендовано проводити в 2–3 етапи відповідно до річних норм у поєднанні з розрахованими нормами мінеральних добрив, що за умов дотримання належних технологій та сприятливих кліматичних факторів дозволить отримати планову врожайність.

5. Із метою дотримання вимог охорони навколишнього середовища й забезпечення правильної утилізації органічних відходів промислового свинарства слід рекомендувати розширення площ задля використання свинячого гною в сільсько-господарському виробництві. Це дозволить знизити питому насиченість стоками і довести дози внесення основних елементів живлення (перш за все азоту) до екологічно безпечних. Однак для попередження фітотоксичності ґрунту щорічне внесення рідкого свинячого гною не повинно перевищувати 200 т/га і може здійснюватися не раніше, ніж за 1 місяць до посіву культур.

6. Отримані результати потребують подальших поглиблених наукових досліджень щодо виявлення порушень екологічної рівноваги в зоні впливу сучасних свинокомплексів після внесення цих добрив.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Баранников В. Д. Охрана окружающей среды в зоне промышленного животноводства. Москва : Россельхозиздат, 1985. 115 с.

2. Беденков Є. Л. Екологічний вплив на довкілля підприємств із виробництва свинини. *Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах*: Матеріали VIII міжнар. наук. конф. Дніпропетровськ : Ліра, 2015. С. 9–10.

3. Біотехнологія відходів тваринницьких підприємств: монографія / М.О. Захаренко та ін.; НУБіП України. Київ, 2015. 380 с.

4. Вербицький П., Влізло В. Вимоги Європейського Союзу до переробки відходів тваринного походження. *Ветеринарна медицина України*. 2008. № 6. С. 24–26.

5. Вимоги до благополуччя свиней під час їх утримання. Реєстрація: Мін'юст України від 18.02.2021 № 209/35831. Стан: Чинний. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0209-21#Text> (дата звернення: 15.07.2021).

6. ВНТП-АПК-09.06. Відомчі норми технологічного проектування. Системи видалення, обробки, підготовки та використання гною (видання офіційне).

На заміну ВНТП-СГ і П-46-9.94. [Чинний від 2006.01.06]. Київ : Мінагрополітики України, 2006. 100 с.

7. ВНТП-АПК-02.05 Відомчі норми технологічного проектування. Свинарські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми). На заміну ВНТП-СГП-46-2.95. [Чинний від 2006.01.01]. Київ : Міністерство аграрної політики України, 2005. 98 с.

8. Господаренко Г. М. Агрохімія. Київ : Сік груп Україна, 2018. 560 с.

9. Болтянський Б.В. та ін.. Енерго- та ресурсозбереження в тваринництві : підручник. Київ : Видавничий дім «Кондор», 2020. 410 с.

10. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва – растение: монография. Новосибирск : Наука, Сибирское отделение, 1991. 151 с.

11. Кивенко О. М., Ковальова С. П., Вербельчук Т. В. Порушення екологічної рівноваги у зоні техногенного навантаження сучасних свинокомплексів. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 10. С. 69–76. URL: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201910-10>

12. Kivenko O. M., Koberniuk V. V., Verbelchuk T. V. Ecological and agrochemical indexes of sod-podzolic soils in the area of technogenic load of modern pig complexes. *Агропромислове виробництво Полісся*. 2018. Вип. 11. С. 114–118.

13. Ковальчук В. А. Очистка стічних вод. Рівне : ВАТ «Рівненська друкарня». 2002. 622 с.

14. НАССР у свинарстві: вимоги до утримання, годування та здоров'я свиней. URL: <https://kurkul.com/spetsproekty/369-vprovadjennya-nassr-u-svinarstvi-vimogido-utrimannya-goduvannya-ta-zdorovya-sviney> (дата звернення: 15.07.2021).

15. Попсуй В., Опара В. Генетичні задатки свиней та умови для їхньої реалізації. *Агроексперт*. 2016. № 8 (97). С. 74–76.

16. Самохвалова В.С. Макроелементи рослин за впливу надлишку важких металів у системі ґрунт – рослина. *Вісник Львівського університету. Серія: Біологія*. 2009. Вип. 50. С. 164–176.

17. Colleen N. Brown, Michael A. Mallin, Ai Ning Loh. Tracing nutrient pollution from industrialized animal production in a large coastal watershed. *Environmental Monitoring and Assessment*. 2020. Vol. 192 (8) <https://doi.org/10.1007/s10661-020-08433-9>

18. Lawrence B. Cahoon, Jill A. Mikucki and Michael A. Mallin. Nitrogen and Phosphorus Imports to the Cape Fear and Neuse River Basins To Support Intensive Livestock Production. *Environmental Science & Technology*. 1999. Vol. 33. No 3. P. 410–415. URL: <https://doi.org/10.1021/es9805371>

УДК 636.52/.58:637.4

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.24>

МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ВІТАМІНУ Е ТА СЕЛЕНУ НА ВІДТВОРЮВАЛЬНУ ЗДАТНІСТЬ ЯЄЧНИХ КУРЕЙ

Десятський С.П. – к.фіз.-мат.н.,

доцент кафедри вищої та прикладної математики,

Приазовський державний технічний університет

<https://orcid.org/0000-0002-2998-9516>

Сахацький Г.І. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри охорони праці й навколишнього середовища,

Приазовський державний технічний університет

<https://orcid.org/0000-0002-6763-0846>

Хлєстова О.А. – к.техн.н., доцент,

завідувач кафедри охорони праці й навколишнього середовища,

Приазовський державний технічний університет

<https://orcid.org/0000-0002-4287-4203>

Під час адаптації птиці до умов середовища важливим є повноцінна годівля, ключовою ланкою якої є вітаміни. Забезпеченість птиці вітамінами вважається важливим чинником її високої репродуктивної здатності. Досліджено дію підвищеної кількості вітаміну Е та селену на продуктивні й відтворювальні якості батьківського стада курей яєчного напрямку продуктивності. Тривалість досліду – 7 місяців. Контрольна і дослідні групи птиці були сформовані за методом аналогів із курей, вирівняних за живою масою в 140-денному віці. Птиця утримувалася в клітках. Основні параметри утримання та годівлі птиці відповідали встановленим вимогам. Протягом досліду в кожній групі птиці щоденно визначено валовий збір та вихід інкубаційних яєць, щомісяця – кількість яєць на початкову несучку, в тому числі інкубаційних. Задля визначення інкубаційних якостей яєць протягом 5 діб у кожній групі зібрано інкубаційні яйця, що зберігалися за нормативними умовами. Інкубацію яєць, біологічний контроль за розвитком ембріонів здійснено згідно з рекомендаціями. Обробку результатів досліду проведено згідно з загальноприйнятими математичними й біометричними методами з визначенням критерію достовірності за Стьюдентом. Моделювання впливу вітаміну Е та селену на відтворювальну здатність яєчних курей проведено чисельною мінімізацією за алгоритмом Нелдера-Міда функції із подальшим обчисленням коефіцієнта детермінації. Визначено вплив вітаміну Е і селеніту натрію в комбікормі племінних курей-несучок на відтворні якості птиці. Збагачення раціону курей вітаміном Е та селеном сприяло підвищенню заплідненості (1%) і виводимості яєць (1,5%), виводу добових курчат (1,7%), плодючості птиці на 3,5–4,4 курчат (до 138,0–138,9 голів на початкову несучку за 7 місяців дослідного продуктивного періоду). Побудовано регресійні моделі зв'язку між концентрацією вітаміну Е й селену в кормі та господарсько-корисними ознаками птиці.

Ключові слова: вітамін Е, селен, кури, яйця, заплідненість, вивід, регресійні моделі.

Desiatskyi S.P., Sakhatsky G.I., Khlietova O.A. Simulation of the influence of vitamin E and selenium on the reproductive capacity of laying hens

In the process of adaptation of birds to the environmental conditions, it is important to provide full-value feeding, a key part of which are vitamins. The supply of vitamins to birds is considered an important factor in their high reproductive capacity. The effect of increased amounts of vitamin E and selenium on the productive and reproductive qualities of poultry was studied. The duration of the experiment is 7 months. Control and experimental groups of birds were formed by the method of analogues of poultry aged 140 days. The birds were kept in cages. The main parameters of keeping and feeding poultry met the established requirements. During the experiment in each group of birds, we daily determined the gross collection and yield of hatching eggs, monthly – the number of eggs, including hatching eggs for the initial laying hen. To determine the incubation qualities of eggs, for 5 days in each group were collected hatching

eggs, which were stored under the required conditions. Incubation of eggs, biological control over the development of embryos was carried out according to the recommendations. Processing of the results of the experiment was carried out in accordance with generally accepted mathematical and biometric methods with the determination of the Student's criterion of reliability. Modeling of the effect of vitamin E and selenium on the reproductive capacity of laying hens was performed by numerical minimization according to the Nelder-Mead algorithm of the function, followed by calculation of the coefficient of determination. The results of influence of high quantities of vitamin E and selenite of nitrogen in the combined feed of flock hens on their reproductive traits are shown. The increase in feeding of hens with vitamin E and selenium rises the impregnation of eggs (1%), the hatching of eggs (1.5%), the raise of daily chicken (1.7%), the hen fecundity by 3.5–4.4 chickens (to 138.0–138.9 heads of hens for 7 months of the experimental period). There were built regression models of the relationship between the concentration of vitamin E and selenium in feed and economically useful traits of poultry.

Key words: vitamin E, selenium, hens, eggs, impregnation of eggs, hatching of eggs, regression models.

Постановка проблеми. Ефективне впровадження останніх досягнень із генетики, селекції і розведення птиці обумовили швидкій розвиток сучасного птахівництва. Новітні кроси птиці мають значущий потенціал продуктивності, проте є вибагливими до умов свого використання [13]. Науковими дослідженнями доведено наявність негативного зв'язку між господарсько-корисними ознаками птиці та її адаптаційною спроможністю: селекція на кількісне й якісне покращення бажаних якостей птиці погіршила її адаптивність [9; 10]. Морфо-функціональні та функціональні зміни в організмі птиці викликають нітрати, мікотоксини, пестициди, солі важких металів. Використання нетрадиційних кормів, а також кормів після довгого та неправильного зберігання призводять до аналогічних наслідків [5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основними елементами адаптації птиці до умов середовища та максимальної реалізації її генетичного потенціалу вважаються біологічні системи, які приймають участь у мобілізації захисних сил організму. Першою та основною умовою ефективного функціонування виключно всіх біологічних систем організму птиці є її повноцінна годівля, ключовою ланкою якої є вітаміни [1; 3; 7; 8], в першу чергу вітамін E. Крім вітаміну E, велике значення має селен як засіб підтримання високих відтворювальних якостей курей та півнів [9; 10]. Достатня забезпеченість птиці вітаміном E та селеном вважається важливим фактором її високої

репродуктивної здатності [9; 10]. За відношенням один до одного вітамін E та селен є синергістами. Ефекти біохімічної взаємодії і синергізму вітаміну E та селену послужили основою вивчення їхньої дії на продуктивні й відтворювальні якості батьківського стада яєчних курей.

Постановка завдання. Мета дослідження – виявлення дії підвищених кількостей вітаміну E та селену на продуктивні й відтворювальні якості курей яєчного напряму продуктивності, а також побудування регресійних моделей залежності між концентрацією вітаміну E й селену в кормі та господарсько-корисними ознаками птиці.

Матеріал і методи досліджень. Дослідження проведені на курях батьківського стада кросу «Ломан-Браун». Птиця утримувалась у клітковій батареї КБР-2. Схема досліді наведена в таблиці 1.

Таблиця 1
Схема досліді

Група курей	Добавка на 1 кг комбікорму, мг	
	Вітамін E	Селен
1 (контрольна)	30	0,1
2	75	0,2
3	75	0,3
4	150	0,2
5	150	0,3
6	225	0,2
7	225	0,3
8	300	0,2
9	300	0,3

На початку досліду тривалістю 7 місяців контрольна й дослідні групи (по 70 курей і 7 півнів у кожній) сформовані за методом аналогів із курей, вирівняних за живою масою в 140-денному віці відповідно до встановлених вимог [4]. Основні параметри утримання, годівлі птиці відповідали встановленим вимогам [4; 12]. Птиці піддослідних груп додатково давали вітамін *E* у вигляді синтетичного DL-альфа-токоферилацетату та селену у вигляді селеніту натрію згідно з вищезазначеною схемою. В кожній групі птиці щоденно визначали валовий збір яєць та вихід інкубаційних яєць, щомісяця – кількість яєць на початкову несучку, в тому числі інкубаційних. Задля визначення інкубаційних якостей яєць протягом 5 діб у кожній групі збирали інкубаційні яйця, які зберігали за нормативними умовами [6]. Інкубацію яєць і біологічний контроль за розвитком ембріонів здійснювали згідно з рекомендаціями [6]. Обробку результатів проводили згідно із загальноприйнятими математичними й біометричними методами [11] з визначенням критерію достовірності Стьюдента. Базуючись на даних експерименту, побудовані нелінійні регресивні моделі зв'язку між концентрацією вітаміну *E* й селену в кормі та господарсько-корисними ознаками птиці. Нами розглянуто понад 100 нелінійних моделей. Побудова регресійної залежності проводилася шляхом чисельної мінімізації за алгоритмом функції Нелдера-Міда [2; 14]

$$L(A, B, \dots) = \sum_{i=1}^n (y_i - F(x_{1i}, x_{2i}; A, B, \dots))^2$$

з подальшим обчисленням коефіцієнта детермінації

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (F(x_{1i}, x_{2i}; A, B, \dots) - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2},$$

де $\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$. Як відомо [2], $0 \leq R^2 \leq 1$, причому $R^2 = 1$ тільки тоді, коли залеж-

ність є точною для всіх точок (x_{1i}, x_{2i}, y_i) . Якщо $R^2 \approx 0$, то зв'язок між перемінними відсутній. Найкращою вважалася лінія, для якої величина R^2 ближче до одиниці.

Виклад основного матеріалу дослідження. Результати проведених досліджень свідчать про те, що додаткове збагачення раціону птиці вітаміном *E* та селеном не впливає на несучість курей (табл. 2). Водночас відмічена позитивна дія додаткових кількостей вітаміну *E* та селену на вихід інкубаційних яєць та їхні інкубаційні якості.

Збільшення норм вітаміну *E* до рівня 225–300 мг/кг у разі вмісту селену 0,2–0,3 мг/кг (6–9 група) достовірно покращило заплідненість яєць. Виводимість є важливим показником якості яєць, що характеризує біологічну повноцінність інкубаційних яєць, від якої, в свою чергу, залежить якість добового молодняку та його життєздатність. Визначено, що виводимість яєць у курей дослідних груп була вищою, ніж у контролі (87,0–87,9% проти 86,4%), а в групах 2, 4 і 6 достовірно перевершувала контрольні показники. Слід відзначити, що кращі показники були в групах, де вміст селену дорівнював 0,2 мг/кг. Комплексним показником інкубаційної якості яєць є вивід добового молодняку. Результати досліду свідчать, що вивід курчат у курей другої групи (82,0% при $P > 0,95$), четвертої –

(82,3% при $P > 0,99$), п'ятої – (81,9% при $P > 0,95$) та шостої (82,6% при $P > 0,99$) достовірно перевищував контроль (80,9%). За основним показником, що характеризує відтворювальну здатність птиці – кількістю нащадків на одну несучку – кури більшості дослідних груп достовірно ($P > 0,99$) перевищували контрольні показники (136,5–138,9 курчат на початкову несучку в порівнянні з 134,5 курчат). Слід підкреслити важливу закономірність: усі дослідні групи курей (2, 4 і 6), які статистично достовірно перевищували контрольну за показниками виводимості яєць і виводом курчат, за різних рівнів вітаміну Е в кормі (75 мг/кг, 150 мг/кг і 225 мг/кг) мали однаковий рівень селену (0,2 мг/кг). Дози селену на рівні 0,3 мг/кг корму не впливали на досліджувані показники. Водночас на показник заплідненості яєць дія вітаміну Е в дозах 225–300 мг/кг впливала позитивно (7–9 групи) і не залежала від рівня селену в раціоні. Отримані результати свідчать про важливу роль взаємодії вітаміну Е та селену на процеси заплідненості яєць, на ембріогенез курчат.

Таблиця 2

Продуктивні показники курей дослідних груп

Група	Одержано яєць на несучку, шт.		Вихід інкубаційних яєць, %	Проінкубовано яєць, шт.	Заплідненість яєць, %	Вивід курчат, %	Виводимість яєць, %	Отримано курчат на 1 несучку, гол.
	Всього	Інкубаційних						
1	179,8	166,3	92,5 ± 1,17	1129	93,6 ± 0,26	80,9 ± 0,40	86,4 ± 0,29	134,5
2	179,2	166,5	92,9 ± 1,56	1128	94,1 ± 0,27	82,0 ± 0,24*	87,2 ± 0,15*	136,5
3	181,1	168,6	93,1 ± 1,63	1129	94,0 ± 0,23	81,8 ± 0,40	87,0 ± 0,34	137,9
4	180,5	167,7	92,9 ± 1,50	1126	93,7 ± 0,33	82,3 ± 0,19**	87,9 ± 0,31**	138,0
5	179,7	167,1	93,0 ± 1,56	1128	93,9 ± 0,23	81,9 ± 0,17*	87,2 ± 0,26	136,9
6	180,9	168,1	92,9 ± 1,55	1129	94,3 ± 0,11*	82,6 ± 0,24**	87,7 ± 0,28**	138,9
7	179,1	166,6	93,0 ± 1,55	1125	94,6 ± 0,15**	82,1 ± 0,42	86,8 ± 0,37	136,8
8	179,4	167,4	93,3 ± 1,55	1124	94,6 ± 0,17**	81,9 ± 0,29	86,6 ± 0,27	137,1
9	180,6	168,1	93,1 ± 1,58	1128	94,3 ± 0,19*	82,2 ± 0,51	87,1 ± 0,49	138,1

** $P > 0,99$ порівняно з контролем; * $P > 0,95$ порівняно з контролем

Найпростішою серед моделей, що містять не більше трьох параметрів, виявилася гіперболічна регресія вигляду

$$F(x_1, x_2) = A + \frac{B}{x_1} + \frac{C}{x_2},$$

яка визначається співвідношенням

$$F(E, Se) = 138,427 - \frac{91,655}{E} - \frac{0,069}{Se},$$

де E – концентрація вітаміну E в кормі, а Se – концентрація селену. Значення коефіцієнта детермінації $R^2 > 0,63$. Це означає, що отримана модель описує більше ніж 63% змін відповідної залежної перемінної.

Отримані результати представлені у вигляді рівняння отриманої залежності, її графіка у вигляді сімейств ліній $y = F(E_k, Se)$ і $y = F(E, Se_m)$, де E_k і Se_m – задані

в таблиці значення відповідних перемінних. Окрім того, для отриманих залежностей побудовано лінії рівня відповідних функцій $y = F(E, Se)$, тобто лінії, які відповідають фіксованим значенням $y = y_k$ (відповідні значення зображені на графіках).

Отримана залежність проілюстрована графіками (рисунки 1–3).

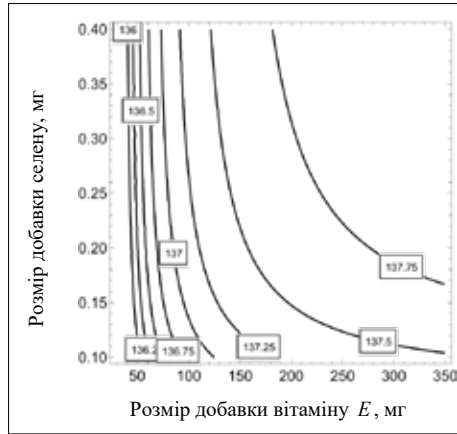


Рис. 1. Лінії рівня регресійної моделі

Лінії рівня $F(E, Se) = \lambda_k$ для регресійної моделі. Значення λ_k зображені на лініях.

На наступному графіку (рисунок 2) зображено зв'язок показників виходу добових курчат на одну початкову несучку та вмісту селену в кормі.

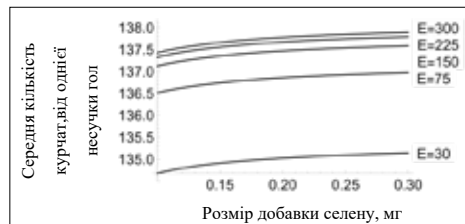


Рис. 2. Кількість курчат від однієї несучки та концентрація селену

Залежність впливу концентрації вітаміну E в кормі на вихід добових курчат від початкової несучки наведено на рисунку 3.

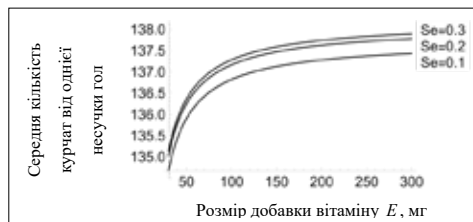


Рис. 3. Кількість курчат від однієї несучки та концентрація вітаміну E

Висновки і пропозиції. Збагачення комбікорму вітаміном *E* до 150–225 мг/кг корма і селеном до 0,2 мг/кг корма сприяє підвищенню заплідненості яєць курей-несучок батьківського стада на 1%, виводимості яєць на 1,5%, виводу добових курчат на 1,7%, плодючості птиці на 3,5–4,4 курчат (до 138,0–138,9 голів на початкову несучку за 7 місяців дослідного продуктивного періоду).

Побудовані залежності можуть бути використані для прогнозування продуктивності птиці в залежності від концентрації вітаміну *E* та селену в кормі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Вальдман А. Р. Витамины в животноводстве. Рига. : Зинатне, 1977. 352 с.
2. Васильев Ф. П. Численные методы решения экстремальных задач : учеб. пособие для вузов. 2-е изд, перераб и доп. Москва : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит, 1988. 552 с.
3. Витамины в питании птицы / Вальдман А. Р., Сурай П. Ф., Ионов И. А., Сахацкий Н. И. Харьков : Оригинал, 1993. 423 с.
4. Ветеринарно-санітарні правила для птахівницьких господарств і вимоги до їх проектування : затв. наказом Головного державного інспектора ветеринарної медицини України від 03.07.2001 року, № 53. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0565-01#Text>
5. Вплив рибного борошна різного ступеня окисленості на процеси метаболізму в організмі птиці / Іонов І. А., Братишко Н. І., Шаповалов С. О., Сахацький Г. І. *Актуальные проблемы современного птицеводства* : материалы XI Украинской конф. по птицеводству с междунар. участием. Харьков, 2010. С. 95–101.
6. Інкубація яєць сільськогосподарської птиці : методичний посібник / під ред. В. О. Бреславця. Харків, 2001. 92 с.
7. Іонов І. А. Фізіологічний статус птиці в ембріогенезі та постнатальному онтогенезі в залежності від її А-, Е- та К-вітамінної забезпеченості : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра с.-г. наук : 03.00.13. Харків, 1997. 32 с.
8. Іонов И. А. Витамины Е и С как компоненты антиоксидантной системы эмбрионов птиц и млекопитающих. *Украинский биохимический журнал*. 1997. Т. 69, № 5-6. С. 3–11.
9. Кириленко О. Ф., Сахацький Г. І. Інкубаційні якості курячих яєць при збагаченні раціону вітаміном *E* та селеном. *Птахівництво* : міжвід. темат. наук. зб. Харків. 2011. Вип. 67. С. 150–154.
10. Кириленко О. Ф., Сахацький Г. І. Вплив вітаміну *E* і селену в раціоні яєчних курей на їх репродуктивну здатність. *Наукові праці Південного філіалу Нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України «Кримський агротехнологічний ун-т»*. Сер. *Ветеринарні науки*. 2012. Вип. 144. С. 20–27.
11. Плохинский Н. А. Математические методы в биологии [учебно-метод. пособие]. Москва : Изд-во Моск. ун-та, 1978. 265 с.
12. Рекомендації з нормування годівлі сільськогосподарської птиці / під ред. Ю. О. Рябокочия. Бірки : Ін-т птахівництва УААН, 2005. 101 с.
13. Сахацький Г. І. Покращення репродуктивних якостей качок сучасних кроків шляхом удосконалення технології їх утримання. *Птахівництво* : міжвід. темат. наук. зб. 2013. Вип. 69. С. 80–85.
14. Химмельблау Д. М. Прикладное нелинейное программирование. Москва : Мир. 1975. 536 с.

УДК 633.25+633.3

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.25>

БІОЛОГІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЬ ЗМІШАНИХ ПОСІВІВ ОЗИМИХ КОЛОСОВИХ КУЛЬТУР ІЗ ГОРОШКОМ ПОСІВНИМ ЗА ВИРОЩУВАННЯ НА КОРМОВІ ЦІЛІ

Захлебна Т.П. – науковий співробітник відділу польових кормових культур,
сіножатей та пасовищ,

Інститут кормів та сільського господарства Поділля

Національної академії аграрних наук України

У статті наведено результати трирічних досліджень (2015–2017 рр.) щодо вивчення біологічної ефективності та конкурентоспроможності однорічних озимих культур – жита озимого, тритикале озимого та пшениці озимої спельта в змішаних посівах із горошком посівним озимим у разі вирощування на кормові цілі. За допомогою спеціальних методик визначення біологічної ефективності змішаних посівів розраховано критерій відношення земельних еквівалентів (*Land Equivalent Ratio, LER*), коефіцієнти конкурентоспроможності (*Comperatitive ratio, CR*) та агресивності (*Coefficient Agressivity, CA*) бобово-злакових сумішок однорічних озимих культур залежно від співвідношення норм висіву компонентів і фаз їх розвитку під час збирання на різні види кормів. Установлено, що порівняно із посівами одного виду змішані посіви озимих злаків із горошком посівним мають більшу біологічну ефективність, що виражається в зростанні показників *LER* до 1,06–1,32 од. еквівалентно підвищенню ефективності використання земельних ресурсів на 6–32%. Визначено, що озимі колосові культури мають видову відмінність в інтенсивності наростання зеленої маси та щільності посівів залежно від зміни норм їхнього висіву за спільної сівби з горошком посівним. Це виявляється в особливостях конкурентних взаємозв'язків змішаних посівів. Установлено тенденцію зростання коефіцієнта конкурентоспроможності злаків у разі зміни співвідношення норм висіву в бік збільшення кількості бобового компоненту суміші. Виявлено, що за норм висіву горошку посівного та жита озимого 1,5 млн./га і 2,5 млн./га відповідно, горошку посівного і тритикале озимого 1,8 і 2,0 млн./га, горошку посівного та пшениці озимої 2,1 і 1,5 млн./га відповідно, збалансовується конкурентоспроможність компонентів змішаних агрофітоценозів і мінімізується їхня фітоценотична агресивність упродовж вегетації.

Ключові слова: жито озиме, тритикале озиме, пшениця озима, горошок посівний озимий, відношення земельних еквівалентів, коефіцієнт конкурентоспроможності, коефіцієнт агресивності, норми висіву, фази розвитку.

Zakhlebna T.P. Biological efficiency and competitive ratio of growing hairy vetch with winter cereals in mixed crops for feed production

The article presents the results of a three-year-long research (2015–2017) on the biological efficiency and competitiveness of annual winter crops – winter rye, winter triticale and winter wheat spelta in mixed crops with winter hairy vetch when grown for feed production. Using special methods for determining the biological efficiency of mixed crops, there were determined the criterion of Land Equivalent Ratio (*LER*), the coefficients of Comperatitive ratio (*CR*) and Coefficient Agressivity (*CA*) of legume-cereal mixtures of annual winter crops depending on the ratio components and stage of their growth when harvesting for different types of feed. It was found that compared to single-species crops, mixed crops of winter cereals with hairy vetch have greater biological efficiency, which is expressed in the growth of *LER* to 1.06–1.32 units. and equivalent to increasing the efficiency of land use by 6–32%. It is determined that winter ear crops have a species difference in the intensity of green mass growth and crop density depending on the change in their sowing rates with hairy vetch. This is reflected in the peculiarities of the competitive relationship of mixed crops. A tendency of increasing the coefficient of competitiveness with changing seeding rates of cereals in the direction of increasing the amount of legume component of the mixture was established. It was determined that at sowing rates of hairy vetch and winter rye 1.5 million / ha and 2.5 million / ha, hairy vetch and winter triticale 1.8 and 2.0 million / ha, hairy vetch and winter wheat – 2.1 and 1.5 million / ha, respectively, the competitiveness of the components of mixed agrophytocenoses is balanced, and their phytocenotic aggressiveness during the growing season is minimized.

Key words: winter rye, winter triticale, winter wheat, hairy vetch, land equivalent ratio, competitive ratio, aggressivity coefficient, seeding rates, growth stages.

Постановка проблеми. Ефективність кормового виробництва тим вища, чим меншими є витрати на вирощування однієї кормової одиниці та більша продуктивність кормових культур. Основним способом підвищення ефективності використання кормових площ є оптимізація змішаних агрофітоценозів, куди входять види бобових та злакових компонентів озимого типу розвитку, збирання яких за традиційних строків сівби для Лісостепу правобережного припадає на кінець травня – першу декаду червня, коли більшість кормових культур ярого типу розвитку ще знаходяться в продукційному процесі [1; 6]. Під час формування таких агрофітоценозів слід урахувати добір компонентів, їхнє співвідношення під час посіву, адже рослини можуть впливати одна на одну не тільки позитивно, добираючись за ярусністю, кореневою системою, що розвивається в різних горизонтах ґрунту, підвищуючи якісні показники, але й негативно, ценотично пригнічуючи більш слабкі види внаслідок міжвидової конкуренції, що може призвести до зменшення продуктивності посівів [8].

Аналіз останніх досліджень. Значне підвищення ефективності використання біологічних факторів в польовому виробництві кормів досягається за рахунок створення високопродуктивних екологічно стійких травостоїв у змішаних посівах із включенням злакових і бобових культур. Шляхом правильного підбору компонентів, сортів і їхніх співвідношень в агрофітоценозах можна збільшити не лише їхню продуктивність, а й фітосанітарну та ресурсощадну функції [4; 5]. Під час формування сумісних посівів однорічних культур вивчення фітоценотичних відносин у процесі росту має важливе наукове значення задля вдосконалення технології їх вирощування. Встановлення напрямку та сили конкуренції компонентів суміші дає можливість більш широко зрозуміти принципи взаємодії рослин та конкурентоспроможність компонентів за вирощування в змішаних посівах. Травостій, в якому компоненти доповнюють один одного, більш пристосований до зовнішніх умов середовища та має більший потенціал кормової продуктивності [3; 2].

Матеріали та методи. Дослідження проведені протягом 2015–2017 рр. на полях кормової сівозміни відділу польових кормових культур, сіножатей і пасовищ Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН. У польовому досліді вивчали жито озиме сорту Забава, тритикале озиме (сорт Богодарське), пшеницю озиму виду спельта (сорт Зоря України) та горошок посівний озимий (сорт Ювілейний) в одновидових і змішаних посівах.

Польовий дослід закладений за двофакторною схемою:

фактор А – норми висіву озимих однорічних культур у чистих та сумісних посівах (млн. схожих насінин на 1 га): 1) жито (5,0); 2) тритикале (5,0); 3) пшениця (5,0); 4) горошок (3,0); 5) жито (2,5) + горошок (1,5); 6) жито (2,0) + горошок (1,8); 7) жито (1,5) + горошок (2,1); 8) тритикале (2,5) + горошок (1,5); 9) тритикале (2,0) + горошок (1,8); 10) тритикале (1,5) + горошок (2,1); 11) пшениця (2,5) + горошок (1,5); 12) пшениця (2,0) + горошок (1,8); 13) пшениця (1,5) + горошок (2,1);

фактор В – фази збирання: 1) колосіння злаків – бутонізація бобових; 2) початок цвітіння-цвітіння; 3) молочно-воскова стиглість – утворення бобиків.

Для оцінки біологічної ефективності змішаних посівів використовували критерії відношення земельних еквівалентів (Land Equivalent Ratio, LER), коефіцієнт агресивності (Coefficient Agressivity, CA) та конкурентоспроможності (Comperative ratio, CR). Розрахунок критеріїв проводили за формулою відношення земельних еквівалентів LER:

$$LER = \frac{Y_{ab}}{Y_{aa}} + \frac{Y_{ba}}{Y_{bb}},$$

де Y_{aa} – урожайність культури А в чистому посіві; Y_{bb} – урожайність культури В у чистому посіві; Y_{ab} – урожайність культури А в сумісному посіві; Y_{ba} – урожайність культури В у сумісному посіві.

Коефіцієнт конкурентоспроможності розрахований за формулою:

$$CR = \frac{LER_a}{LER_b} \times \frac{z_{ba}}{z_{ab}},$$

де LER_a – біологічна ефективність культури А; LER_b – біологічна ефективність культури В; z_{ba} і z_{ab} – частка змішаного посіву від повної норми в монопосіві відповідно під культури А і В.

Коефіцієнт агресивності розрахований за формулою:

$$CA_{ab} = \frac{Y_{ab}}{Y_{aa} \times z_{ab}} - \frac{Y_{ba}}{Y_{bb} \times z_{ba}} \quad [7, \text{с. 33–43}].$$

Постановка завдання. Мета дослідження – оцінка конкурентоспроможності та біологічної ефективності озимих бобово-злакових агрофітоценозів у змішаних посівах.

Виклад основного матеріалу дослідження. Вирощування кормових культур у змішаних посівах може мати суттєві переваги за урожайністю й ефективністю використання кормової площі над монокультурою. Одним із часто використовуваних показників для порівняльної оцінки змішаного посіву над монокультурою є відношення земельних еквівалентів LER [11; 9]. Згідно з цим показником перевагою вирощування сумісних посівів вважають досягнення мінімального впливу міжвидової конкуренції у продуктивному процесі порівняно з внутрішньо видовою за вирощування монокультури [10]. За допомогою критерію LER проводять розрахунок ефективності використання сумісним посівом земельної площі порівняно з монокультурою кожного компоненту. Коли значення $LER \leq 1$, вирощування змішаного посіву є неефективним, оскільки та ж сама кількість продукції може бути отримана в чистому посіві компонентів, вирощених окремо один від одного на різних площах. У випадку, коли значення $LER > 1$, біологічна ефективність сумісного посіву вища за монокультуру. Аналіз біологічної ефективності змішаних посівів за допомогою показника LER у поєднанні з іншими методами дозволяє відстежити спрямування конкурентних взаємовідносин у сумішках та виділити найбільш ефективні з вивчених варіантів.

Визначення величини показника LER у нашому дослідженні показало, що висівання компонентів у сумішках половинною нормою висіву від чистого посіву (озимі колосові 2,5 млн./га, горошок посівний озимий 1,5 млн./га, співвідношення 50% + 50%) призводило до підвищення ефективності використання кормової площі на 12–32% ($LER = 1,10\text{–}1,22$). У разі збільшення норми висіву горошку посівного в сумішках від 50% (1,5 млн.) до 75% (2,1 млн.) та відповідного зменшення злаків біологічна ефективність змішаного посіву, хоч і мала тенденцію до зниження, все ж була вищою, ніж посіви культур одного виду. Оскільки показник $LER > 1$, це дозволяє використовувати земельну площу ефективніше на 6–22% в разі збирання врожаю на зелений корм, на 12–32% – під час збирання на сіно, на 10–23% – у разі збирання на сінаж (табл. 1).

Таблиця 1

Біологічна ефективність вирощування змішаних посівів озимих культур за різних норм висіву компонентів та строків збирання (середнє значення, 2015–2017 рр.)

Варіант	Види культур, норма висіву, млн шт./га	Фази збирання					
		Колосіння злаків/ бутонізація бобових		Цвітіння		Молочна стиглість зерна	
		Вихід сухої речовини, т/га	LER	Вихід сухої речовини, т/га	LER	Вихід сухої речовини, т/га	LER
1	Жито, 5,0	10,05	1,00	14,97	1,00	14,52	1,00
2	Тритикале, 5,0	8,67	1,00	12,80	1,00	13,24	1,00
3	Пшениця, 5,0	7,96	1,00	11,38	1,00	12,33	1,00
4	Горошок, 3,0	4,18	1,00	5,94	1,00	6,29	1,00
5	Жито, 2,5	5,82	1,22	8,76	1,12	8,41	1,15
	Горошок, 1,5	2,63		3,17		3,61	
	Всього	8,45		11,93		12,01	
6	Жито, 2,0	5,03	1,18	7,63	1,13	7,24	1,14
	Горошок, 1,8	2,81		3,68		4,01	
	Всього	7,85		11,31		11,25	
7	Жито, 1,5	4,22	1,19	6,24	1,17	6,71	1,10
	Горошок, 2,1	3,20		4,43		4,02	
	Всього	7,42		10,67		10,74	
8	Тритикале, 2,5	4,43	1,21	7,37	1,19	7,33	1,17
	Горошок, 1,5	2,90		3,59		3,87	
	Всього	7,34		10,96		11,20	
9	Тритикале, 2,0	3,87	1,19	6,18	1,22	6,50	1,23
	Горошок, 1,8	3,08		4,34		4,62	
	Всього	6,95		10,52		11,12	
10	Тритикале, 1,5	2,89	1,21	4,77	1,15	5,08	1,12
	Горошок, 2,1	3,65		4,54		4,62	
	Всього	6,54		9,31		9,71	
11	Пшениця, 2,5	3,66	1,21	5,67	1,32	6,93	1,23
	Горошок, 1,5	3,08		4,80		4,19	
	Всього	6,74		10,48		11,13	
12	Пшениця, 2,0	3,12	1,12	5,05	1,27	5,72	1,21
	Горошок, 1,8	3,00		4,82		4,74	
	Всього	6,12		9,87		10,46	
13	Пшениця, 1,5	2,49	1,06	3,87	1,18	4,57	1,13
	Горошок, 2,1	3,09		4,92		4,86	
	Всього	5,58		8,79		9,43	

Конкурентні взаємозв'язки змішаних агрофітоценозів можна оцінити за допомогою коефіцієнтів конкурентоспроможності та агресивності окремо як бобового, так і злакового компонентів. Чим більше значення CR, тим більшою є різниця

в конкурентній спроможності компонентів сумішки та частки їхньої урожайності в ній. Якщо $CR \leq 1$, існує взаємна позитивна вигода, яка означає, що конкуренція між компонентами обмежена та їх можна вирощувати як сумісні культури. Однак, якщо значення більше 1 ($CR > 1$), виникає негативний вплив. У цьому випадку конкуренція між культурами занадто висока. Результати нашого дослідження свідчать про те, що збільшення норми висіву бобового компонента не тільки не призводить до значного впливу на злаки, але й навпаки, їхня конкурентоздатність зростає. Взаємовплив конкуренції бобових і злаків у сумісних посівах спостерігався із зворотною залежністю (рис. 1). Так, якщо конкурентна здатність одного компоненту зростала зі збільшенням норми висіву, то відповідно іншого – зменшувалася. В посівах жита озимого з горошком (співвідношення норм висіву 50% : 50% для одновидових посівів) коефіцієнт конкурентоспроможності майже не змінювався залежно від строку скошування і становив у злакового компоненту від 0,94 (у фазу колосіння) до 1,10 (цвітіння) і 1,00 (у фазу молочної стиглості зерна). Відповідно в горошку ці показники становили від 0,94 до 1,09, що вказує на їхню однакову конкурентоспроможність у такому співвідношенні висіву.

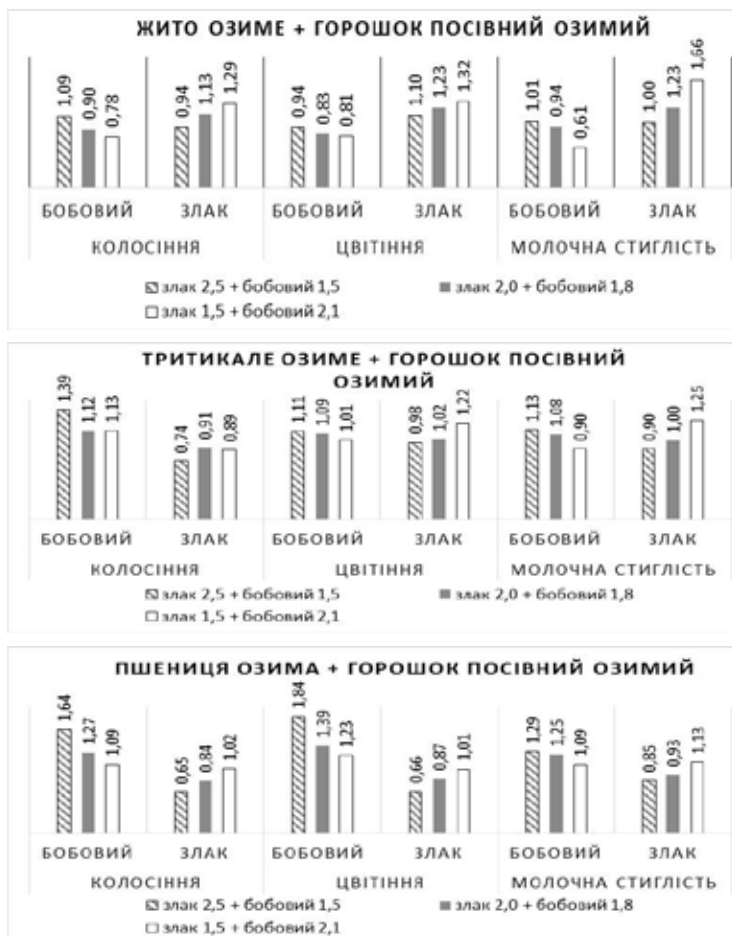


Рис. 1. Коефіцієнти конкурентоспроможності (CR) озимих сумішей за вирощування на кормові цілі

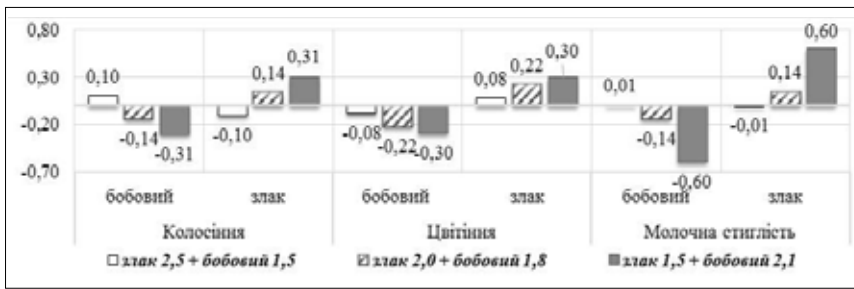
Водночас у разі збільшення норм висіву бобового та зменшення злакового компонентів спостерігалася тенденція щодо збільшення коефіцієнту конкурентоспроможності останнього. Так, за співвідношення норми висіву 40% + 60% (жито озиме 2,0 млн./га, горошок посівний 1,8 млн./га) коефіцієнт конкурентоспроможності злакового компонента зріс до 1,13–1,23 од., тоді як бобового – знизився до 0,83–0,94 од. Подальше зменшення норми висіву жита озимого до 1,5 млн./га та підвищення норми висіву горошку до 2,1 млн./га (співвідношення 30% + 70%) зумовило посилення конкурентоспроможності злакового компоненту до рівня $CR = 1,29–1,66$, і, відповідно, зниження конкурентної спроможності бобового виду ($CR = 0,61–0,78$). При чому різниця в коефіцієнті конкурентоспроможності цих видів у сумісному посіві зростала від ранньої до більш пізньої стадії їхнього розвитку.

У варіантах змішаного посіву тритикале озимого з горошком посівним озимим спостерігалася тенденція збільшення конкурентоспроможності злакового компоненту під час зменшення норми його висіву в суміші з бобовим видом, але порівняно з житом озимим вона була менш вираженою. Це, на наш погляд, пов'язано з видовою особливістю озимих колосових щодо різної інтенсивності кушення рослин. За половинної норми висіву компонентів в такому посіві перевага коефіцієнта конкурентоспроможності належала горошку посівному: в фазу колосіння тритикале озимого CR бобового виду становив 1,39 проти 0,74 у злакового, в фазу цвітіння – відповідно 1,11 та 0,98, в фазу молочної стиглості зерна – відповідно 1,13 та 0,90. Зменшення норми висіву тритикале озимого від 2,5 до 1,5 млн./га та відповідне збільшення норми висіву горошку посівного від 1,5 до 2,1 млн./га зумовило зростання коефіцієнта кушення злакового компоненту і, як наслідок, підвищення його конкурентоспроможності в змішаному посіві з найвищими показниками CR залежно від фази збирання (1,22–1,25 проти 0,90–1,01 в бобового). Але слід зазначити, що в цьому посіві відносна вирівненість коефіцієнта конкурентоспроможності обох компонентів свідчить про їхню фітоценотичну сумісність.

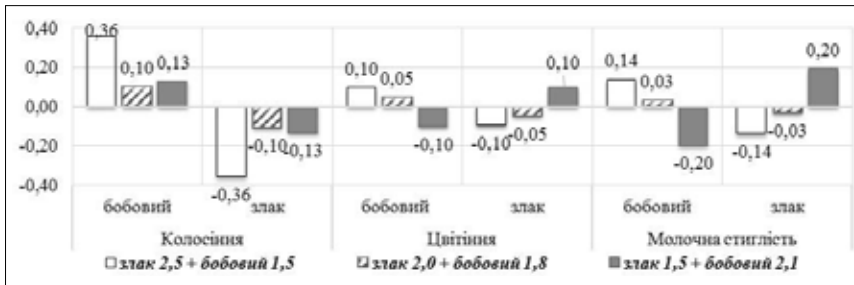
Найменш конкурентоспроможною в змішаному посіві з горошком озимим є пшениця озима. Через значне відставання в рості й розвитку від бобового компоненту впродовж вегетації коефіцієнт конкурентоспроможності її поступово збільшувався внаслідок зміни співвідношення норми висіву та настання фаз збиральної стиглості. Конкурентоспроможність пшениці озимої була більшою в змішаному посіві з горошком озимим лише за норм її висіву 1,5 млн./га у фазу молочної стиглості зерна ($CR = 1,13$ проти 1,09 в бобового компоненту).

Якщо CR свідчить про силу конкуренції, то CA показує її напрямок. Значення коефіцієнта агресивності, які в змішаних посівах дорівнюють нулю, вказують на те, що компоненти фітоценотично толерантні. Позитивний знак цього показника буде в більш ценотично активного компоненту травостою, а від'ємний знак – у менш конкурентоспроможного. Так, на рис. 2 графічно зображено напрямки конкуренції та коефіцієнти агресивності змішаних посівів озимих колосових культур із горошком озимим на кормові цілі залежно від норм висіву та фаз збирання.

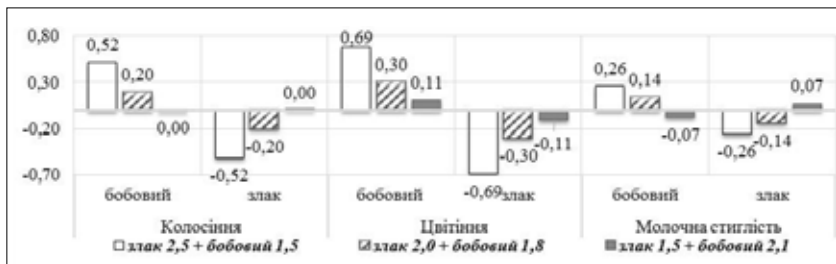
Вміст графіків фактично підтверджує тенденції та особливості конкурентоспроможності видів у змішаних посівах, описані вище. Можна констатувати, що найменшими показниками коефіцієнта агресивності, отже, взаємодоповнюваністю в фітоценозах характеризувалися змішані посіви жита озимого з горошком у 50% нормі висіву від чистого посіву, тритикале озимого з горошком з нормою висіву відповідно 2,0 і 1,8 млн./га, пшениці озимої із горошком із нормою висіву 1,5 і 2,1 млн./га відповідно.



а)



б)



в)

Рис. 2. Коефіцієнти агресивності культур змішаних посівів із різними нормами висіву та строками збирання: а – жито озиме + горошок посівний; б – тритикале озиме + горошок посівний; в – пшениця озима + горошок посівний

Висновки. Вирощування змішаних посівів озимих колосових культур із горошком посівним на кормовій цілі в умовах правобережного Лісостепу за біологічною ефективністю більш доцільне, ніж посіви одного виду. В разі збирання на зелений корм (у фазу колосіння) кормова площа використовується більш ефективно на 21 %, при збиранні на сіно (фаза цвітіння) – на 32 %, а за збирання на сінаж (фаза молочної стиглості зерна) – на 23 %. Нівелювати негативний вплив міжвидової конкуренції і ценотичної агресивності компонентів у таких посівах можна шляхом регулювання співвідношення норм висіву. Оптимальними нормами висіву з огляду на взаємодоповнюваність видів у змішаних посівах жита озимого з горошком посівним є висів 2,5 млн./га злакового компоненту і 1,5 млн./га – бобового; тритикале озимого 2,0 млн./га і горошку 1,8 млн./га; пшениці озимої 1,5 млн./га і горошку 2,1 млн./га. За таких норм висіву збалансовується конкурентоспроможність компонентів агрофітоценозів і зводиться до мінімуму їхня фітоценотична агресивність упродовж вегетації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Артемов И.А., Черних Р.Н., Первущин В.М., Велибекова Е.Б. Первокласные корма – главный резерв укрепления кормовой базы. *Кормопроизводство*. 2001. № 12. С. 26–31.
2. Безгодов А. В., Галимов К. А., Ахметханов В. Ф. Биологическая эффективность и конкурентная способность вики посевной яровой при выращивании в смеси с рапсом на семена и зернофураж. *Аграрный вестник Урала*. 2020. № 12 (203). С. 2–14. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-203-12-2-14.
3. Васин В. Г., Васин А. В. Зернобобовые культуры в чистых и смешанных посевах на зерносеяж и зернофураж для создания полноценной кормовой базы в Самарской области. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2012. № 2. С. 87–98.
4. Векленко Ю.А., Гетман Н.Я., Захлебна Т.П., Ксенчина О.М. Продуктивність кормових культур та ефективність їх вирощування за органічного виробництва рослинної сировини. *Корми і кормовиробництво*. 2020. № 89. С. 143–150. DOI: <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202089-14>
5. Вишневецька О.В., Тугуєва І.В., Маркіна О.В. Біологічна оцінка продуктивності гетерогенних посівів з участю люпину вузьколистого та злакових культур. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2018. Вип. 64. С. 18–30. URL: [https://www.doi.org/10.32636/01308521.2018-\(64\)-2](https://www.doi.org/10.32636/01308521.2018-(64)-2)
6. Лехман О.В. Урожайність зеленої маси сумісних посівів вівса з бобовими культурами. *Актуальні проблеми агропромислового виробництва України: матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених (с. Оброшино, 12 листопада 2014 р.)*. Львів-Оброшино, 2014. С. 40.
7. Методическое руководство по исследованию смешанных агрофитоценозов / Н.А. Ламан и др. Мн.: Наука і техніка, 1996. 101 с.
8. Петриченко В. Ф., Пелех І. Я. Вивчення конкурентних взаємозв'язків і продуктивності кормових агрофитоценозів. *Вісник аграрної науки*. 2010. № 1. С. 33–36.
9. Identification of species traits enhancing yield in wheat-faba bean intercropping: development and sensitivity analysis of a minimalist mixture model / H.N.C. Berghuijs, Z. Wang, T.J. Stomph, M. Weih, W. Van der Werf, G. Vico. *Plant Soil*. 2020. Vol. 455. P. 203–226.
10. Klimek-Kopyra A, Zajac T, Rebilas K. A mathematical model for the evaluation of cooperation and competition effects in intercrops. *European Journal of Agronomy*. 2013. Vol. 51. P. 9–17.
11. Willey RW, Rao MR. Intercroppings – its importance and research needs. Part 1. Competition and yield advantages. *Field Crops Abstracts*. 1980. Vol. 32. P. 1–10.

УДК 636. 1.082. 2.33

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.26>

ОПТИМІЗАЦІЯ КОНСОЛІДУВАННЯ НОВОЇ ПОПУЛЯЦІЇ ПРОДУКТИВНОСТІ МОЛОЧНОЇ ХУДОБИ В УМОВАХ БУКОВИНИ

Калинка А.К. – к.с.-г.н., старший науковий співробітник,

завідувач відділу селекції, розведення, годівлі та технології виробництва тваринницької продукції,

Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту сільського господарства Карпатського регіону
Національної академії аграрних наук України

Лесик О.Б. – к.с.-г.н., старший науковий співробітник,

Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту сільського господарства Карпатського регіону
Національної академії аграрних наук України

Казьмірук Л.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри ветеринарної гігієни та розведення тварин,

Вінницький національний аграрний університет

У пропонованій статті висвітлено показники оптимізації консолідування нової популяції буковинської породної групи української червоно-рябої молочної групи худоби з високою продуктивністю в базових племінних стадах в умовах Карпатського регіону Буковини.

Дослідженнями встановлено, що молочна продуктивність жіночих особин родоводу становила в середньому 8,7–9,2 тис. кг молока за лактацію. Встановлено, що за перевірки синів Рігеля (№ 280ф) і його сина Льон 3107/273, оціненого за 21 дочкою з продуктивністю 3523 кг, вони переважають аналогів-ровесниць на 429 кг молока і 15,9 кг молочного жиру. Унаслідок проведеної нами селекційної роботи визначено, що другий син Маяк 3160/289 з продуктивністю дочок 4479кг, що вище ровесниць на 1120 кг молока і 44,2 кг молочного жиру, третій син Камін 9017/265 з продуктивністю дочок 3583 кг, що вище ровесниць на 881 кг молока і 35,6 кг жиру та 4-син Норд 3126/285, дочки якого мають надій 3817 кг або вище ровесниць на 1215 кг і 46,7 кг молочного жиру.

Результати фенотипової оцінки корів у цих племінних заводах показали, що кращими з них є ті, які мають молочний тип будови тіла, тонкий кістяк, еластичну шкіру; кінцівки міцні, правильно поставлені, високі, що характерно для худоби молочного напрямку продуктивності; вим'я чашо- або ванноподібне, придатне до машинного доїння; довжина вим'я 38–40 см; обхват – 120–130 см; інтенсивність виведення молока – 1,6–2,2 кг/хв.; індекс вимені – 42–44%; індекс відносної величини вим'я – 58–62 і формат вим'я 20,5–21,2. За бальною шкалою лінійної оцінки корови – первістки відповідають оцінці «добре» і набирають 82–85 балів, що характерно для нової популяції худоби молочного напрямку продуктивності.

Науковими дослідженнями визначена консолідація за рівнем надою первісток С.Г. Рігеля 352882 та лінії Р. Соврінга, що склала $K_1=0,136$ і $K_2=0,565$, Валіанта – відповідно 0,106 та 0,11, Астронавта – 0,296 та 0,303, Импрувера – 0,218 та 0,235. За весь період селекційної роботи слід відзначити генетичні властивості плідника Артека 6344 лінії Валіанта 1650414, дочки якого в кількості 136 голів-первісток мали продуктивність 5540 кг, за другої лактації у кількості 188 голів – 5742 ± 47 , повновікові (53 гол.) – 5613 ± 86 в умовах регіону Буковини.

Ключові слова: порода, породна група, корови, селекція, лактація, лінія.

Kalynka A.K., Lesyk O.B., Kazmiruk L.V. Optimization of the consolidation of a new highly productive population of dairy cattle under the conditions of Bukovina

The proposed article highlights the indicators of optimization of consolidation of the new population of the Bukovina breed group of Ukrainian red-spotted dairy group of cattle with high productivity in the basic breeding herds in the Carpathian region of Bukovina.

The studies have shown that the milk productivity of pedigree cows averaged 8.7–9.2 thousand kg of milk per lactation. It was found that when checking the sons of Rigel № 280 f,

his son Lon 3107/273, is estimated by 21 daughters with a productivity of 3523 kg, which is superior to peers by 429 kg of milk and 15.9 kg of milk fat. Our selection work determined that the second son Maiak 3160/289 had the productivity of daughters 4479 kg, which is higher than peers by 1120 kg of milk and 44.2 kg of milk fat, the third son Kamin 9017/265 had the productivity of daughters 3583 kg, which is higher than in peers by 881 kg milk and 35.6 kg of fat, and the fourth son Nord 3126/285, whose daughters have yields of 3817 kg or by 1215 kg and 46.7 kg of milk fat more than their peers.

According to the results of phenotypic evaluation of cows in breeding plants of Bukovina, which have a dairy type of body structure, thin skeleton, elastic skin and strong limbs that are properly placed, high with the udder bowl – or bath-like, udder length 38–40 cm, girth – 120–130 cm, the intensity of milk excretion – 1,6–2,2 kg / min., the index of the udder – 42–44%, the index of the relative size of the udder, which is in the range of 58–62 and the format of the udder: 120.5–21.2 and on a scale of linear evaluation of the cow – the first-calvers correspond to the evaluation “good” and gain 82–85 points. which is typical for the new population of dairy cattle productivity.

Scientific research has determined the consolidation by the milk yield of the first-calvers of SG Rigel 352882 and R. Sovring's line, which was $K1 = 0,136$ and $K2 = 0,565$, Valiant, respectively 0.106 and 0.11, Astronaut – 0,296 and 0,303, Impruver – 0,218 and 0,235. During the whole period of selection work, we should note the genetic properties of the Artek 6344 breeder of Valiant 1650414 line, whose daughters in the number of 136 first-calvers had a productivity of 5540 kg, in the second lactation in the amount of 188 heads – 5742 ± 47 and adults (53 heads) – 5613 ± 86 in the Bukovina region.

Key words: breed, breed group, cows, selection, lactation, line

Постановка проблеми. В умовах сучасного ринку для забезпечення населення країни продуктами скотарства здійснювалася програма створення спеціалізованих порід худоби з високим генетичним потенціалом молочної продуктивності, що є найбільш актуальним в умовах регіону Буковини.

В зв'язку з цим за використання досвіду вітчизняної науки та досягнень закордонних тваринників у регіоні створюється буковинська породна група української червоно-рябої молочної породи худоби, яка формувалася на материнській основі різних породних типів сименталів, обумовлених годівлею, особливостями місцевої худоби і спрямованістю відбору для різних зон Буковини.

Отже, зусилля науковців-селекціонерів та практиків спрямовуються на оцінку маточного поголів'я за фенотипом, будовою молочних залоз та міцністю кінцівок. За свідченням канадських бонітерів, тварини з вищою оцінкою за типом продукують більше молока протягом життя. Під час відбору в нашому дослідженні враховували не лише тип і продуктивність, але й ріст, темперамент, швидкість виведення молока, відтворювальні властивості.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Нині в селекційній виробничій практиці великого значення вітчизняні науковці надають вірогідній оцінці м'ясних корів за показниками молочної продуктивності. На основі узагальнення зарубіжного досвіду з використанням лінійної оцінки екстер'єру м'ясної худоби вітчизняні науковці-селекціонери досліджують розведення, консолідацію, шляхи вдосконалення української червоно-рябої молочної худоби в різних регіонах України.

Довготривала селекційно-племінна планомірна робота дозволяє формувати тварин з високим генетичним потенціалом молочної продуктивності за умови забезпечення достатньої годівлі протягом року (не менше 55 ц кормових одиниць на корову). Надалі необхідно закріпити досягнутий генетичний потенціал продуктивності, вдосконалити відтворювальні функції тварин і створювати належні умови утримання, які сприяють збереженню здоров'я та подовженому продуктивному використанню в умовах регіону Буковини.

Мета дослідження – оптимізація консолідування нової створюваної буковинської породної групи української червоно-рябої молочної породи худоби за високою молочною продуктивністю в умовах Карпатського регіону Буковини.

Матеріал і методи досліджень. Матеріальною основою запланованого дослідження були стада нової популяції буковинської породної групи української молочної породи худоби для розведення її у зоні Карпатського регіону Буковини.

Основним джерелом для написання статті послужили дані статистичної звітності, нормативні матеріали, дані власних наукових досліджень, літературні джерела, річні звіти зоотехніків-селекціонерів досліджуваних базових і дочірніх племінних господарств суспільного сектору різних форм власності регіонів Буковини.

У дослідженні проводили оцінку екстер'єру окомірно та за промірами основних статей тіла. Тварин, які не відповідали запланованим параметрам, вибраковували зі стада. Використовували такі загальноприйняті методи: зоотехнічні (визначення живої маси, промірів, індексів будови тіла, молочної та м'ясної продуктивності), біометричні (визначення середніх величин, їхні похибки, ступінь вірогідності).

Селекційна робота переважно виконувалася в двох племінних заводах Кіцманського району Чернівецької області: ТОВ АТЗТ «Мирне» та СВК «Зоря» з поголів'ям корів відповідно 1200 і 450 голів. У цих базових племінних господарствах сформовані дійні стада з високим генетичним потенціалом відповідно поставлених вимог: молочною продуктивністю в середньому за 5 років 5,0 тис. кг (5506–4949 кг) молока за лактацію, жирномолочністю 3,75–3,85%, молочністю 3,2–3,3%, відтворювальною здатністю 92–95%, прижиттєвою продуктивністю 13,5–16,3 тис. кг молока.

Формування високопродуктивного молочного стада неможливе без щорічного ремонту його первістками, оціненими за комплексом ознак. Тому проводили фенотипову оцінку корів-первісток у першу половину лактації за 100-бальною шкалою за принципом відхилення будови статей від вимог стандарту. Під час оцінки продуктивності корів керувалися такими параметрами: удій за 305 днів першої лактації – не нижче 3800 кг, за 11-ої лактації – 4,0–4,3 тис. кг, повновікової – вище 4,3; вміст жиру в молоці – 3,6–3,8%, білка – 3,2–3,4%; жива маса корів – 500–600 кг, висота в холці – 125–127 см, обхват грудей за лопатками – 190 см.

Постановка завдання. Мета дослідження – визначення генетичного потенціалу молочних стад високої продуктивності двох племінних заводів в умовах регіону Буковини.

Відбір тварин після закінчення лактації здійснювали з урахуванням мінімальної кількості ознак: рівень молочної продуктивності за життя та найвища лактація, вихід молочного жиру, тип тілобудови, відтворювальна здатність, індекс селекції.

Найпродуктивніше поголів'я корів створюваної буковинської групи української червоно-рябої молочної худоби утримується в племзаводах Кіцманського району, а саме в ТОВ АТЗТ «Мирне», ТЗОВ та СВК «Зоря». В цих базових племінних господарствах проводиться довготривала селекційна робота з формування високопродуктивних дійних молочних стад і родин. У деяких з них використовується прогресивна технологія вирощування ремонтного молодняка з частковим випасанням телиць на пасовищах або з утриманням влітку в літніх таборах.

Виклад основного матеріалу дослідження. З метою підвищення генетичного потенціалу молочної продуктивності корів в стадах використовуються плідники ліній Рефлексн Соврін № 198998, Валіанта №1650414, Монтвік Чифтейн № 95679 та інших. Молочна продуктивність жіночих особин родоводу становила в середньому 8,7–9,2 тис. кг молока за лактацію. Проводилася перевірка синів Рігеля № 280; його син Л'єон 3107/273 оцінений за 21 дочкою з продуктивністю 3523 кг, що переважають ровесниць на 429 кг молока і 15,9 кг молочного жиру. Другий син (Маяк 3160/289) з продуктивністю дочок 4479кг, що вище ровесниць

на 1120 кг молока і 44,2 кг молочного жиру. Син Камін 9017/265 має продуктивність дочок 3583 кг, що вище ровесниць на 881 кг молока і 35,6 кг жиру. Дочки Норд 3126/285 мають надій 3817 кг, що вище ровесниць на 1215 кг і 46,7 кг молочного жиру.

В останні роки задля покращення стад використовували генетичний потенціал продуктивних плідників, що належать селекційним центрам «Генетичні ресурси» та «Селекс України», – биків Джароміра № 6296217, Моцарта № 6301644, Більбао № 22867, Фламм СТ № 2008 та інших. За результатами оцінки тварин за комплексом ознак низькопродуктивних і таких, що мають незадовільну відтворювальну здатність, вибраковували. Ремонт стада коливається в межах 20–30%.

Результати фенотипової оцінки корів у цих племінних заводах показали, що кращими з них є ті, які мають молочний тип будови тіла, тонкий кістяк, еластичну шкіру; кінцівки міцні, правильно поставлені, високі, що характерно для худоби молочного напрямку продуктивності; вим'я чашо – або ванно подібне, придатне до машинного доїння; довжина вим'я 38–40 см; обхват – 120–130 см; інтенсивність виведення молока – 1,6–2,2 кг/хв.; індекс вимені – 42–44%; індекс відносної величини вим'я – 58–62 і формат вим'я 20,5–21,2. За бальною шкалою лінійної оцінки корови – первістки відповідають оцінці «добре» і набирають 82–85 балів.

Проміри основних статей тіла в корів-первісток, проведені декілька років поспіль в обох племзаводах, за будовою тіла різняться незначно. Дещо краще розвинута в об'ємі грудна клітка в корів ТОВ АТЗТ «Мирне» – обхват грудей вище на 10,7%, ніж у первісток СВК «Зоря», за живою масою – на 47,4 кг (9,5%). Дослідженням встановлено, що жива маса корів – 536 кг, або вище на 41,6 кг (8,4%). Такі корови відрізняються кращим розвитком тулуба, таза, грудної клітки в ширину (на 18,2%) і в глибину (7,2%); висотні проміри їх вище на 3,8–7,5% порівняно з аналогічними промірами тварин другого господарства.

Кращий розвиток тілобудови позначається позитивно на величині молочної залози. Наприклад, якщо ширина вим'я вища на 15,5%, обхват – на 11%, тоді й молочно продуктивність первісток підвищувалася на 1414 кг молока за лактацію (на 34,7%) порівняно з поголів'ям племзаводу СВК «Зоря».

Слід відзначити, що тварини нової популяції буковинської породної групи молочної худоби дещо менші за розміром порівняно з тваринами центрального типу. Лише в старшому віці за показниками лінійних промірів екстер'єру повновікові корови наближаються до первісток, записаних в I том ДПК червоно-рябої молочної породи худоби. За показниками лінійних промірів основних статей визначили індекси будови тіла.

Індекси будови тіла корів відповідають молочному типу тварин і свідчать про добрий розвиток та пропорційність будови тіла корів нової популяції буковинської групи молочної худоби. Корови стада ТОВ АТЗТ «Мирне» мають індекс збитості, вищий на 4,2% порівняно з ровесницями стада СВК, а за масивністю – на 6,2%. Однак унаслідок гіршого розвитку таза в сідничних горбах індекс шилозадості в них на 0,8% перевищує цей показник у корів з СВК «Зоря».

Порівняно з первістками, введеними в попередні роки, останні відрізняються більш компактним тулубом, про що свідчить індекс збитості, який вище на 7–10%, індекс масивності – на 6%. У наступні періоди, частіше влітку, коли вигорають травостої на пасовищі та восени, відчувається дефіцит білкових кормів і, як наслідок – відставання телиць в рості та розвитку на 2–3 місяці від вимог стандарту породи худоби. Тому часто осіменіння відбувається у 20–21 місячному віці та отелення – в 29–30 місяців.

Отже, компенсація відставання в рості відбувається в період підготовки нетелей до отелення та протягом першої лактації. Із другої половини тільності нетелей переводять на раціон корів у період сухостою поживністю 10-11 к. од.

Індекси будови тіла відповідають молочному типу тварин і свідчать про добрий розвиток та пропорційність будови тіла корів прикарпатського типу. Корови племзаводу ТОВ АТЗТ «Мирне» мають індекс збитості вищий на 6,4% порівняно з ровесницями племзаводу СВК «Зоря», масивності – на 3,8%. Однак унаслідок гіршого розвитку тазу в сідничних горбах індекс шилозадості у них на 4,9% вище, ніж у корів СВК «Зоря».

Компенсація відставання в рості нетелей СВК «Зоря» відбувається в період підготовки їх до отелення та протягом першої лактації. Із другої половини тільності їх утримують на раціонах корів сухостійного періоду поживністю 10–11 кормових одиниць. У цьому господарстві молочна продуктивність корів знизилася на 116 кг і впродовж 10 місяців звітного року становила 3100 кг.

Молочна продуктивність корів за останні 5 років наведена в табл. 1.

Таблиця 1

Молочна продуктивність корів за 305 днів лактації

№ п/п	Показники	СВК «Зоря»			ТОВ АТЗТ «Мирне»		
		кіль- кість голів	надій молока, кг X ± Sx	вміст жиру, кг X ± Sx	кіль- кість голів	надій молока, кг X ± Sx	вміст жиру, кг X ± Sx
2018 рік							
	По стаду за останню лактацію	490	5686 ± 36,3	210,5 ± 14,3	647	4805 ± 41,6	179,7 ± 12,3
	в т. ч. за першу лактацію	104	5413 ± 79,6	200,2 ± 12,5	238	4615 ± 159	173,1 ± 11,5
	За найвищу лактацію	490	5814 ± 35	216,3 ± 13,1	647	5320 ± 39,7	200,5 ± 13,4
	Надоено молока за життя	490	19020 ± 330	325 ± 11,3	647	13435 ± 352	451 ± 12,3
	Надоено молока за життя з врахуванням 305 днів лактації	490	17110 ± 451	637,5 ± 15,5	647	12500 ± 21,8	469,8 ± 12,4
	Продуктивність корів селекційної групи	421	6016 ± 29	226,2 ± 10,1	375	5875 ± 28	214,4 ± 11,6
2019 рік							
	По стаду за останню лактацію	444	4518 ± 27,8	168,6 ± 1,02	712	4793 ± 47,0	183,1 ± 1,45
	в т. ч. за першу лактацію	164	4295 ± 40,8	160,3 ± 0,96	225	4556 ± 58,2	174,0 ± 1,37
	За найвищу лактацію	444	5058 ± 39,2	186,9 ± 1,43	712	5205 ± 37,7	188,8 ± 1,53
	Надоено молока за життя	444	14544 ± 452,3	525 ± 17,02	713	13946 ± 340,5	591,4 ± 13,9
	Надоено молока за життя з врахуванням 305 днів лактації	444	14109 ± 429,4	510 ± 16,54	716	11752 ± 302,5	498,4 ± 11,72
	Продуктивність корів селекційної групи	221	5743 ± 36,9	214,3 ± 1,63	403	5888 ± 33,59	224,9 ± 1,82

Наведені результати свідчать про скорочення поголів'я корів у СВК «Зоря» протягом останніх двох років із 490 до 350 голів, тобто на 71%. Молочна продуктивність знизилася на 1416 кг (33,2%) за останню лактацію. Одночасно за цей період в ТОВ АТЗТ «Мирне» поголів'я корів збільшилося на 132 гол. (16,9%), продуктивність за лактацію зросла на 667 кг (13,9%). Молочна продуктивність первісток зменшилася в СВК «Зоря» на 1337 кг за лактацію, а в племзаводі ТОВ АТЗТ «Мирне» – збільшилася на 875 кг (19%). У зв'язку з інтенсивним нарощуванням поголів'я корів у ТОВ АТЗТ «Мирне» в окремі роки ремонт стада доводили до 30–40%, тому дійне стадо омолоджується, середній вік корів становить 3,1 лактації. За останні 4 роки відсоток первісток складає біля 35%, а корів у віці 4 отелів і старше – 30%. За життя від корови у цьому господарстві одержують по 14 тис. кг молока і 492 кг молочного жиру.

У стаді корів СВК «Зоря» первістки займають 23%, а корови у віці 4–7 отелів – 46%. Протягом життя за 3,7 лактацій від корови одержано по 14,7 тис. кг молока та 579 кг молочного жиру. Продуктивність первісток в СВК ТОВ АТЗТ «Мирне» знаходиться на рівні 96% у середньому за всім стадом, в СВК «Зоря» – 95,2%. Протягом життя (в середньому 2,6–3,3 лактації) від корови одержано по 13,4–19,0 тис. кг молока із середньою продуктивністю за лактацію 5,1–5,7 тис. кг. До складу селекційної групи входить у племінному заводі СВК «Зоря» 86% корів, у ТОВ АТЗТ «Мирне» – 58%. Генетичний потенціал продуктивності цих молочних модельних стад становить 6,0–5,8 тис. кг молока.

Дослідженням встановлено, що молочна продуктивність корів знаходиться в тісному зв'язку з відтворювальною здатністю. В цих стадах від 100 корів одержують по 96–98 телят за рік. У племзаводі СВК «Зоря» період між отелами в корів триває $387 \pm 2,9$ днів, коефіцієнт відтворювальної здатності – $0,94 \pm 0,005$, індекс селекції – $5970 \pm 52,3$ кг, а в племзаводі ТОВ АТЗТ «Мирне» – відповідно $380,7 \pm 2,6$; $0,96 \pm 0,006$ та $5217 \pm 50,4$ кг.

Для апробації на майбутнє нової популяції буковинської породної групи молочної худоби вже підготовлено 800 голів із продуктивністю первісток (318 гол.) 5791 ± 35 кг, за другої лактації (210 гол.) – 6101 ± 46 , повновікових (272 гол.) із середньою продуктивністю – 6309 ± 45 кг. Чотирирічна середня молочна продуктивність корів за лактацію в цьому господарстві становить 4,8 тис. кг та 5,2 тис. кг, 179 і 191 кг молочного жиру відповідно. Від корів селекційної групи одержують 5,8 тис. тис. кг молока і 218 кг молочного жиру. Поголів'я корів у ТОВ АТЗТ «Мирне» за останні 5 років збільшилося на 20%, а продуктивність – на 667 (13,9%) від корови за лактацію і становить 5872 кг. У стаді 77% корів входять до селекційної групи із середнім надоєм 6008 кг молока та 232 кг молочного жиру, або 3,86% в 1 кг молока.

Встановлена тісна залежність молочної продуктивності корів із відтворювальними функціями організму. В цих стадах від 100 корів одержують по 87–90 телят за рік. Тривалість міжотельного періоду в племзаводі СВК «Зоря» становить $406 \pm 1,9$ днів, КВЗ – $0,90 \pm 0,01$, індекс селекції – $5809 \pm 47,1$.

Про плодовитість свідчить індекс плодовитості, який визначають за формулою: $P = 100 - (B + 2H)$, де В і Н – відповідно вік корови за першого отелення та інтервал між отелами в місяцях. За результатами оцінки, індекс плодовитості цих стад становить 59,3 (добрий), а за середньої – знаходиться в межах 41–47.

Метод розведення худоби за лініями дозволяє реалізувати цінні господарські ознаки родоначальників. Від високопродуктивних корів створено 20 родин, які поповнюються нащадками. В господарствах проводиться робота з виявлення

кращих із них, задля племінного поліпшення виділяються перспективні, а також проводиться закладка нових родин.

У селекційній роботі проведено порівняльну оцінку результатів молочної продуктивності корів за останні 2 роки різної лінійної належності в двох племінних заводах, представлену в табл. 2.

Таблиця 2

Молочна продуктивність напівдочок плідників використаних ліній

Напівдочки ліній	Показник	I лактація		II лактація		III лактація і старше	
		n	$X \pm Sx$	n	$X \pm Sx$	n	$X \pm Sx$
Р. Соврін 198998	молоко	31	4992 ± 202,3	33	5219 ± 154	407	5004 ± 50,8
	молочний жир		192,4 ± 6,02		193 ± 6,5		192 ± 1,9
С.Г. Рігеля 352882	молоко	459	4580 ± 45,5	268	4798 ± 57	121	4744 ± 98
	молочний жир		173,9 ± 8,0		182,7 ± 1,4		181,2 ± 3,8
С.Г. Валіанта 1650414	молоко	159	5003 ± 80	212	5075 ± 71	284	5139 ± 61,7
	молочний жир		190,7 ± 3,1		194,5 ± 3,16		197,2 ± 2,4
Г.Л. Сайтейшна 267150	молоко	4	6012 ± 19	43	5461 ± 22,7	108	4654 ± 107,2
	молочний жир		229,7 ± 2,4		208,4 ± 7,3		174,9 ± 3,9
З.Л. Хенева 1629391	молоко	14	4414 ± 17	13	5531 ± 26	39	5170 ± 184
	молочний жир		167,4 ± 2,7		211,5 ± 3,1		195,3 ± 9,0
Астронавта 1458799	молоко		–		–	88	5035 ± 77,0
	молочний жир		–		–		177,5 ± 4,0

За даними таблиці 2, найбільшою продуктивністю серед первісток і повновікових виділяється поголів'я ліній Р. Совріна і Валіанта та з віком Ганновера. Досягнення консолідації селекційних груп визначається характером успадкування селекційної ознаки. Консолідація досягається традиційними методами добору. Використовуючи формули, визначали коефіцієнти фенотипової консолідації певної селекційної групи корів на основі середньоквадратичного відхилення (K_1) та коефіцієнта мінливості (K_2).

Визначена консолідація за рівнем надою первісток С.Г. Рігеля 352882 та лінії Р.Соврінга, що склала $K_1=0,136$ та $K_2=0,565$, Валіанта – відповідно 0,106 та 0,11, Астронавта – 0,296 та 0,303, Імпрувера – 0,218 та 0,235.

У період формування буковинського заводського типу проводили роботу зі створення його структурних одиниць – заводських ліній, родин та оцінювали використаних плідників за якістю їхнього потомства. Метод розведення худоби за лініями дозволяє реалізувати цінні господарські ознаки родоначальників. Окремі ознаки, такі як ріст і розвиток ремонтного молодняка, тривалість господарського використання, довічна продуктивність тварин, мають актуальне значення.

Під час селекційної роботи визначено молочну продуктивність дочок використаних плідників буковинської породної групи української червоно-рябої молочної породи худоби, наведену в табл. 3.

За даними табл. 3, у СВК «Зоря» найвища продуктивність одержана від дочок плідника Інтера № 5571 лінії Ханновера та Сената № 1632 лінії Рігеля. У ТОВ АТЗТ «Мирне» найбільший ефект виявили плідники Артек № 344 лінії Валіанта, Полярний 0049 лінії Імпрувера та плідники, завезені із-за кордону, а саме Джаромір 6296 і Імпрувер 3471.

Таблиця 3

Молочна продуктивність дочок використаних плідників

Кличка бугая	Інд. номер	Лінія	I лактація			II лактація			III лактація		
			кіль-кість голів	надій	мол. жир	кіль-кість голів	надій	мол. жир	кіль-кість голів	надій	мол. жир
Артек	6344	Валіант 1650444	136	5540 ± 44,2	193,0 ± 2,59	188	5742 ± 47,5	199,5 ± 2,94	53	5713 ± 84,74	201 ± 4,84
Капіган	6775	Рігела	160	4503 ± 65,7	170,3 ± 2,42		–	–	–	–	–
Тюльпан	7451	Рифлекшн Соверін	12	5791 ± 190,9	200,3 ± 7,97	27	5861 ± 132,1	215,8 ± 5,27	188	5338 ± 44,5	211,0 ± 2,24
Гібрид	4893	Сітейшн	22	5363 ± 132,0	198,3 ± 5,5	35	5805 ± 164,1	215,1 ± 5,88	167	56,30 ± 64,3	209,6 ± 2,32
Сенап	1632	Рігела	72	5638 ± 88,1	203,4 ± 3,6	1	5708 ± 145,3	211,0 ± 5,3	2	6200 ± 4,52	227 ± 2,3
Секрет	7541	Астроनावта	2	7038 ± 112,7	267 ± 1,41	5	4650 ± 261,4	189 ± 9,10	55	5995 ± 106,0	220,7 ± 3,96
Інгер	5571	Ханновера	25	5410 ± 164,3	192,8 ± 5,42	23	5489 ± 119,1	209,8 ± 4,40	9	5361 ± 331,6	210,8 ± 12,2
Восток	8429	Віс Бек Айдел	1	5185 ± 132,5	196,5 ± 4,7	3	5399 ± 156,3	207,5 ± 5,1	18	5000 ± 306,3	193,2 ± 6,32
Рігель	280	Рігела	–	–	–	1	5720 ± 127,6	213,9 ± 4,2	11	5568 ± 185,3	205,8 ± 7,52
Маяк	3160	Рігела	1	7004 ± 15,7	268 ± 4,5	1	5072 ± 125,2	193,3 ± 3,7	11	4479 ± 248,6	181 ± 5,74
Аромат	5644	Рифлекшн Соверін	1	4640 ± 132,3	172,6 ± 4,2	1	5643 ± 137,4	212,7 ± 3,6	20	5550 ± 216,3	± 7,9

Отже, в майбутньому під час складання плану закріплення широко використовуватиметься сім'я цих плідників у паруванні. Особливо слід відзначити генетичні властивості плідника Артека 6344 лінії Валіанта 1650414, дочки якого в кількості 136 голів–первісток мали продуктивність 5540 кг, за другої лактації у кількості 188 голів – 5742 ± 47 та повновікові (53 гол.) – 5613 ± 86 . У дослідженні в обробіток включені дочки плідників 5 ліній і споріднених груп: Рефлекшн Соврін № 198998, Ханове 1629391, Віс Бек Айдіела 1013415, Астронавтів, СГ Рігела 35282. Усього враховано продуктивність: за першої лактації – у 432 гол., за другої – 285, повновікових – 534 голови.

Найвищою продуктивністю відрізнялися дочки плідника Сената № 1632 лін. Р. Совріна (надій 5638–6200 кг) і Секрета № 7541 (надій 7038–5995 кг), а також Артека № 6344 л, Р. Совріна (надій 5540–5713 кг), Гібрида № 4892 (надій 5363–5805–5630 кг).

Висновки. Протягом усього життя від корів у ТОВ АТЗТ «Мирне» (2,6 лактації) одержано по 13,4 тис. кг молока і 469,8 кг молочного жиру, в СВК «Зоря» за 3,3 лактації у середньому – по 19 тис. кг молока, або за лактацію в середньому відповідно 5154 та 5757 кг молока. Молочна продуктивність за останню закінчену лактацію становить: у ТОВ АТЗТ «Мирне» – 4805 кг, у СВК «Зоря» – 5686 кг, а за найвищу – відповідно 5320 та 5814 кг. Генетичний потенціал корів селекційної групи в кількості 58% становить 5875 кг у першому господарстві, а в другому – відповідно 86% та 6016 кг. Тривалість періоду між отелами знаходиться в межах $380,7\text{--}387 \pm 2,9$ днів, коефіцієнт відтворювальної здатності – відповідно 0,96 та 0,94. Індекс селекції у корів племінного заводу ТОВ АТЗТ «Мирне» знизився проти минулого року на 205 і становить 5217 кг, а в СВК «Зоря» збільшився на 919 і склав 5970 кг.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Буркат В.П. Проблеми породи у молочному скотарстві та шляхи її розв'язання. Теорія, методологія і практика селекції. Київ : БМТ, 1999. С. 130–138.
2. Любинський О.І., Пахолок А.А. Молочна продуктивність корів різних генотипів української червоно-рябої молочної породи. Розведення і генетика тварин. Вип. 30. Київ : Урожай, 1999. С. 22–27.
3. Петренко І. П., Зубець М.В., Вінничук Д.Т. та ін. Генетико-популяційні процеси при розведенні тварин. Київ : Аграрна наука, 1997. 473 с.
4. Пахолок А. А., Любинський О. І. Ріст, розвиток та біологічні особливості молодняка різних генотипів української червоно-рябої молочної породи. Розведення і генетика тварин. Вип. 29. Київ : Урожай, 1998. С. 57–64.
5. Плохинский Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников. Москва : Колос, 1969. 256 с.
6. Ячник Р. В., Ротар Л.В. Продуктивність корів буковинського заводського типу української червоно-рябої молочної породи. *Зоотехнія*. 2008 р. № 2. С. 146–148.
7. Ячник Р.В. Програма селекції української червоно-рябої молочної породи великої рогатої худоби на 2003–2012 роки. Київ, 2003. 76 с.

УДК 636.2.082.2.31

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.27>

ПРОДУКТИВНІСТЬ НОВОЇ ПОПУЛЯЦІЇ СТВОРЮВАНОЇ БУКОВИНСЬКОЇ ПОРОДНОЇ ГРУПИ УКРАЇНСЬКОЇ ЧЕРВОНО-РЯБОЇ МОЛОЧНОЇ ХУДОБИ В КАРПАТСЬКОМУ РЕГІОНІ БУКОВИНИ

Калинка А.К. – к.с.-г.н., старший науковий співробітник,
завідувач відділу селекції, розведення, годівлі та технології виробництва
тваринницької продукції,

Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція
Інституту сільського господарства Карпатського регіону
Національної академії аграрних наук України

Саранчук І.І. – к.с.-г.н., старший науковий співробітник,
Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція
Інституту сільського господарства Карпатського регіону
Національної академії аграрних наук України

Меленко К.М. – науковий співробітник
Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція
Інституту сільського господарства Карпатського регіону
Національної академії аграрних наук України

Казьмірук Л.В. – к.с.-г.н., доцент кафедри ветеринарної гігієни
та розведення тварин,

Вінницький національний аграрний університет

У статті наведено результати формування нової популяції буковинської породної групи української червоно-рябої молочної худоби, яка створюється в умовах Карпатського регіону Буковини. За результатами проведеної багаторічної селекційної роботи доведено, що в базових племінних господарствах Буковини роздосні 557 голів корів із надоєм 6000 кг (20% від загальної кількості корів), причому роздосні 81,4% корів у стаді племзаводу АТЗТ «Мирне», 10,4% – племінного заводу СВК «Зоря», 5,2% – племінного заводу ТОВ «Валявське», по 0,6% – у племінному репродукторі ТОВ і в АФ «Суворова». Дослідженням визначено, що з 557 оцінених молочних корів у базових племінних господарствах 354 з них (63,6%) мали надій 6000–7000 кг, 158 корів (28,4%) – 7001–8000 кг, 34 корів (6,1%) – 8001–9000 кг, 10 корів (1,8%) – 9001–10000 кг молока за найвищу лактацію.

За результатами проведеного дослідження встановлено, що нова популяція молочної худоби оцінена за 16 лініями. Найчисельнішими за маточним поголів'ям є лінії ХанOVERA – 1467 (1054 корови), Рігела – 1310 (1068 корів), Старбака – 1051 голів (лише 23 корови). Дослідженням установлено, що з 3174 голів телиць 1028 (32,4%) належать до лінії Старбака, 453 (14,3%) – лінії Чіфа, 439 (13,8%) – лінії Импрувера, 413 (13,0%) – лінії ХанOVERA, в яких помітно різку зміну апробованих у новій буковинській породній групі ліній на голитинські.

Під час селекційної роботи встановлено, що шляхом поглиблення селекційно-племінної роботи та поліпшення умов утримання і годівлі можна значно вдосконалити новий масив буковинської породної групи червоно-рябої молочної породи худоби на Буковині.

Таким чином установлено, що задля підвищення продуктивності нової створеної буковинської породної групи червоно-рябої молочної породи худоби необхідно насамперед спрямувати селекційну роботу на поліпшення конституції жуйних тварин із тим, щоб у найближчі роки укомплектувати молочні ферми добре розвиненими, міцними коровами, здатними перетравлювати значну кількість кормів із високим коефіцієнтом перетравності в умовах Буковини.

Ключові слова: порода, корови, генетичний потенціал, молочна продуктивність, лактація.

Kalynka A.K., Saranchuk I.I., Melenko K.M., Kazmiruk L.V. Productivity of a new population of Bukovina breed group of Ukrainian red – spotted dairy cattle in the Carpathian region of Bukovina

The article deals with the formation of a new population of the Bukovina breed group of Ukrainian red – spotted dairy cattle, which is created in the Carpathian region of Bukovina. According to the results of many years of selection work, it is proved that in the basic breeding farms of Bukovina, 557 cows were milked with a milk yield of 6000 kg more (20% of the total number of cows). 81.4% of cows were milked in the herd of Myrne JSC breeding farm, 10.4% – to Zorya Agriculatural Complex breeding farm, 5.2% – to Valyavske LLC breeding farm, 0.6% each – and breeding breeder of AF LLC LLC Suvorov. Studies have shown that of the 557 estimated dairy cows in the basic breeding farms in the amount of 354 cows (63.6%) had yields of 6000–7000 kg, 158 cows (28,4%) – 7001–8000 kg, 34 cows (6,1%) – 8001–9000 kg, 10 cows (1,8%) – 9001–10000 kg of milk for the highest lactation.

The studies have shown that in the new population of dairy cattle, which is estimated by 16 estimated lines, the most numerous in the mother population are Hanover – 1467 (1054 cows), Rigel – 1310 (1068 cows), Starbuck – 1051 heads (only 23 cows). Studies have shown that out of 3174 heads of heifers 1028 (32,4%) belong to the Starbuck line, 453 (14,3%) – to the line Chufa, 439 (13,8%) – Improver lines, 413 (13,0%) – Hanover lines where you can see a sharp change in the lines tested in the new Bukovina breed group to Holstein lines.

The research shows that by deepening selection and breeding work and improving the conditions of keeping and feeding, it is possible to significantly improve the new population of the Bukovina breed group of red-spotted dairy cattle in Bukovina.

Thus, it is established that when increasing the productivity of the newly created Bukovina breed group of red-spotted dairy cattle, it is necessary to direct selection work to improve the constitution of ruminants in order to supply dairy farms with well-developed, strong animals, capable of digesting a significant amount of feed with a high coefficient of digestibility in the Bukovina region.

Key words: *breed, cows, genetic potential, milk productivity, lactation.*

Постановка проблеми. В умовах світової кризи та на сучасному етапі входу в український ринок процес інтенсифікації у галузі молочного скотарства зумовив нові важливі та необхідні виробничі вимоги щодо великої рогатої худоби в різних кліматичних умовах Карпатського регіону Буковини.

У зв'язку з цим унаслідок тривалої селекційно-плеємінної роботи з використанням генетичного молочного потенціалу української червоно-рябої породи двох типів (прикарпатського внутрішньо породного типу української червоно-рябої молочної породи та буковинського заводського типу червоно-рябої породи) сформувалася нова породна група червоно-рябої молочної худоби, що є актуальним для зони українських Карпат [1, с. 95; 2, с. 32].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Під час довготривалої роботи створена нова породна група молочної худоби, яка відзначається досить високими надоями, жирномолочністю, доброю відтворювальною здатністю, задовільними відгодівельними й м'ясними якістьми, подовженим віком використання і пристосованістю до умов розведення в різних кліматичних зонах Буковини. Саме завдяки цим вимогам у молочному скотарстві відбулися значні зміни за кількістю та якістю жуйних у регіоні.

У Чернівецькій області проводиться не один рік селекційна робота із створення нової буковинської породної групи червоно-рябої молочної худоби; вона триває за загальною розробленою програмою в цьому регіоні. Однак особливістю цієї програми є те, що за материнську породу раніше в цьому регіоні використовувалися місцеві буковинські симентали, через що вони в порівнянні з худобою інших регіонів (Центральної і Східної України), дещо дрібніші, мають більш виражений молочно-м'ясний тип продуктивності. Крім того, на початкових етапах виведення нової породної молочної групи використовувалися монбільярди, айшири і червоно-рябі бугаї західного німецького походження. Кліматичні умови регіону Буковини є також

особливими, відсутніми в інших областях України. Саме цими особливостями зумовлена необхідність виведення в цьому регіоні спорідненої нової групи створюваної буковинської червоно-рябої молочної породи худоби нової популяції [3, с. 25].

Тому в Чернівецькій області створена ефективна система організації і управління селекційно – племінною справою у скотарстві (племінні зводи та племінні репродуктори), яка забезпечує широке запровадження у виробництво сучасних технологій селекції, розведення, годівлі й удосконалення порід жуйних у регіоні за технологічними ознаками [4, с. 61; 5, с. 59].

Аналіз селекційно-генетичного складника в стадах нової генерації молочної худоби показує, що задля виконання раніше запланованих науково-дослідних робіт із виведення створюваної буковинської породної групи молочної червоно-рябої породи наявні всі підстави. Тому реалізація завдань ефективного ведення інтенсивної галузі молочного скотарства Буковини в сучасних умовах господарювання можлива шляхом створення системи селекції худоби, рентабельного виробництва, переробки й реалізації молока відповідно до прийнятих державних законів та діючих програм. Завдяки цьому інтенсивне молочне скотарство області розвивається за рахунок чистопородного розведення буковинської породної групи червоно-рябої молочної худоби нової генерації.

За статистичними даними двох останніх років, поголів'я молочних корів у всіх категоріях господарств Чернівецької області становить 47611 голів, у тому числі в сільськогосподарських підприємствах – 2200 голів та в населення – 45589 голів. У зв'язку з вищезазначеним спостерігається щорічне зменшення валового виробництва за незначного зростання надою на корову (2–5%). Це спричинило зниження купівельної спроможності населення, втрату економічної зацікавленості у веденні інтенсивного молочного скотарства, відсутність у більшості суб'єктів господарювання мотивації до нарощування молочного поголів'я худоби та збільшення обсягів виробництва продукції, нестабільний рівень закупівельних цін на продукцію тварин, низьку доходність і збитковість її виробництва в умовах регіону Буковини.

Нині селекційно-племінна база молочного скотарства Буковини представлена переважно худобою буковинського заводського типу української червоно-рябої молочної породи з подальшим створенням буковинської породної групи червоно-рябої молочної худоби, що й визначає перспективи розвитку та особливості ведення селекційно-племінної роботи в господарствах суспільного типу різної форми власності.

Уявлення про племінну базу надає динаміка поголів'я корів за останні три роки (табл. 1).

Таблиця 1

Динаміка поголів'я та продуктивність корів

Показник	Категорія господарств					
	племінні заводи			племінні репродуктори		
	2017 р.	2018р.	2019р.	2017 р.	2018р.	2019р.
Кількість господарств	3	3	3	1	1	1
Поголів'я корів, голів	2434	2210	2240	550	550	550
Надій молока на корову, кг	4850	5227	4988	4380	4401	4720
Реалізовано племінного молодняка, голів	441	161	169	239	231	216
Одержано телят від 100 корів	83	82	80	126	122	120

Створена шляхом проведеної селекційної роботи активна частина поголів'я нової створеної породної групи червоно-рябої молочної породи худоби розводиться нині в трьох племінних заводах та в одному племінному репродукторі (табл. 2).

Таблиця 2
Молочна продуктивність корів в племінних господарствах

Господарство, район	Статус	2017 р.			2018 р.			2019 р.		
		Надій, кг	Вміст жиру, %	Жива маса, кг	Надій, кг	Вміст жиру, %	Жива маса, кг	Надій, кг	Вміст жиру, %	Жива маса, кг
ТОВ АТЗТ «Мирне»	ПЗ	5299	3,81	564	5887	3,79	552	5347	3,8	579
СВК «Зоря»	ПЗ	5412	3,66	516	5453	3,64	528	5509	3,65	533
ТОВ «Валявське»	ПЗ	4720	3,75	552	4556	3,75	556	4421	3,71	559
ТОВ АФ «Суворова»	ПР	4380	3,68	519	4401	3,68	527	4720	3,65	525

Визначений під час дослідження рівень продуктивних і відтворних якостей маточного поголів'я провідних племінних господарств області з розведення нового типу червоно-рябої молочної худоби значно зріс (табл. 1 і 2), що розкриває високі потенційні можливості підвищення генетичного молочного потенціалу, збільшення чисельності поголів'я та розширення ареалу розведення в умовах Буковини.

Результати роздою корів нової породної групи молочної худоби за всіма підконтрольними господарствами представлені в табл. 3.

Таблиця 3
Результати роздою корів

Господарство, статус	Район	Всього, голів	Групи корів за надоєм				
			6000– 7000	7001– 8000	8001– 9000	9001– 10000	10001 і більше
ПЗ ТОВ АТЗТ «Мирне»	Кіцманський	453	271	137	34	10	1
ПЗ СВК «Зоря»		69	52	17			
ПЗ ТОВ «Валявське»		29	25	4			
ПР ТОВ АФ «Суворова»	Новоселицький	3	3				
Всього		557	354	158	34	10	1

Отже під час проведеного дослідження встановлено, що найбільший надій від корів отриманий у СВК «Зоря» Кіцманського району, що склало 5509 кг; це більше на 10,4% від надою в ТОВ АТЗТ «Мирне» цього ж району.

Аналіз одержаних даних показує, що у племінних господарствах області роздоєно 557 голів з надоєм 6000 кг і більше (20% від загальної кількості корів у племінних діючих господарствах). Так, у стаді племзаводу АТЗТ

«Мирне» роздосно 81,4% корів, племзаводу СВК «Зоря» – 10,4%, племзаводу ТОВ «Валявське» – 5,2%, у стаді племрепродуктора ТОВ та агрофірми ім. Суворова – по 0,6% корів. Із 557 оцінених корів 354 (63,6%) мали надій 6000–7000 кг, 158 (28,4%) – 7001–8000 кг, 34 (6,1%) – 8001–9000 кг, 10 (1,8%) – 9001–10000 кг молока за найвищу лактацію.

Основним напрямком удосконалення племінних якостей створюваної нової буковинської породної групи червоно-рябої молочної породи худоби є консолідація наявних генетичних можливостей худоби з метою збільшення чисельності поголів'я жуйних та зростання рівня продуктивності корів. Такий напрямок обумовлений генетичним потенціалом кращих молочних корів різних ліній і плідників створюваної буковинської породної групи української молочної породи худоби – визнаних матерів бугаїв (табл. 4).

Таблиця 4

Молочна продуктивність корів

Лінія	Кличка та інвентарний номер батька	n	Надій, кг	Вміст жиру, %	Молочний жир, кг
Рігела	Капітан 6775	70	7183	3,82	274
	Норд 3126	96	6936	3,82	265
	Сенат 1632	14	6490	3,55	230
	Маяк 3160	15	6716	3,55	238
Валіанта	Артек 344	20	7119	3,81	271
Імпрувера	Полярний 49	20	7044	3,82	269
	Імпрувер 3334	4	7503	3,84	288
Хановера	Замок 451	2	6985	3,85	269
	Арбат 1577	127	6745	3,84	259
	Інтер 5571	29	6731	3,84	258
	Берн Ред 3506	5	6528	3,54	231
Сітейшна	Гібрид 4893	10	6764	3,62	245
	Сеул 909	4	7601	3,79	288
Інгансера	Джаромір 6296217	39	7238	3,75	271
	Моцарт 475	13	7028	3,81	268
Елевейшна	Фіаско 49090	5	6435	3,82	246
	Гуїдо 40535	11	7169	3,8	272
Кавалера	Фламм 112302008	2	7235	3,75	271
Чіфа	Більбао 660122867	5	6521	3,86	252
	Біггер 13684	1	6779	3,89	264
Астронавта	Восток 8429	3	6463	3,64	235
	Барон 3133	1	6166	3,53	218
Магнета	Граніт 1695	2	7241	3,59	260
С'юприма	Самбо 3352	4	6414	3,56	228
Дейрімена	Фунт 443	2	6522	3,57	233
	Тюльпан 7451	5	7184	3,84	276
	Аромат 5644	3	6330	3,66	232
	Ірис 9186	2	6360	3,50	223
С.Т. Рокита	Маджесті 2071114	7	7121	3,82	272
Белла	Тотил Ред 27437	1	6482	3,83	248
	В середньому	522	6921	3,79	262

Задля ефективного функціонування та прогресивного розвитку нами використовується створена генеалогічна структура стада нової популяції української червоно-рябої молочної породи худоби (табл. 5).

Таблиця 5

Генеалогічна структура стада племінних базових господарств

Лінія	Кличка та інвентарний номер батька	Інформація про маточне поголів'я, голів			
		корови	з них первістки	телиці	разом
1	2	3	4	5	6
Рігела	Рігел 405635	36	1		36
	Капітан 6775	183			183
	Норд 3126	583	259		583
	Сенат 1632	179	60	227	406
	Маяк 3160	87	11		87
	Гектар 3108			15	15
Всього за лінією Рігела		1068	331	242	1083
Валіанта	Артек 344	292	141	143	435
Імпрувера	Полярний 49	58	5	439	497
	Імпрувер 3334	5			5
Всього за лінією Імпрувера		63	5	439	502
Хановера	Замок 451	6			6
	Арбат 1577	696	441	408	1104
	Інтер 5571	285	177		285
	Берн Ред 3506	67	67	5	72
Всього за лінією Хановера		1054	685	413	1467
Сітейшна	Гібрид 4893	110		125	235
	Сеул 909	4			4
Всього за лінією Сітейшна		114		125	239
Інгансера	Джаромір 6296217	62	9		62
	Моцарт 475	36			36
Всього за лінією Інгансера		98	9		98
Елевейшна	Фіаско 49090	25			25
	Гуідо 40535	35	9	32	67
Всього за лінією Елевейшна		60	9	32	92
Кавалера	Фламм 112302008	37	25	47	84
	Агрус Ред 2996	3	3		3
Всього за лінією Кавалера		40	28	47	87
Чіфа	Більбао 660122867	57	25		57
	Біггер 13684	4			4
	Еуро 67965			251	251
	Брадок 7355181			52	52
	Аддікшн Ет Ред 3107	5	5	3	8
	Джордано 0114386106			147	147
Всього за лінією Чіфа		66	30	453	519

Закінчення таблиці 5

1	2	3	4	5	6
Астронавта	Восток 8429	6			6
	Барон 3133	1			1
	Секрет 7541	1			1
Всього за лінією Астронавта		8			8
Магнета	Граніт 1695	3			3
С'юприма	Самбо 3352	5			5
Дейрімена	Фунт 443	2			2
	Тюльпан 7451	16	1		16
	Аромат 5644	5			5
	Ірис 9186	10			10
	Інжир 5602	2			2
	Лучнов 471	2			252
Всього за лінією Дейрімена		37	1	252	289
С.Т. Рокита	Маджесті 2071114	7			7
Белла	Тотил Ред 27437			2	2
Старбака	Юрист 75958			98	98
	І. Вайр 31255	7	3	255	262
	Русі 96680	16	9	16	32
	Манікс 7355175			345	345
	Бенаро 359855968			159	159
	Букмен 5185			153	153
Всього за лінією Старбака		23	12	1028	1051
Разом за всіма лініями		2938	1251	3174	6112

Аналіз генеалогічної структури племінних заводів і репродукторів із розведення нової популяції молочної худоби показав, що з 16 оцінених ліній найчисельнішими за маточним поголів'ям є лінії Хановера – 1467 голів (1054 корови), Рігела – 1310 (1068 корів), Старбака – 1051 голів (лише 23 корови).

Під час дослідження встановлено, що з 3174 голів телиць 1028 (32,4%) належать до лінії Старбака, 453 (14,3%) – до лінії Чіфа, 439 (13,8%) – до лінії Імпрувера, 413 (13,0%) – до лінії Хановера, тобто спостерігається різка зміна апробованих у новій буковинській породній групі червоно-рябій молочної породи худоби типів ліній на голштинські в умовах Буковини.

Висновки і пропозиції. Встановлено, що за неоднакових рівнів розвитку кормової бази та селекційно-племінної роботи в різних базових молочних господарствах і районах існують значні відмінності за господарсько-корисними ознаками жуйних тварин. Це свідчить про те, що шляхом поглиблення селекційно-племінної роботи та поліпшення умов утримання й годівлі можна значно вдосконалити новий масив буковинської породної групи червоно-рябої молочної породи худоби на Буковині.

З метою підвищення продуктивності буковинської породної групи червоно-рябої молочної породи необхідно спрямувати селекційну роботу насамперед на поліпшення конституції тварин задля того, щоб у найближчі роки укомплектувати молочні ферми добре розвиненими, міцними коровами, здатними перетравлювати значну кількість кормів із високим коефіцієнтом перетравності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Калинка А. К., Костап В. Б., Тимофіїшин І. І. Молочна продуктивність в залежності від фенотипової оцінки буковинської нової породної групи червоно-рябої худоби в умовах Буковини. *Зоотехнічна наука: Історія, Проблеми, Перспективи* : матеріали V науково-міжнародної конференції. (21-22 травня 2015 року) . Кам'янець-Подільський. 2015. С. 94–96.
2. Калинка А.К., Лесик О.Б., Казьмірук Л.В. Продуктивна нова популяція буковинської молочної породної групи худоби. Die Relevanz und die Neuheit der modernen wissenschaftlichen Studien: *der Sammlung wissenschaftlicher Arbeiten «ΛΟΓΟΣ» zu den Materialien der internationalen wissenschaftlich-praktischen Konferenz, Wien, 23 August, 2019. Wien: NGO «Europäische Wissenschaftsplattform», 2019. B. 3. S. 31–33.*
3. Любинський О. І., Пахолок А. А. Молочна продуктивність корів різних генотипів української червоно-рябої молочної породи. *Розведення і генетика тварин*. 1999. Вип. 30. С. 22–27.
4. Програма розвитку племінного скотарства в господарствах Чернівецької області. Міністерство аграрної політики України. Подільський держ. аграрно-тех. універ. Буковинський інститут АПВ УААН, Головне управління агропром розвитку облдержадм., ВАТ «Буковина племсервіс» / Любинський О. І., Повозніков М. Г., Ячник Р. В. та ін. Кам'янець-Подільський. 2007. 18 с.
5. Пахолок А. А., Любинський О. І. Ріст, розвиток та біологічні особливості молодняка різних генотипів української червоно-рябої молочної породи. *Розведення і генетика тварин*. 1998. Вип. 29. С. 57–64.

УДК 637.072/4.412.413.414

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.28>**ОЦІНКА ЯКОСТІ ЗРАЗКІВ ЯЄЦЬ РІЗНИХ ВИРОБНИКІВ
НА ОСНОВІ ОРГАНОЛЕПТИКИ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ
ДОСЛІДЖЕНЬ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ
СЕНСОРНОГО АНАЛІЗУ**

Карпенко О.В. – к. с.-г. н., доцент кафедри технологій переробки та зберігання сільськогосподарської продукції,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

Анциферов Д.Г. – здобувач вищої освіти

другого (магістерського) рівня біолого-технологічного факультету,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

Курячі яйця, особливо свіжі, належать до цінних продуктів харчування, необхідних для щоденного споживання дорослим і дітям. Вступ України до Світової організації торгівлі (СОТ) позитивно позначився на розвитку яєчної галузі нашої країни.

З'явилися передумови для нарощування потужностей та модернізації підприємств. Українські виробники можуть експортувати не лише яєчні продукти (сухий яєчний порошок, меланже), а й курячі яйця в шкаралуні. Нині характерними особливостями ринку яєць в Україні є збільшення частки промислового виробництва за рахунок зниження виробництва яєць домогосподарствами, збільшення їхнього споживання, що дає можливість промисловим виробникам нарощувати свої потужності.

Особлива увага приділяється проведенню контролю якості яєць. Окрім того, задля збільшення попиту продукції розробляються та впроваджуються новітні способи

маркування яєць. Відбувається розробка нових, більш привабливих для споживача зразків оформлення готової продукції.

Метою роботи є визначення якості яєць на основі органолептики та експериментальних досліджень із використанням методів сенсорного аналізу.

Завданнями дослідження є: 1) проведення ідентифікації зразків яєць із визначенням ступеня його придатності до споживання, а також відповідності виду, різновиду, найменуванню; 2) визначення відповідності якості товару вимогам НД; 3) аналіз отриманих результатів.

На підставі органолептичної оцінки та додаткового сенсорного аналізу зроблений висновок щодо якості яєць і їхнього подальшого зберігання, а саме: 1. Клас дослідних зразків відповідає вимогам за віком. 2. Відмінні показники має зразок № 3 столове яйце (СІ) «Халяль» (виробник – філія «Чорнобаївська» ПАТ «Агрохолдинг Авангард»). 3. Зразки № 4, 5 відповідають вимогам ДСТУ 5028 (виробники – відповідно філія «Чорнобаївська» ПАТ «Агрохолдинг Авангард» та ТМ «Ясенвіт», що в с. Крушинка Васильківського району та в смт. Ставище Ставищенського району Київської області).

Ключові слова: органолептики, сенсорний аналіз, дескриптори форма жовтка, форма білка, стан шкаралупи, повітряна камера.

Karpenko O.V., Antsyferov D.G. Evaluation of the quality of egg samples from different manufacturers on the basis of organoleptics and experimental studies using methods of sensory analysis

Chicken eggs, especially fresh, are very valuable foods and are necessary for daily consumption by adults and children.

Ukraine's accession to the World Trade Organization (WTO) has had a positive impact on the development of our country's egg industry.

Prerequisites for capacity building and modernization of enterprises have appeared. Ukrainian producers will be able to export not only egg products (dry egg powder, melange), but also chicken eggs in shell. Today, the characteristic features of the egg market in Ukraine are an increase in the share of industrial production by reducing the production of households, increasing egg consumption, which allows industrial producers to increase their capacity.

Particular attention is paid to quality control of eggs. And also for an increase in demand of production, the newest ways of marking of eggs are developed and introduced. New models of design of finished products that are more attractive to the consumer are being developed.

Therefore, the aim of the work is to determine the quality of eggs on the basis of organoleptics and experimental studies based on methods of sensory analysis.

The objectives of the study are:

- identification of egg samples to determine the degree of its suitability for consumption; correspondence of species, variety, name;
- determining the conformity of product quality to the regulatory requirements;
- analysis of the obtained data.

Based on organoleptic evaluation and additional sensory analysis, we conclude on the quality of eggs and their subsequent storage, namely: 1. The class of prototypes meets the requirements for age. 2. The sample №3 table egg (SI) "Halal" – producer of the branch "Chornobayevskaya" of PJSC "Agroholding Avangard" has excellent indicators 3. Sample № 4, 5 manufacturers, respectively – branch "Chornobayevskaya" of PJSC "Agroholding Avangard" and ТМ "Yasensvit", Krushinka, Vasilkovsky district, and town Stavyshe, Stavyshe district, Kyiv region, meet the requirements of DSTU 5028.

Key words: organoleptics, sensory analysis, descriptors, yolk shape, egg white shape, egg shell quality, air chamber.

Постанова проблеми. Курячі яйця, особливо свіжі, належать до цінних продуктів харчування, необхідних для щоденного споживання дорослим і дітям.

Рациональна норма споживання яєць, рекомендована ФАО ВОЗ, становить 295 штук на рік на одну людину. В Україні нині фактичне споживання складає 189 штук, тобто лише 2/3 від рекомендованої норми. Середньорічний продаж яєць населенню становить лише 1,5 млрд. штук, що пояснюється насамперед високими цінами. В роздрібній торгівлі ціна за 10 штук яєць коливається від 22,60 грн. до 28,50 грн. залежно від категорії [1, с. 62–68].

Незважаючи на те, що продуктивність курей-несучок в Україні (235 штук на рік) наближається до показників провідних країн світу (250 штук), затрати на

виробництво 100 штук яєць в нашій країні в 4-5 разів вище. Аналізуючи особливості споживання яєць в країнах ЄС, експерти відмічають, що найбільший попит мають так звані «органічні яйця» (special eggs). Така продукція повинна мати відповідний жировий і мінеральний склад, який регулюється додаванням до корму курок спеціальних компонентів. На ринку України така продукція, до речі, вітчизняна, з'явилася ще у 2003 р. Це яйця, збагачені магнієм або селеном. Зараз частка таких яєць на українському ринку становить 3 % (в країнах ЄС – 10%) [2, с. 18–19].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вступ України до Світової організації торгівлі (СОТ) позитивно позначився на розвитку яєчної галузі нашої країни, з'явилися передумови для нарощування потужностей і модернізації підприємств. Українські виробники можуть експортувати не лише яєчні продукти (сухий яєчний порошок, меланж), а й курячі яйця в шкаралупі. Нині характерними особливостями ринку яйця в Україні є збільшення частки промислового виробництва за рахунок зниження виробництва домогосподарствами, збільшення рівня споживання яйця, що дає можливість промисловим виробникам нарощувати свої потужності [3, с. 209–212].

Одним із найважливіших факторів розвитку промислових підприємств є їхня організаційна структура. В умовах ринкової економіки необхідно поєднувати сировинну, виробничу, переробну, торговельну ланки в єдиний організаційно-технологічний комплекс. В Україні існує значна кількість виробників яйця (близько 200 птахофабрик) і компаній, які займаються торгівлею продукції птахівництва. Це призводить до нестабільності каналів збуту та демпінгу на ринку, тому важливим є інтеграція та консолідація галузі [4, с. 7–10].

Аналізуючи виробництво харчових яєць в Україні, слід зазначити, що виробництво харчових яєць у країні тільки за період 2006–2016 рр. збільшилося на 870 млн. шт. яєць (рис. 1).

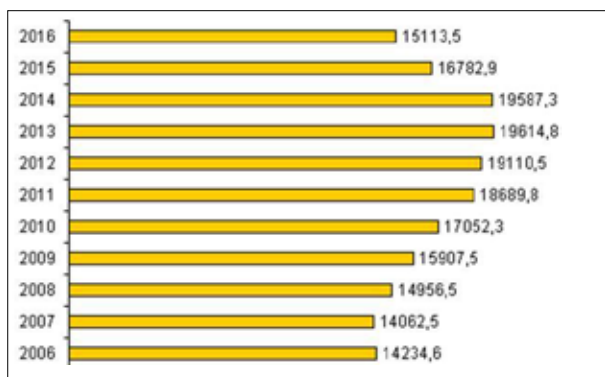


Рис. 1. Динаміка виробництва харчових яєць в Україні

Щодо регіонів найбільшими виробниками та постачальниками харчових яєць є Київська (рис. 2), Харківська (рис. 3), Запорізька (рис. 4) області України. До провідних позицій наближається в останній час і Херсонська область (рис. 5).

Тільки одна компанія «Агрохолдинг Авангард» виробляє за рік близько 1.5 млрд. штук яєць в області [5].

Особлива увага приділяється проведенню контролю якості яєць. Крім того, задля збільшення попиту продукції розробляються та впроваджуються новітні способи маркування яєць, нові привабливіші для споживача зразки оформлення готової продукції.



Рис. 2. Виробництво харчових яєць (Київська область)



Рис. 3. Виробництво харчових яєць (Харківська область)



Рис. 4. Виробництво харчових яєць (Запорізька область)

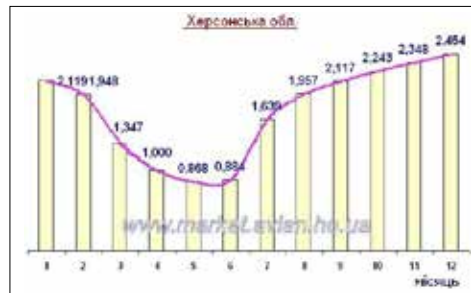


Рис. 5. Виробництво харчових яєць (Херсонська область)

Мета роботи – визначення якості яєць на основі органолептики та експериментальних досліджень із використанням методів сенсорного аналізу.

Постановка завдання. Дослідницька частина роботи проведена на базі філії «Чорнобаївське» Приватного акціонерного товариства «Агрохолдинг Авангард» Херсонського району Херсонської області (с. Східне). Задля логічного опрацювання передбачених завдань нами розроблена блок-схема досліджень, представлена на рис. 6.



Рис. 6. Логічна модель виконання дослідницької частини

Мета дослідження яєць курячих згідно із встановленою програмою дослідження – оцінка якості зразків яєць і проведення обґрунтованих висновків та пропозицій.

Завданнями дослідження є: 1) проведення ідентифікації зразків яєць із визначенням ступеня його придатності до споживання, а також відповідності виду, різновиду, найменуванню; 2) визначення відповідності якості товару вимогам НД; 3) аналіз отриманих результатів.

Об'єктом дослідження є п'ять зразків яєць курячих різних постачальників, представлених у таблиці 1.

Таблиця 1

Дослідні зразки яєць курячих

№ зразка	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3	Зразок 4	Зразок 5
Виробник	ТОВ «Птахопродукт», Сумська обл., смт. Липова долина	Птахофабрика, м. Васильків, Київська обл.	Філія «Чорнобаївське» Приватного акціонерного товариства «Агрохолдинг Авангард» Херсонського району Херсонської області	Філія «Чорнобаївське» Приватного акціонерного товариства «Агрохолдинг Авангард» Херсонського району Херсонської області	ТМ «Ясенвіт», с. Крушинка, Васильковського району і смт. Ставище, Ставищенського району Київська область
Вид яєць					
Клас	Столові	Столові	Столові «Халяль»	Столові	Столові
Категорія	С II	С II	С I	С I	С I

Предметом дослідження є такі показники: стан шкаралупи, стан білку, стан жовтку, запах, стан повітряної камери.

Виклад основного матеріалу дослідження. Відібрані зразки яєць досліджені за органолептичними показниками на відповідність вимогам ДСТУ 5028. Результати органолептичного дослідження представлені в табл. 2.

З метою наукового підходу щодо визначення якості зразків яєць курячих нами проведено додаткове самостійне експериментальне дослідження з використанням методів сенсорного аналізу.

Нами використаний дескрипторно-профільний метод, сутність якого в наступному:

1. Для сенсорного аналізу обираються дескриптори – показники якості продукту, які найбільш суттєво характеризують його властивості. Такими дескрипторами можуть бути органолептичні вимоги, встановлені в нормативному документі.

2. Обирається 5-бальна шкала оцінювання обраних дескрипторів.

3. Проводиться профілювання кожного дескриптора за 5-бальною шкалою.

Задля цього нами розроблено шкалу профілю за показниками (дескрипторами), використаними надалі для оцінки зразків [6, с. 18–25]. Шкала дескрипторів представлена в табл. 3.

Таблиця 2

Результати органолептичного дослідження яєць курячих

№ зразка	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3	Зразок 4	Зразок 5
Стан шкаралупи	Чиста ціла	На шкаралупі наявність крапок та смужок. Шкаралупа блискуча.	Не рухома, висотою 6,5 мм	Чиста ціла	На шкаралупі є наявність крапок та смужок
Запах	Характерний для свіжого яйця, але менш виражений.	Характерний для свіжого яйця	Характерний для свіжого яйця	Характерний для свіжого яйця	Характерний для свіжого яйця, але менш виражений.
Смак	Характерний для свіжого яйця, але менш виражений	Характерний для свіжого яйця, але менш виражений	Характерний для свіжого яйця	Характерний для свіжого яйця	Характерний для свіжого яйця, але менш виражений
Форма жовтка	Характерний для свіжого яйця, але менш опуклий	Менш опуклий, ледь рухомий при овоскопії	Опуклий, нерухомий при овоскопії	Менш опуклий ледь рухомий при овоскопії	Менш опуклий, ледь рухомий при овоскопії
Форма білка	Прозорий нерухомий, не розтікається	Прозорий ледь рухомий, злегка розтікається	Прозорий ледь рухомий, не розтікається	Прозорий ледь рухомий злегка розтікається	Прозорий ледь рухомий, злегка розтікається

Таблиця 3

Встановлення профілю якості курячих яєць

Бальна оцінка	Характеристика органолептичного показника якості
1	2
	Повітряна камера
5	Не рухома, висотою не більше 7 мм (для столових), 4мм (для дієтичних яєць)
4	Має незначну рухомість, висотою не більше 7мм (не більше 4мм)
3	Рухлива, висотою не більше 8 мм (не більше 5мм)
2	Рухлива, висотою не більше 9 мм (не більше 6мм)
1	Рухлива, висотою більше 1/3 висоти яйця
	Шкаралупа (стан, колір)
5	має бути чистою, без механічних ушкоджень, міцною, з матовою поверхнею. Шкаралупа яєць має бути без видимих змін структури, чистою та цілою. Шкаралупа матова. Допускається на шкаралупі дієтичних яєць наявність поодиноких крапок або смужок, а на шкаралупі столових яєць – крапок і смужок (слідів від дотику яйця з підлогою клітки або транспортера для збирання яєць) не більше 1/8 їхньої поверхні
4	Чиста, без видимих змін структури, ціла. Допускається на шкаралупі наявність крапок і смужок (слідів від дотику яйця з підлогою клітки або транспортера для збирання яєць) не більше 1/8 їхньої поверхні. Шкаралупа матова
3	На шкаралупі наявні крапки і смужки (слідів від дотику яйця з підлогою клітки або транспортера для збирання яєць) більше 1/8 їхньої поверхні. Шкаралупа блискуча

Закінчення таблиці 3

1	2
2	Яйця мають забруднення, наявні крапки і смужки (сліди від дотику яйця з підлогою або транспортера для збирання яєць) більше 1/8 їхньої поверхні, наявні кров'яні плями та послід
1	Яйця мають забруднення, наявні крапки і смужки (сліди від дотику яйця з підлогою або транспортера для збирання яєць) більше 1/8 їх поверхні, наявні кров'яні плями та послід клітки. Мають незначні тріщини
Білок	
5	Прозорий нерухомий
4	Прозорий, ледь рухомий
3	Менш прозорий
2	Майже не прозорий
1	Непрозорий
Жовток	
5	Опуклий, ледь видимий, нерухомий
4	Опуклий, ледь видимий, ледь рухомий
3	Нечітко видимий, рухомий
2	Майже видимий
1	Практично видимий
Запах і смак	
5	Характерний, виражений, приємний, властивий яйцям, без стороннього присмаку й запаху
4	Характерний для свіжого яйця, властивий, але менш виражений
3	Характерний для яйця з незначним стороннім запахом
2	Зі стороннім запахом і присмаком
1	Має неприємний сторонній запах і смак

З використанням балової шкали проведена оцінка органолептичних показників якості цих зразків. Результати оцінки представлені в табл. 4.

Таблиця 4

Результати оцінки органолептичних показників якості зразків яєць

№ з/п	Показник	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3	Зразок 4	Зразок 5
1	2	3	4	5	6	7
1	Повітряна камера	Не рухома, висотою більше 4 мм	Має незначну рухомість, висотою 7мм	Не рухома, висотою 5,5 мм	Не рухома, висотою 7мм	Не рухома, висотою не більше 7 мм
	Бали	5	4	5	5	5
2	Шкаралупа	На шкаралупі є наявність крапок та смужок	На шкаралупі є наявність забруднень Шкаралупа блискуча	Міцна, чиста, ціла	Чиста, ціла. На шкаралупі наявність крапок та смужок	Ціла. На шкаралупі наявність крапок та смужок
	Бали	3	2	5	4	4
3	Білок	Прозорий ледь рухомий, злегка розтікається	Прозорий ледь рухомий, злегка розтікається	Прозорий ледь рухомий, не розтікається	Прозорий ледь рухомий злегка розтікається	Прозорий нерухомий не розтікається
	Бали	4	4	4	4	5

Закінчення таблиці 4

1	2	3	4	5	6	7
4	Жовток	Менш опуклий ледь рухомий при овоскопії	Менш опуклий, ледь рухомий при овоскопії	Опуклий, нерухомий при овоскопії	Менш опуклий ледь рухомий при овоскопії	Характерний для свіжого яйця, але менш опуклий
	Бали	3	3	5	3	4
5	Запах і смак	Характерний для свіжого яйця, властивий, але менш виражений	Характерний для свіжого яйця, властивий, але менш виражений	Характерний для свіжого яйця	Характерний для свіжого яйця, властивий, але менш виражений	Характерний для свіжого яйця, властивий, але менш виражений
	Бали	4	4	5	4	4
Середня оцінка в балах		3,8	3,4	4,8	4	4,4

За результатами проведеної органолептичної оцінки нами встановлений рівень якості і зроблений висновок про те, що відмінну якість мають яйця зразка № 3 (столові, СІ) та № 5 (столові, СІ). Хорошу якість мають яйця столові – зразок № 1 і № 4. Враховуючи те, що маркування і наявність забруднень на шкаралупі зразка № 2 не відповідає вимогам, такі яйця не повинні надходити в торговельну мережу.

Висновки і пропозиції. На підставі органолептичної оцінки та додаткового сенсорного аналізу нами зроблений висновок щодо якості яєць та їхнього подальшого зберігання:

1. Клас дослідних зразків відповідає вимогам за віком. Зразок № 2 має термін зберігання 4 тижні, тому ці яйця слід відносити до класу охолоджених і зберігати при температурі від –2 до 0 градусів. Відповідно ціна на такі яйця повинна бути знижена.

2. Відмінні показники має зразок № 3 – столове яйце (СІ) «Халяль» (виробник філія «Чорнобаївська» ПАТ «Агрохолдинг Авангард»). Крім того, яйця, що випускаються із сертифікатом «Халяль», мають певні характеристики: птицю годують раціоном із підвищеним вмістом кукурудзи та сої; поверхня шкаралупи повинна бути не забруднена; яйце не має кров'яних плям усередині та не містить залишкову кількість антибіотиків.

3. Зразок № 4, 5 (виробники відповідно філія «Чорнобаївська» ПАТ «Агрохолдинг Авангард» та ТМ «Ясенвіт» с. Крушинка Васильківського району та смт. Ставище Ставищенського району Київської області) відповідають вимогам ДСТУ 5028.

4. Разом з тим слід зазначити, що наявність забруднень на поверхні псує загальне враження від якості, хоча й знаходиться в межах норм, передбачених стандартом.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Соловійова Р. Стратегічний аналіз стану птахівництва яєчного напрямку. *АПК: економіка, управління*. 2009. № 5. С. 62–68.
2. Пономаренко І.П., Буряк Р.І., Мельник В.В. Фактори впливу на якість продукції птахівництва. *Сучасне птахівництво*. 2010. № 11. С. 18–19.
3. Любенко О.І., Кривий В.В. Підвищення якості харчових яєць в умовах виробництва філії «Чорнобаївське» Приватного акціонерного товариства «Агрохолдинг Авангард». *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2019. № 107. С. 209–212.

4. Валян А. В. Концептуальні підходи до здійснення євро регіональної політики. *Ефективне птахівництво*. 2005. № 12. С. 7–10.
5. Державна служба статистики України. URL: www.ukrstat.gov.ua.
6. Карпенко О. В., Анциферов Д. Г. Використання методів сенсорного аналізу для оцінки якості яєць. The 9 th International scientific and practical conference “European scientific discussions” (July 18–20, 2021). Potere della ragione Editor. Rome. Italy. 2021. P. 18–25.

УДК 636.2.034:636.237.1:636.084.413:636.085.33
DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.29>

ХАРАКТЕРИСТКА МОЛОЧНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ГОДІВЛІ КОРІВ ШВІЦЬКОЇ ПОРОДИ ОСІННЬО-ЗИМОВОГО ОТЕЛЕННЯ

Піщан С.Г. – д.с.-г.н., професор, декан біотехнологічного факультету,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Силиченко К.А. – аспірант кафедри технології виробництва
продукції тваринництва,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

У статті наведено результати досліджень щодо вивчення молочної продуктивності та годівлі корів швіцької породи осінньо-зимового отелення. Дослідження проводилося на промисловому комплексі «Єкатеринославський» де продуктивні якості худоби та особливості годівлі досліджувалися у 216 швіцьких корів осінньо-зимового отелення. Установлено, що фенотипові особливості корів швіцької породи осінньо-зимового отелення з достатньою здатністю до молочної продуктивності та споживання кормів характеризувалися поступовим збільшення живої маси з віком від $403,1 \pm 6,36$ кг за першою до $748,1 \pm 4,61$ кг – за четвертою і старше лактаціями. Найвищий удій за другою лактацією тривалістю $329,2 \pm 7,01$ днів становив $10650,7 \pm 285,40$ кг, а за 305 днів стандартизованої третьої лактації – $10035,2 \pm 168,10$ кг. Масова частка жиру в молоці була найбільшою за другою лактацією ($3,80 \pm 0,045\%$), білку – за першу та другу лактації ($3,41 \pm 0,014\%$ і $3,40 \pm 0,009\%$). З'ясовано, що в добовому раціоні дійних і новотільних швіцьких корів частка соковитих кормів становила $62,16\%$, а в добовому раціоні сухостійних – лише $29,88\%$. Грубі корми з більшою часткою переважали в добовому раціоні сухостійних корів ($42,76\%$), аніж у дійних і новотільних швіцьких ($14,48\%$). Змішаний раціон годівлі швіцьких корів, які утримувалися на великому промисловому комплексі, забезпечував продукцію молочного жиру та білку на рівні співвідношення від $1,10 \pm 0,020$ за I лактацією до $1,15 \pm 0,019$ – за IV і старше лактацією, проте справжнє енергетичне значення повноцінного раціону дійних та новотільних корів відрізнялося від нормативного на $4,9\%$, що потребувало подальшого вдосконалення раціонів та вивчення особливостей обмінних процесів у корів швіцької породи з урахуванням сучасних досягнень у галузі сільського господарства.

Ключові слова: швіцька порода, жива маса, лактація, удій, жир, білок, добовий раціон, осінньо-зимове отелення.

Pishchan S.H., Sylychenko K.A. Characteristics of milk productivity and feeding of cows of the Brown Swiss breed of autumn-winter calving

The article presents the results of research on the study of milk productivity and feeding of cows of the Brown Swiss breed of autumn-winter calving. The study was conducted at the industrial complex “Ekaterinoslavsky” where the productive qualities of livestock and feeding characteristics were studied in 216 Swiss cows of autumn-winter calving. It was found that the phenotypic features of cows of the Brown Swiss breed of autumn-winter calving

with sufficient ability to milk productivity and feed consumption were characterized by a gradual increase in live weight with age from 403.1 ± 6.36 kg for the first to 748.1 ± 4.61 kg – for fourth and further lactations. The highest milk yield for the second lactation lasting 329.2 ± 7.01 days was 10650.7 ± 285.40 kg, and for 305 days of the standardized third lactation – 10035.2 ± 168.10 kg. The mass fraction of fat in milk was the largest after the second lactation ($3.80 \pm 0.045\%$), protein – during the first and second lactation ($3.41 \pm 0.014\%$ and $3.40 \pm 0.009\%$). It was found that the share of succulent feed in the daily diet of dairy and first-calf Swiss cows was 62.16%, and in the daily diet of dry cows – only 29.88%. Coarse feed with a larger share prevailed in the daily diet of dry cows (42.76%) than in dairy and new cows (14.48%). The mixed diet of Swiss cows kept on a large industrial complex provided the production of milk fat and protein at a ratio of 1.10 ± 0.020 for I lactation to 1.15 ± 0.019 – for IV and older lactation, but the true energy value of a complete diet of dairy and first-calf cows differed from the norm by 4.9%, which required further improvement of rations and study of the peculiarities of metabolic processes in cows of the Swiss breed, taking into account modern advances in agriculture.

Key words: Brown Swiss cattle, live weight, lactation, milk yield, fat, protein, daily ration, autumn-winter calving.

Постановка проблеми. Сьогодні основним завданням молочного скотарства як в Україні, так і в усьому світі є підвищення молочної продуктивності корів [1, с. 118]. Ученими вже встановлено, що кращі показники молочної продуктивності, або найвищі надой і кількість молочного жиру, відзначено у тварин, які народилися в осінньо-зимовий період, а ефективність довічного використання корів молочної продуктивності залежить від рівня їх надою за першу та кращу лактації [2, с. 301; 3, с. 17; 4, с. 677; 5, с. 451]. Проте продуктивність корів може бути реалізована тільки за сприятливих умов їх утримання та годівлі [6, с. 223]. Нині як із погляду виробничої доцільності, так і конкурентоспроможності особливої уваги заслуговує швіцька порода корів, яка за технологічними властивостями молока перевершує інші породи [7, с. 112].

Отже, вивчення особливостей формування молочної продуктивності корів швіцької породи, що утримуються в умовах великого промислового комплексу, має науково-практичне значення для подальшого розвитку конкурентоспроможної молочної промисловості в Україні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сучасному етапі серед основних завдань розвитку молочного скотарства є збільшення обсягу виробництва та підвищення надоїв та якості молока [8, с. 140]. Проте існує певна низка чинників, що впливають на довголіття та продуктивні якості корів. Одним із багатьох чинників, що істотно впливають на виробництво молока як основного харчового продукту, є порода тварин. І саме швіцька порода корів повною мірою проявляє свій біологічний потенціал за утримання в умовах великого промислового комплексу, за підвищеної їх концентрації на обмеженому просторі та мінімальних можливостей для відновлення та відпочинку, а їх перевага за рівнем молочної продуктивності над голштинами становить 11,1–17,8% ($P < 0,001$), а за 4% молоком – 14,6% ($P < 0,001$) [7, с. 116]. Однією з основних характеристик, за якими продовжують розводити буру швейцарську велику рогату худобу є надій молока, збільшення якого спостерігалось за найкращого періоду отелення взимку з оптимальним періодом лактації – 305–307 днів [4, с. 677; 5, с. 451]. Під час подальшого дослідження впливу сезону отелення на молочну продуктивність корів інших порід, наприклад голштино-фризьської породи, які народилися у Бельгії та Нідерландах у період із 2000 по 2015 р., було встановлено, що найбільша продуктивність за перший період лактації реєструвалася у корів, які отелилися восени (із жовтня по грудень) [9, с. 11515]. Під час дослідження корів інших порід та вивчення взаємозв'язку між сезоном їх отелення і молочною продуктивністю було встановлено, що у корів

сумського внутрішньопородного типу української чорно-рябої молочної породи найвищі надої та кількість молочного жиру за I лактацію відзначено у корів, які отелилися взимку. У корів, які отелилися в осінні місяці, найвищі надої відзначено за III лактацію. Також корови, які отелилися в осінньо-зимовий період, мали найвищий середній вік досягнення найкращих надоїв (2,34–2,39 лактації) [10, с. 300]. У корів голштинської породи, отелення яких відбувалося взимку і восени, надої також були найвищими. Надої корів української чорно-рябої молочної породи зимового отелення перевищували показники удою тварин, які отелилися навесні, на 4,7%, улітку – на 6,1%, восени – на 1,1% [11, с. 124]. Також продуктивне довголіття корів молочних порід залежить від рівня їх надою за першу та кращу лактації. Так, у корів голштинської, української чорної-рябої та української червоно-рябої порід надій за першу лактацію до 5 500 кг сприяв подовженню тривалості життя, продуктивного довголіття та збільшенню кількості лактацій за життя, а надій понад 8 500 кг – підвищенню довічних надоїв та довічної кількості молочного жиру. Про кращі показники продуктивного довголіття свідчили рівні надою за кращу лактацію, що були більшими, ніж 10 500 кг – у голштинської худоби та 9 500 кг – української червоно-рябої породи корів [3, с. 17]. Проведений аналіз надоїв корів української чорно-рябої породи підтвердив установлену тенденцію щодо підвищення продуктивності корів із віком [12, с. 19]. Водночас установлено, що корови незалежно від породності здатні роздоюватися і підвищувати рівень молочної продуктивності до 5–7-ї лактації [13, с. 32]. Багаторічні науково-практичні дослідження продуктивності корів високопродуктивних молочних порід показали, що якісна повноцінна годівля тварин – це основний чинник, який необхідно враховувати під час утримання і використання корів [6, с. 223]. Доведено, що стабільна годівля корів швіцької породи, які отелилися взимку, у першій важливий період лактації призводить до підвищення надоїв у подальшому, а кращого догляду потребують корови, що отелилися восени, тому що вони отримують високий температурний стрес під час лактації [5, с. 451]. А енергетичне збагачення жиру-білковими харчовими добавками раціонів корів, що складалися із сінажу та кукурудзяного силосу, дало змогу отримати більш високі надої молока [14, с. 202]. Представлені літературні дані продемонстрували сучасні науково-практичні напрями розвитку молочної промисловості. Проте дослідження, присвячені підвищенню продуктивних якостей такої перспективної породи корів, як швіцька, не численні, що і зумовлює актуальність та своєчасність їх проведення для подальшого позитивного розвитку аграрної галузі в Україні.

Постановка завдання. Метою даної роботи є дослідження молочної продуктивності та особливостей годівлі корів швіцької породи осінньо-зимового отелення на підставі вивчення динаміки живої маси, продуктивних якостей та добового раціону в умовах великого промислового комплексу. Представлене дослідження проводилось на промисловому комплексі «Єкатеринославський». Цей велике підприємство з виробництва молока, розташоване у Дніпропетровській області, Дніпровському районі, сільраді Чумаківська, де за інтенсивною технологією експлуатації утримувалися корови швіцької породи. Продуктивні якості худоби та особливості годівлі досліджувалися у 216 швіцьких корів осінньо-зимового отелення. За показниками продуктивного довголіття швіцьких корів з урахуванням порядкового номеру їх лактації було визначено, що за I лактацією було 47 (21,76%) дійних корів, які і становили I групу спостереження, II лактацію мала 61 (28,24%) швіцька корова, це II група спостереження; а III та IV групи сформували порівну по 54 корови, які становили по 25% швіців за III та за IV і старше лактацією відповідно.

Корів швіцької породи на великому промисловому комплексі утримували у стандартних приміщеннях, які були представлені технологічними павільйонами, які були затишними взимку, а влітку провітрювалися. Доїння корів відбувалося три рази на добу, при цьому у кожній групі корів використовувалася автоматизована доїльна установка типу «Паралель». Режим годівлі великої рогатої худоби був дворазовим за попередньо розрахованим раціоном. Були проаналізовані як його структура, так і склад, а в сам раціон були включені харчові добавки, що містили вітаміни, мінеральні речовини, комбікорми. Щоб харчовий раціон був повноцінним, необхідно було визначити вид та поживність корму, а енергетична, мінеральна, вітамінна та протеїнова поживність забезпечувалася збалансованим умістом певної хімічної та органічної сухої речовини. Протягом двох діб проводилося зважування виданих та залишених кормів, тобто була визначена їх з'їдаємість коровами, які утримувалися на великому промисловому комплексі. Усі корми мали роботизовану роздачу поміж усіх швіцьких корів, які утримувалися за інтенсивно технологією.

Традиційно розрахунок харчового раціону проводився з дотриманням певних послідовних етапів, а саме: визначення кількості поживних речовин для забезпечення здоров'я, життєдіяльності, планованої продуктивності корів за нормами годівлі відповідно до їхньої живої маси, продуктивності та фізіологічного стану; складання харчового раціону відповідно до загальної потреби в кормових одиницях; вибір кормів, призначених для годівлі худоби за інтенсивною технологією їх експлуатації; розподіл кормових одиниць на кожну групу кормів з урахуванням їх виду та оптимальної структури раціону ($9,6 \times (15 - 20\%/100) + 9,6 \times (50 - 70\%/100) + 9,6 \times (40\%/100) = 9,6$ к.од); визначення поживності кормів за нормативними даними щодо кількості кормових одиниць в одному кілограмі корму, включеного до раціону та фізичної маси натурального корму в раціоні (кг), як відношення кількості кормових одиниць на кожен вид корму до кількості кормових одиниць в одному кілограмі цього ж корму; розрахунок кількості поживності речовин як добуток кількості корму на кількість відповідних поживних речовин в одному кілограмі корму (за загальноприйнятими нормативними даними) та суми цих поживних речовин із збалансуванням раціону відповідно до норми.

Аналіз повноцінної годівлі худоби проводили з використанням фізіологічних та біохімічних методів, для чого визначали її живу масу та тривалість кожної лактації. Якісний склад молока з визначенням масової частки жиру і білку в молоці досліджували на аналітичних приладах АКМ-98 і Ekomilk 120 – КАМ 98-2А із середніх проб молока. Білок визначали рефрактометричним методом на апараті ИРФ – 454Б 2М, а жирність – кислотним методом Гербера. Проводилися контрольні доїння для реєстрації удоїв за добу за перші 100 днів лактації, або за перший лактаційний період; у наступні 101–200 днів, або за другий період лактації; за останні 201–300 днів, або за третій лактаційний період; за 305 днів з урахуванням міжотільного періоду (відповідно до «Правил оцінки молочної продуктивності корів молочно-м'ясних порід СНПплем Р-23-97»). Досліджували інтенсивність секретії молока, тобто кількість молока за 1 добу лактації, 1 добу міжотільного періоду (МОП), коефіцієнт молочності, індекс адаптації та відтворної функції корів, тривалість сухостійного періоду [15, с. 292; 16, с. 46; 17, с. 25].

Статистичний аналіз результатів дослідження проводився за допомогою програмного забезпечення MSExcel (2010) із використанням загальноприйнятих параметричних методів статистики за умови нормального розподілу даних, із розрахунком середньої арифметичної величини (М) та похибки середньої

арифметичної (m). Результати дослідження були статистично достовірними, якщо показники в групах спостереження за порівняння мали розбіжність $P < 0,05$, $P < 0,01$, $P < 0,001$.

Виклад основного матеріалу дослідження. Одним з основних показників, що характеризують продуктивне довголіття корів, є кількість лактацій та показники надоїв. Так, у представленому дослідженні середня кількість лактацій у корів швіцької породи осінньо-зимового отелення становила $2,69 \pm 0,092$, тобто майже три лактації. Аналізуючи динаміку продуктивного використання великої рогатої худоби швіцької породи осінньо-зимового отелення, встановлено, що за кількістю корів у групах, тобто за наявністю I, II, III або IV і старше лактацій, групи порівняння не відрізнялися. Проте продуктивне використання тривалістю п'ять та шість лактацій мали тільки 9,7% та 2,3% корів, тому за своєю малочисельністю, вони разом зі швіцями за четвертою лактацією (12,69%) й увійшли до IV групи спостереження. Також проведене подальше дослідження продемонструвало, що за інтенсивної технології експлуатації кількість обстежених корів, як правило, зберігалася незмінною переважно протягом трьох послідовних лактацій, а вже після третьої лактації відбувалося вибуття корів.

Проведений аналіз фізіологічного стану корів швіцької породи показав, що велика рогата худоба швіцької породи має досить кремезну статуру, проте середні показники живої маси швіцьких корів осінньо-зимового отелення за першою лактацією були найменшими і становили $403,1 \pm 6,36$ кг, за порівняння з даними маси за II ($598,5 \pm 5,85$ кг), III ($654,0 \pm 3,95$ кг) та за IV і старше ($748,1 \pm 4,61$) лактаціями, причому у швіців з IV групи спостереження маса тіла була найбільшою – $P < 0,001$ відповідно (табл. 1). Тобто після кожної наступної лактації жива маса корів швіцької породи достовірно збільшувалася, а саме (по відношенню до першої): після другої – на 48,5%, після третьої – на 62,24%, після четвертої і старше лактації – на 85,59% ($P < 0,001$). Водночас у корів швіцької породи в Туреччині максимальна жива маса становила 521,20 кг і на 29,3% перевищувала показники маси швіцьких корів у нашому дослідженні за I лактацією та на 14,83% була меншою за II лактацією [18, с. 171].

Така ж сама закономірність зростання живої маси корів залежно від їхнього віку спостерігалася і в української чорно-рябої породи (від 531 кг за першу лактацію до 642 кг – за четверту лактацію), проте маса цієї худоби збільшувалася значно повільніше, ніж у швіців (на 10,3%; 5,6%, 1,8%, 1,9% відповідно за другу, третю та четверту лактації). Але у цілому жива маса швіців у віці першої лактації була меншою на 31,73%, а за четвертою, навпаки, – була більшою на 16,53% [19, с. 96]. Так само і в дослідженні В.В. Федоровича було встановлено, що жива маса корів симентальської породи вже за першого отелення, тобто за першої лактації, становила 514,7 кг, тобто на 27,69% перевищувала живу масу корів швіцької породи за першою лактацією [20, с. 95]. Порівнюючи живу масу корів голштинської породи, слід відзначити, що вона характеризувалася високими показниками, які коливалися в межах 635,7–652,1 кг, проте найвищою жива маса реєструвалася у голштинів за третьою лактацією (652,1 кг). У наших дослідженнях жива маса у корів-первісток швіцької породи та швіців за другою лактацією були меншими за показники голштинів на 58,84%, а вже за другою – тільки на 6,2%. Середні показники живої маси як швіців, так і голштинів були майже однаковими. Але вже за четвертою лактацією середні показники живої маси корів швіцької породи перевищували показники живої маси корів голштинської породи на 107,1 кг [13, с. 32].

Перша лактація у корів швіцької породи осінньо-зимового отелення тривала найдовше і становила $352,0 \pm 9,91$ діб, тобто наближалася до тривалості стандартизованої лактації, але достовірної різниці за її тривалістю з іншими групами спостереження не реєструвалося, хоча найкоротшою була друга лактація, яка тривала в середньому на 22,8 доби менше, тоді як третя та четверта і старше лактації були коротшими на 8 та 14,2 доби. Відповідно, I та III лактації були найдовшими. На відміну від наших досліджень у корів швіцької породи з Туреччини в середньому тривалість лактації була меншою, ніж показники наших досліджень, і становила 334 ± 4 доби, а саме менше на 5,39% – за I, на 2,99% – за III, на 1,14% – за IV і старше лактації. I тільки тривалість II лактації за нашими результатами була меншою на 1,46% [5, с. 448]. У корів голштинської породи, які утримуються в Україні, найбільш тривалою була третя лактація (500,1 доби), а найкоротшою – четверта лактація (429,7 доби), тобто середні показники тривалості найдовшої і найкоротшої лактацій корів швіцької породи порівняно з голштинами були меншими на 42,05–30,53% [13, с. 32]. У голштино-фрїзьких корів із Польщі, тривалість лактаційного періоду залежно від віку першого отелення тривала від 358 до 364 діб, тобто теж довше, ніж у корів швіцької породи [21, с. 192]. Але всупереч цим даним, за результатами інших дослідників, лактаційний період у корів голштинської породи осіннього отелення був $313,2 \pm 2,8$ доби, зимового отелення – $322,4 \pm 3,9$ доби, тобто, навпаки, був коротшим на 5,1–9,18%, ніж у швіців у нашому дослідженні [22, с. 315].

Проте саме за другою лактацією у швіцьких корів був найвищий удій, який сягав до $10650,7 \pm 285,40$ кг та найбільша масова частка жиру в молоці із середніми показниками $3,80 \pm 0,045\%$, і ці дані перевищували показники за I лактацією – на 0,9% та 1,06%, за III – на 1,97% та 2,37%, IV і старше лактацій – на 4,41% та 0,26%. Отже, найменші показники удою в межах $10200,9 \pm 381,58$ кг реєструвалися в IV групі спостереження, а найменші показники масової частки жиру в молоці в межах $3,71 \pm 0,046\%$ – у III групі спостереження, але достовірної різниці за порівняння цих показників з іншими групами тварин не реєструвалося. Показники удою корів швіцької породи в Туреччині осіннього і зимового отелення становили 5035 кг та 5597 кг і були майже в два рази меншими, ніж у нашому дослідженні [5, с. 449]. Італійські вчені навели дані, що вміст жиру в молоці корів швіцької породи становив лише 3,05 г в 100 г молока і був значно меншим, аніж у нашому дослідженні [23, с. 5].

Слід відзначити, що молочна продуктивність, а саме показники удою корів швіцької породи, незалежно від її порядкового номеру були майже в три рази вищими за показники удою корів симентальської породи, які залежно від лактації знаходилися у межах 3026,4–3685,8 кг, причому на відміну від наших досліджень ці показники зростали з кожною наступною лактацією. Водночас уміст жиру в молоці симентальських корів коливався у межах 3,76–3,80%, тобто ці показники збігалися з показниками швіцьких корів. Проте найвищі показники вмісту жиру у корів симентальської породи були за третьою лактацією, а в нашому дослідженні – за другою [20, с. 95]. Результати інших досліджень показали, що в української чорно-рябої молочної породи корів найбільша продуктивність спостерігалася, як і в нашому дослідженні, у віці II лактації, але удій молока теж майже в два рази був меншим і становив 5 634 кг [19, с. 94].

Водночас надій корів айрширської породи підвищувався зі збільшенням лактацій, але у корів швіцької породи надої були більшими за I лактацію на 4 469 кг, за II лактацію – на 4 133,7 кг, за III лактацію – на 3 627,6 кг [8, с. 141].

Удій корів голштино-фризької породи в дослідженні польських учених був у межах 6504–7364 залежності від віку першого отелення і був на 60,59–44,63 % меншим, аніж у корів швіцької породи в нашому дослідженні [21, с. 192].

У роботі Durhasan Mundan та співавторів продемонстровано, що удій у корів голштинської породи осіннього отелення був $8968,4 \pm 237,5$ кг, зимового отелення – $9290,2 \pm 248,9$ кг, тобто на 1232,5–1360,5 кг менше порівняно з показниками найменшого та найбільшого удою швіцькими коровами, представленими в нашій роботі [22, с. 315].

Масова частка жиру у швіців і голштинів майже не відрізнялася, проте найбільші показники були у корів швіцької породи осінньо-зимового отелення за другою лактацією, а у корів голштинської породи – за першою лактацією ($3,88 \pm 0,022\%$) [13, с. 33]. Уміст молочного жиру у молоці айрширської породи перевищував показники у корів швіцької породи тільки на 2,4 % – за I, на 0,53 % – за II, на 2,96 % – за III лактацією [8, с. 141].

У корів швіцької породи осінньо-зимового отелення з I та II груп спостереження реєструвалися найбільші середні показники масової частки білка в молоці і становили $3,41 \pm 0,014\%$ і $3,40 \pm 0,009\%$ відповідно. Ці показники перевищували на 2,7 % і 3,3 % та на 2,4 % і 3,0 % показники масових часток білка у корів III і IV груп, $P < 0,001$. Тобто масова частка білка в молоці становила $3,32 \pm 0,009\%$ і $3,30 \pm 0,011\%$ за третьою та четвертою та старше лактаціями. Масова частка білку у корів швіцької породи в нашому дослідженні за всіма лактаціями перевищувала показники голштинської породи [13, с. 33].

Таблиця 1

Динаміка молочної продуктивності швіцьких корів різного віку за інтенсивної технології експлуатації (осінньо-зимове отелення) $M \pm m$

Група тварин	Жива маса, кг	Лактація		Удій за лактацію, кг	Масова частка в молоці, %	
		номер	діб		жир	білок
I, n=47	$403,1 \pm 6,36$ * _{III, IV}	перша	$352,0 \pm 9,91$	$10554,0 \pm 344,82$	$3,76 \pm 0,067$	$3,41 \pm 0,014$ * _{III, IV}
II, n=61	$598,5 \pm 5,85$ * _{III, IV}	друга	$329,2 \pm 7,01$	$10650,7 \pm 285,40$	$3,80 \pm 0,045$	$3,40 \pm 0,009$ * _{III, IV}
III, n=54	$654,0 \pm 3,95$ * _{IV}	третья	$344,0 \pm 7,82$	$10444,6 \pm 314,41$	$3,71 \pm 0,046$	$3,32 \pm 0,009$
IV, n=54	$748,1 \pm 4,61$	четверта і старше	$337,8 \pm 12,11$	$10200,9 \pm 381,58$	$3,79 \pm 0,056$	$3,30 \pm 0,011$

Примітки: * – $P < 0,001$

Представлені показники, що характеризують продукцію жиру, білка, жиру та білка, співвідношення жиру до білка не мали достовірної різниці в групах спостереження (табл. 2). Проте на рівні тенденцій у I групі спостереження корови швіцької породи осінньо-зимового отелення за першою лактацією мали найвищі середні показники продукції жиру у межах $374,1 \pm 13,77$ кг, білка – $337,5 \pm 9,67$ кг, жиру і білка – $711,6 \pm 22,46$ кг. Поступово продукція жиру і білка в молоці швіців зменшувалася до найменших показників в IV групі спостереження. Так, за четвертою і старше лактацією продукція жиру становила $361,6 \pm 8,27$ кг, білка – $315,7 \pm 6,94$ кг, жиру і білка – $677,3 \pm 14,41$ кг. Також слід відзначити,

що показники співвідношення жиру до білку зростали від $1,10 \pm 0,020$ за I лактацією до $1,15 \pm 0,019$ – за IV і старше лактацією, а їхні нормальні показники свідчили про те, що раціон годівлі швіцьких корів, які утримувалися на великому промисловому комплексі, повністю задовольняв їхнім енергетичним потребам.

Кількість молочного жиру у корів швіцької породи, особливо за першу лактацію, майже в три рази перевищувала показники молочного жиру у корів симентальської породи, що були в межах 113,6 кг за першу лактацію і зростали до 139,8 кг за третю лактацію [20, с. 95]. Але за порівняння з показниками продукції жиру та білку корів голштинської породи слід відзначити, що ці дані, як і у швіцьких корів, були найбільшими за першою лактацією, проте показники жиру та білку швіців були на 61,13% та 48,77% меншими [13, с. 33].

Таблиця 2

**Динаміка продукції жиру і білка молока швіцями різного віку
за 305 діб лактації, $M \pm m$**

Група тварин	Лактація	Продукція, кг			Ж/Б
		жиру	білка	жир+білок	
I, n=47	перша	374,1 ± 13,77	337,5 ± 9,67	711,6 ± 22,46	1,10 ± 0,020
II, n=61	друга	370,7 ± 10,01	329,3 ± 7,33	700,0 ± 16,70	1,12 ± 0,015
III, n=54	третя	372,2 ± 8,08	332,8 ± 5,71	705,0 ± 13,04	1,12 ± 0,015
IV, n=54	четверта і старше	361,6 ± 8,27	315,7 ± 6,94	677,3 ± 14,41	1,15 ± 0,019

Динаміка середніх показників реалізації молочної продуктивності у швіцьких корів за перший, другий та третій лактаційні періоди та за 305 діб стандартної лактації свідчила, що за перші 100 діб найвищі показники удою реєструвалися в I і III групах спостереження і становили $3539,6 \pm 42,30$ кг та $3570,0 \pm 39,37$ кг, які були на 4,1% та 5% більшими, ніж у IV групі спостереження, де середні показники удою були $3399,6 \pm 49,38$ кг, тобто достовірно меншими ($P < 0,05$). За наступні 101–200 діб лактації найвищі показники удою теж реєструвалися в I та III групах спостереження порівняно з IV групою швіцьких корів і становили $3290,1 \pm 52,04$ кг та $3300,1 \pm 53,13$ кг проти $3149,7 \pm 45,62$ кг у IV групі корів, тобто удій молока за цей період за першу лактацію та третю лактації був більшим на 4,46% та 4,8% за показники удою за четверту і старше лактації, $P < 0,05$ (табл. 3). Проте за останній третій період лактації (201–300 діб) та за 305 діб стандартизованої лактації достовірних відмінностей між середніми показниками удою корів швіцької породи осінньо-зимового отелення не реєструвалося, хоча найвищі показники удою реєструвалися в III групі спостереження і становили $3164,6 \pm 57,25$ кг та $10035,2 \pm 168,10$ кг, а найменші – у IV групі із середніми показниками удою $3025,1 \pm 52,91$ кг та $9575,7 \pm 211,01$ кг відповідно. Удій молока за 305 діб лактації у корів швіцької породи в Туреччині був меншим, аніж у нашому дослідженні і в середньому становив у корів осіннього отелення 4 858 кг, зимового отелення – 5 033 кг [5, с. 449].

Також удій за 305 днів лактації у корів як швіцької, так і голштинської порід був найвищим за третьою лактацією, проте все-таки у швіців ці показники були на 7,03% меншими, ніж у голштинів [13, с. 33]. За іншими даними, навпаки, було встановлено, що удій за 305 днів лактації у корів голштинської породи осіннього отелення був $8082,6 \pm 207,1$ кг, зимового отелення – $8323,3 \pm 217,1$ кг, тобто на 21,3–17,8% менше, ніж у швіцьких корів [22, с. 315]. Порівняльний

аналіз показників власних результатів із дослідженнями І.О. Рубцова показав, що показники молочної продуктивності за 305 днів лактації та кількість молочного жиру у корів швіцької породи були вищими, ніж у корів української чорно-рябї молочної породи за I лактацію – на 44,64% та 44,32%, за II – на 41,97% та 42,08%, за III – на 44,97% та 42,42%, за IV і старше – на 43,36% та 42,75% [19, с. 94].

Таблиця 3
Динаміка реалізації молочної продуктивності у швіцьких корів різного віку впродовж стандартної лактації, $M \pm m$ (кг)

Група тварин	Лактація	Період лактації, діб:			За 305 діб лактації
		100	101–200	201–300	
I, n=47	перша	3539,6 ± 42,30 * IV	3290,1 ± 52,04 * IV	3069,8 ± 60,03	9900,6 ± 286,71
II, n=61	друга	3450,2 ± 47,57	3225,0 ± 48,91	3031,9 ± 55,19	9707,9 ± 221,23
III, n=54	третя	3570,0 ± 39,37 * IV	3300,1 ± 53,13 * IV	3164,6 ± 57,25	10035,2 ± 168,10
IV, n=54	четверта і старше	3399,6 ± 49,38	3149,7 ± 45,62	3025,1 ± 52,91	9575,7 ± 211,01

Примітки: * – $P < 0,05$

У швіцьких корів осінньо-зимового отелення середні показники кількості молока на одну добу лактаційного періоду не мали достовірних відмінностей у групах корів і коливалися від $29,0 \pm 1,09$ кг за першу лактацію (найменші значення) до $30,1 \pm 0,93$ кг (найбільші значення) за третю лактацію. Ці показники були в середньому майже на 13 кг більшими, ніж удій молока на одну добу у швіців із Туреччини зимового ($16,3$ кг) і осіннього ($16,2$ кг) отелення [5, с. 449]. І навпаки, у корів-первісток голштинської породи був найвищий удій на одну добу ($38,2 \pm 3,85$ кг) [13, с. 33]. Але у корів голштино-фризької породи в Польщі удій на одну добу коливався від $18,1$ кг до $20,4$ кг і на $60,2$ – $32,2$ % був меншим від показників корів швіцької породи в нашому дослідженні [21, с. 192]. Інші літературні дані також свідчили, що удій на одну добу у корів голштинської породи осіннього отелення становив $26,2 \pm 0,6$ кг, зимового отелення – $27,4 \pm 0,9$ кг, і ці показники були меншими від наших результатів дослідження добового удою корів швіцької породи на $10,69$ – $9,85$ % [22, с. 315].

Кількість молока на одну добу міжотільного періоду була меншою, ніж за одну добу лактаційного періоду, проте найбільші показники були у швіців за другою лактацією, які становили $25,2 \pm 0,66$ кг, а найменші – за четвертою та старшою лактаціями ($24,2 \pm 0,61$ кг), проте достовірної статистичної відмінності не реєструвалося. Подальший аналіз отриманих даних продемонстрував, що найвищий коефіцієнт молочності був у корів у I групі спостереження і становив $2472,7 \pm 78,39$, і цей показник на $52,18$ % перевищував показники за другою лактацією ($1624,9 \pm 38,14$), на $61,15$ % – за третьою ($1534,4 \pm 25,61$), на $92,77$ % – за четвертою лактацією ($1282,7 \pm 29,34$) (табл. 4). Достовірні відмінності індексів адаптації реєструвалися між показниками I і II групами корів ($-0,14 \pm 0,019$ та $-0,07 \pm 0,01$, $P < 0,001$) та II і III групами спостереження ($-0,07 \pm 0,013$ та $-0,12 \pm 0,013$, $P < 0,01$) відповідно.

Таблиця 4

**Інтенсивність секретії молока швіцькими коровами на великому
промисловому комплексі, $M \pm m$**

Група тварин	Лактація	Кількість молока на:		Коефіцієнт молочності	Індекс адаптації
		1 добу лактації	1 добу МОП		
I, n=47	перша	29,0 ± 1,09	24,2 ± 0,77	2472,7 ± 78,39 *II,III,IV	-0,14 ± 0,019 *II
II, n=61	друга	30,0 ± 0,79	25,2 ± 0,66	1624,9 ± 38,14 *IV	-0,07 ± 0,013 #III
III, n=54	третя	30,1 ± 0,93	24,9 ± 0,51	1534,4 ± 25,61 *IV	-0,12 ± 0,013
IV, n=54	четверта і старше	29,6 ± 1,00	24,2 ± 0,61	1282,7 ± 29,34	-0,10 ± 0,014

Примітки: * – $P < 0,001$; # – $P < 0,01$

Показник міжотільного періоду в I групі спостереження становив $412,6 \pm 5,75$ та на 9% перевищував дані швіцьких корів за другою лактацією, які були в межах $389,3 \pm 4,31$ ($P < 0,01$). Водночас у III групі корів тривалість міжотільного періоду становила $406,4 \pm 4,53$, що теж на 4,4% перевищувала показники швіцьких корів осінньо-зимового отелення з II групи ($P < 0,01$). Інші показники відтворної функції швіцьких корів різного віку та сезону отелення, не мали достовірних відмінностей між групами спостереження (табл. 5).

Таблиця 5

**Показники відтворної функції швіцьких корів різного віку
та сезону отелення, $M \pm m$**

Група тварин	Лактація	Ю	Сервіс-період	Сухостійний період, дів	МОП	КВЗ
I, n = 47	перша	3,5 ± 0,04	117,8 ± 1,94	61,6 ± 1,23	412,6 ± 5,75 * II	0,90 ± 0,025
II, n = 61	друга	3,6 ± 0,03	118,4 ± 1,58	60,8 ± 0,98	389,3 ± 4,31 * III	0,88 ± 0,020
III, n = 54	третя	3,6 ± 0,04	120,0 ± 1,26	62,2 ± 1,14	406,4 ± 4,53	0,86 ± 0,021
IV, n = 54	четверта і старше	3,6 ± 0,04	118,1 ± 1,73	61,1 ± 1,09	398,5 ± 4,71	0,87 ± 0,021

Примітки: * – $P < 0,01$

Слід відзначити, що за порівняння наших даних із результатами інших досліджень у корів української чорно-рябої молочної породи сервіс-період був майже на 20 днів більш тривалим, сухостійний період – на 7 днів тривалішим, аніж у корів швіцької породи. При цьому міжотільний період (МОП) як у швіцьких, так і в українських чорно-рябих корів-первісток тривав довше, ніж за II, III та IV лактаціями, хоча у швіців МОП і був коротший лише на 3,15% [19, с. 96].

Сервіс-період у корів голштинської породи, за даним літератури, теж був тривалим (161,9 днів) і перевищував наші показники корів швіцької породи осінньо-зимового отелення у середньому, незалежно від віку, на 43,33 дні. Проте

сервіс-період корів симентальської породи був, навпаки, меншим, аніж у швіців, у середньому на 10,3 дні [8, с. 141].

Досить високі показники живої маси та молочної продуктивності корів швіцької породи осінньо-зимового отелення, які утримувалися в умовах промислового комплексу, свідчили про те, що кормова стимуляція лактогенної функції швіцьких корів є адекватною, а комбінований раціон є високоенергетичним і відповідає сучасним біотехнологічним вимогам для забезпечення належної активності обмінних процесів в організмі великої рогатої худоби промислового значення. А оскільки період отелення корів швіцької породи був осінньо-зимовий, тому ми проаналізували раціони годівлі та рецепт комбікормів для дійних та новотільних корів саме у цей період, коли фізіологічно для забезпечення високопродуктивної лактації раціон годівлі повинен бути збалансованим, високоенергетичним та повноцінним (табл. 6–8) для забезпечення якісної молочної продуктивності та довголіття.

Так, добові раціони годівлі дійних і новотільних та сухостійних високопродуктивних швіцьких корів в осінньо-зимовий період на промисловому комплексі «Скатуринославський» були структуровані. Для збереження функціонування вимені корів на високому рівні активності в раціон дійних і новотільних корів було включено більше соковитих кормів, аніж у раціоні сухостійної худоби. Дійні і новотільні швіцькі корови споживали на 19 кг більше кукурудзяного силосу та 4,9 кг поживного люцернового сінажу. Тому в добовому раціоні дійних і новотільних швіцьких корів загальний уміст соковитих кормів переважав і становив 62,16%, а в добовому раціоні сухостійних – лише 29,88%. Грубі корми, навпаки, з більшою часткою переважали в добовому раціоні сухостійних корів (42,76%), ніж у дійних і новотільних швіців (14,48%). Так, безпосередньо за одну добу тільки сухостійні корови споживали 4,38 кг соломи пшеничної, а сіна злаків (суданки) в їхньому добовому раціоні було на 5,2 кг більше, ніж у дійних і новотільних корів.

До висококонцентрованих кормів, які мають високу енергетичну цінність, відноситься комбікорм, уживання якого в 2,86 рази було більшим у дійних та новотільних корів, аніж у сухостійних. Так, наведені рецепти комбікормів теж відрізнялися за вмістом компонентів залежно від фізіологічного періоду, в якому знаходилася велика рогата худоба. До складу комбікорму, який отримували дійні корови, переважно були включені пшениця, цехавіт «Дейрі» – концентрат для ВРХ «Профіт», кукурудза, шрот соняшниковий. Комбікорм сухостійних корів включав цехавіт премікс для сухоостою та Ammonium Chloride. Шрот соєвий для білкового поповнення харчового раціону мав у три рази більший уміст у рецептурі комбікорму сухостійних корів.

Так, як і в нашому дослідженні, в інших промислових господарствах найбільшу питому вагу під час годівлі корів займають концентровані корми (кукурудза, пшениця) та соєві корми, які приваблюють тим, що цінність їхнього протеїну майже така сама, як і у кормів тваринного походження, поряд із високою його перетравлюваністю – до 90%. Тому соєві продукти є збалансованим кормом у раціоні корів, а соєва оболонка в гранульованому вигляді є прекрасним харчовим компонентом для великої рогатої худоби, оскільки містить до 18% сирого протеїну, до 6% сирого жиру з масовою часткою сирої клітковини в абсолютно сухій речовині 35–45%. Цей корм призначений для годівлі корів як додаток до соковитих, грубих кормів шляхом безпосереднього введення в основний раціон тварин у кількості 2,0 кг на добу [24, с. 1–2].

Таблиця 6

Добовий раціон годівлі дійних та новотільних швіцьких корів в осінньо-зимовий період у промисловому комплексі «Єкатеринославський»

Вид корму	маса кг	Поживність										
		к. од	обмінна енергія (МДж)	суха речовина (г)	сирій протеїн (г)	сиря клітковина (г)	перетравний протеїн (г)	сирій жир (г)	крохмаль (г)	цукор (г)	кальцій (г)	фосфор (г)
Силос кукурудз'яний	27,3	6,01	68,25	7098	600,6	1583,4	327,6	218,4	600,6	81,9	38,22	21,84
Сінаж злаки	2,3	0,64	7,82	1035	117,3	335,8	71,3	29,9	34,5	52,9	7,59	2,3
Сінаж люцерновий	4,9	1,42	17,15	2205	338,1	641,9	245	68,6	58,8	93,1	35,77	3,43
Патока	1	0,76	9,4	800	99	-	60	-	-	543	3,2	0,2
Пивна дробина	6	1,26	14,1	1392	129,6	234	252	72	-	-	3	6,6
Комбикорм	10,3	10,09	98,88	8858	1277,2	618	93,73	30,49	78,9	149,25	59,74	95,79
Разом, кг	51,8	20,18	215,6	21,39	2,56	3,41	1,05	0,42	0,77	0,92	0,15	0,13

Таблиця 7

Добовий раціон годівлі сухостійних швіцьких корів в осінньо-зимовий період у промисловому комплексі «Єкатеринославський» [15]

Вид корму	маса кг	Поживність										
		к. од	обмінна енергія (МДж)	суха речовина (г)	сирій протеїн (г)	сиря клітковина (г)	перетравний протеїн (г)	сирій жир (г)	крохмаль (г)	цукор (г)	кальцій (г)	фосфор (г)
Солома пшенична	4,38	1,01	21,46	3762,42	157,68	1642,5	30,66	56,94	35,04	30,66	14,02	2,19
Силос кукурудз'яний	8,3	1,83	20,75	2158	182,6	481,4	99,6	66,4	182,6	24,9	11,62	6,64
Сінаж злаки	7,5	2,1	25,5	3375	382,5	1095	232,5	97,5	112,5	172,5	24,75	7,5
Пивна дробина	4,0	0,84	9,4	928	86,4	156	168	48	-	-	2	4,4
Комбикорм	3,6	3,53	34,56	3096	446,4	216	33,12	10,66	27,58	52,16	20,88	33,48
Разом, кг	27,78	9,31	111,67	13,32	1,26	3,59	0,56	0,28	0,36	0,28	0,07	0,05

Таблиця 8

**Рецепти комбікормів-концентратів для корів швіцької породи
в осінньо-зимовий період**

Компоненти	Раціон	
	для дійних корів	для сухостійних корів
Пшениця	232	0
Цехавіт «Дейрі» – концентрат для ВРХ «Профіт» білково-вітамінна добавка	105	0
Крейда	8	35
Сіль	8	21
Кукурудза	290	0
Цехавіт премікс для дійних корів	19	0
Адсорбент мікотоксинів Інсорб	1	1
Цехавіт Кауфіт Буфер	14	0
Шрот соняшниковий не менше 35 %	70	0
Ammonium Chloride	0	105
Цехавіт премікс для сухою + Mg	0	140
Шрот (жмих) соєвий не менше 42 %	234	698
Заг. жир Бергофат	18	0
Всього	1000	1000

Також комбікорми збагачувалися крейдою та харчовою сіллю. У добовому раціоні дійних та новотільних корів частка комбікорму становила 19,88 %, сухостійних – 12,96 %. Усі тварини отримували пивну дробину.

У цілому добова маса харчової кормосуміші у дійних і новотільних корів на 24,02 кг була більшою, ніж у сухостійних. Кормова суміш для дійних та новотільних корів була більшою мірою забезпечена сухою речовиною (на 60,59 %).

Хімічний аналіз повнораціонної кормосуміші дійних і новотільних та сухостійних швіцьких корів в осінньо-зимовий період та фактична її енергетична цінність представлені в табл. 9–10, а за основу розрахунків були взяті загальноприйняті нормативні дані поживності раціону [15, с. 292]. Установлено, що поживність одиниці суміші та всього раціону становила 0,39 і 20,18 та 0,34 і 9,31 кормових одиниць відповідно у дійних і новотільних та сухостійних швіцьких корів. Для швіцьких корів, що активно лактують, показник поживності раціону відрізнявся від нормативних показників норми на 4,02 %. Обмінна енергія одиниці кормосуміші та всього раціону становила 4,16 і 215,6 та 4,02 і 111,67 МДж у дійних і новотільних корів та сухостійної худоби відповідно. Тобто для лактуючих дійних і новотільних швіцьких корів в осінньо-зимовий період справжнє енергетичне значення повноцінного раціону відрізнялося від нормативного на 4,9 %. Ці дані потребували подальшого вивчення особливостей обмінних процесів у корів швіцької породи з урахуванням сучасних досягнень у галузі сільського господарства. Сьогодні провідними вітчизняними вченими встановлено, узагальнено і запропоновано сучасні норми годівлі великої рогатої худоби, зокрема дійних і сухостійних корів [25, с. 516; 26, с. 860]. Уже доведено практичне значення застосування українських норм годівлі корів, які побудовані за факторіальним підходом, де в основу покладено концентрацію

енергії та біологічно-активних речовин в 1 кг сухої речовини, що наближає цю концепцію до американських та англійських норм [27, с. 1; 28, с. 363]. Також відомо, що у США та інших країнах більшість молочних стад, особливо великих, використовують повний змішаний раціон Total mixed rations (TMR), перевагою якого є можливість забезпечення повноцінним та збалансованим раціоном усіх корів швидше та економічніше, ніж роздільна годівля кормами та концентратами, хоча це й потребує певних витрат та певне обладнання (тачки-змішувачі та прилади для моніторингу розміру частинок, вологості корму та порядку додавання інгредієнтів в партію змішувача) [29, с. 10143].

Таблиця 9

Хімічний аналіз повнораціонної кормосуміші дійних та новотільних швіцьких корів в осінньо-зимовий період та фактична її енергетична цінність

Показник	Поживність:			
	сирий жир	сирий протеїн	сира клітковина	БЕР
Вміст у 100 геуміші, г	0,81	4,9	6,6	8,7
Вміст в 1 кгсуміші, г	8,1	49	65,8	87
Коефіцієнт перетравності*	72	72	59	70
Сума перетравних поживних речовин, г	5,8	35,28	38,8	60,9
Енергетичний коефіцієнт	44	26,2	19,5	18,82
Загальне енергетичне значення	0,5	2,02	0,92	2,1
Коефіцієнт жировідкладення*	0,63	0,27	0,28	0,28
Очікуване жировідкладення, г	7,3	20,1	13	30,6
Загальне жировідкладення, г	71			
Обмінна енергія кормосуміші, МДж	в 1 кг	4,16		
	у 51,8 кг	215,6		
Поживність кормосуміші, к. од.	в 1 кг	0,39		
	у 51,8 кг	20,18		
Поживність кормосуміші, ЕКО**	51,8 кг	21,56		

Примітки: * Практикум із годівлі сільськогосподарських тварин : навчальний посібник / І.І. Ібатулліна та ін. ; за ред. академіка НААН України І.І. Ібатулліна. Житомир : Полісся, 2013. 442 с.; ** – енергетична кормова одиниця: 10 МДж = 1 к.од.

Таблиця 10

Хімічний аналіз повнораціонної кормосуміші сухостійних швіцьких корів в осінньо-зимовий та фактична її енергетична цінність

Показник	Поживність:			
	сирий жир	сирий протеїн	сира клітковина	БЕР
1	2	3	4	5
Вміст у 100 геуміші, г	1,0	4,54	12,92	13,1
Вміст в 1 кгсуміші, г	10	45,4	129,2	131
Коефіцієнт перетравності*	62	52	53	62
Сума перетравних поживних речовин, г	6,2	23,6	68,48	81,2
Енергетичний коефіцієнт	20,3	12,1	9,0	8,7

Закінчення таблиці 10

1	2	3	4	5
Загальне енергетичне значення	0,24	0,93	0,43	0,97
Коефіцієнт жировідкладення*	0,29	0,12	0,13	0,13
Очікуване жировідкладення, г	3,35	9,3	6,0	14,1
Загальне жировідкладення, г	32,75			
Обмінна енергія кормосуміші, МДж	в 1 кг	4,02		
	у 27,78 кг	111,67		
Поживність кормосуміші, к. од.	в 1 кг	0,34		
	у 27,78 кг	9,31		
Поживність кормосуміші, ЕКО**	27,78 кг	11,17		

Примітки: * – Практикум із годівлі сільськогосподарських тварин : навчальний посібник / І.І. Ібатуллін та ін. ; за ред. академіка НААН України І.І. Ібатулліна. Житомир : Полісся, 2013. 442 с.; ** – енергетична кормова одиниця: 10 МДж = 1 к.од.

Отже, проведене дослідження продемонструвало переваги використання високопродуктивних корів швіцької породи осінньо-зимового отелення в умовах великого промислового комплексу та необхідності подальшого вдосконалення їх раціональної годівлі.

Висновки і пропозиції. Аналізуючи динаміку продуктивного використання великої рогатої худоби швіцької породи осінньо-зимового отелення, встановлено, що середня кількість лактацій у корів швіцької породи осінньо-зимового отелення становила маже три лактації ($2,69 \pm 0,092$), а продуктивне використання тривалістю п'ять та шість лактацій мали тільки 9,7% та 2,3% корів.

Жива маса корів-первісток швіцької породи осінньо-зимового отелення становила $403,1 \pm 6,36$ кг і достовірно збільшувалася після другої лактації на 48,5%, після третьої – на 62,24%, після четвертої і старше лактацій – на 85,59%, досягаючи $748,1 \pm 4,61$ кг, що свідчило про фенотипові особливості породи з достатньою здатністю до молочної продуктивності та споживання кормів.

У корів швіцької породи осінньо-зимового отелення за другою найкоротшою лактацією тривалістю ($329,2 \pm 7,01$ діб) був найвищий удій ($10650,7 \pm 285,40$ кг) та найбільша масова частка жиру в молоці ($3,80 \pm 0,045$ %), і ці дані перевищували показники за першу лактацію на 0,9% та 1,06%, за третю – на 1,97% та 2,37%, четверту і старше лактацій – на 4,41% та 0,26%, а найвищі показники масової частки білка в молоці реєструвалися в I і II групах спостереження ($3,41 \pm 0,014$ % і $3,40 \pm 0,009$ %) і перевищували на 2,7% і 3,3% та на 2,4% і 3,0% показники в III і IV групах корів.

Найвищий показник удою за 305 діб стандартизованої третьої лактації становив $10035,2 \pm 168,10$ кг, а показники співвідношення жиру до білку зростали від $1,10 \pm 0,020$ за першою до $1,15 \pm 0,019$ – за четвертою і старше лактаціями, що свідчило як про переваги швіцької породи корів над іншими породами великої рогатої худоби, так і про те, що високоенергетична поживність кормосуміші в раціоні годівлі дійних та новотільних швіцьких корів осінньо-зимового отелення у цілому задовольняла їхнім енергетичним потребам, хоча і відрізнялася від рекомендованих показників на 4,9% та потребувала подальшого вдосконалення їх раціональної годівлі для забезпечення якісної молочної продуктивності та довголіття.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Вацький В.Ф., Величко С.А. Молочна продуктивність корів української червоно-рябої молочної породи залежно від їх відтворювальної здатності. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2012. № 2. С. 118–122.
2. Пославська Ю.В., Федорович Є.І., Бабік Н.П. Вплив сезону народження та сезону отелення корів на їх молочну продуктивність. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького*. 2015. Т. 17. № 3(63). С. 297–302.
3. Продуктивне довголіття корів молочних порід залежно від рівня їх надою за першу та другу лактацію / Н.П. Бабік та ін. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. 2017. № 1–2. С. 13–20.
4. Cak B., Keskin S., Yilmaz O. Regression Tree Analysis for Determining of Affecting Factors to Lactation Milk Yield in Brown Swiss Cattle. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*. 2013. Vol. 8(4). P. 677–682.
5. Süleyman Çslek, Takafumi Gotoh. Effects of Calving Years, Times and Seasons on Milk Yield Traits in Turkish Brown Swiss Cows in a Steppe Climate. *J. Fac. Agr.* 2012. № 57(2). P. 447–451.
6. Шарапа Г.С., Бойко О.В. Репродуктивна здатність і молочна продуктивність корів різних порід. *Розведення і генетика тварин*. 2018. Вип. 55. С. 219–224.
7. Пішан І.С. Адаптація голштинських та швіцьких корів до промислової технології виробництва молока. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*. 2020. Vol. 8(2). С. 111–118.
8. Войтенко А.М. Продуктивність корів і телиць айрширської породи в умовах Полтавщини. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2017. № 4. С. 140–142.
9. A large-scale study on the effect of age at first calving, dam parity, and birth and calving month on first-lactation milk yield in Holstein Friesian dairy cattle / M. Van Eetvelde et al. *Journal of Dairy Science*. 2020. Vol. 103(12). P. 11515–11523.
10. Пославська Ю.В., Федорович Є.І., Бабік Н.П. Вплив сезону народження та сезону отелення корів на їх молочну продуктивність. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького*. 2015. Т. 17. № 3(63). С. 297–302.
11. Поліщук Т.В. Вплив сезону отелення на характер лактаційної кривої корів молочних порід. *Аграрна наука та харчові технології*. 2019. № 3(106). С. 114–127.
12. Войтенко С.Л., Желізняк І.М. Молочна продуктивність корів різних ліній української чорно-рябої породи за прогресивної технології виробництва молока. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2018. № 7(35). С. 18–22.
13. Капшук Н.О. Молочна продуктивність голштинських різновікових корів в умовах інтенсивної технології виробництва молока. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*. 2020. № 8(1). С. 31–35.
14. Effects of fat-protein supplementation of diets for cows in early lactation on milk yield and composition / D. Strusińska et al. *Czech Journal of Animal Science*. 2011. Vol. 51. №. 5. С. 196–204.
15. Свеженцов А.И. Нормированное кормление сельскохозяйственных животных. Справочник. Днепропетровск : Наука и образование, 1998. 292 с.
16. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных : справочное пособие / под ред. А.П. Калашникова и др. ; 3-е изд., перераб. и доп. Москва, 2003. 456 с.
17. Бегма Н.А. Використання кормів : навчальний посібник. Дніпро, 2018. 168 с.
18. Onenc A.O. A comparison of Holstein Friesian, Brown Swiss and Eastern Anatolian Red cattle slaughtered in Turkey for carcass conformation and fatness in SEUROP system. *Czech J. Anim. Sci.* 2004. № 49(4). P. 169–176 .

19. Рубцов І.О. Особливості формування молочної продуктивності корів сумського внутрішньопородного типу української чорно-рябої молочної породи. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2013. № 7(30). С. 94–99.
 20. Федорович В.В. Молочна продуктивність корів симентальської породи залежно від їх живої маси у період вирощування. *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького*. 2017. Т. 19. № 79. С. 93–99.
 21. Anna Sawa, Kamil Siatka, Sylwia Krężel-Czopek. Effect of age at first calving on first lactation milk yield, lifetime milk production and longevity of cows. *Ann. Anim. Sci.* 2019. Vol. 19. № 1. P. 189–20.
 22. Durhasan Mundan, Abuzer Kafar Zonturlu, Yahya Öztürk, Tuğra Akkuş, Cihan Kaçar. Effect of Calving Season, Calving Year and Lactation Number on the Milk Yield Traits in Holstein Cows Raising in Şanlıurfa. *Turkish Journal of Agriculture – Food Science and Technology*. 2020. № 8(2). P. 313–317.
 23. Piero Franceschi, Massimo Malacarne, Paolo Formaggioni, Michele Faccia, Andrea Summer. Quantification of the Effect of the Cattle Breed on Milk Cheese Yield: Comparison between Italian Brown Swiss and Italian Friesian. *Animals*. 2020. № 10(1331). С. 1–10.
 24. Пышманцева Н.А., Есауленко Н.Н., Ерохин В.В. Инновации в кормлении коров. *Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства*. 2013. Vol. 3. Iss. 6. С. 1–2.
 25. Норми, орієнтовні раціони та практичні поради з годівлі великої рогатої худоби : посібник / за ред. І.І. Ібатулліна, В.І. Костенка. Житомир : Рута, 2013. 516 с.
 26. Теорія і практика нормованої годівлі великої рогатої худоби : монографія / за ред. В.М. Кандиби, І.І. Ібатулліна. Житомир, 2012. 860 с.
 27. Feed into milk. A new applied feeding system for dairy cows. Eg. By C. Tomas. *Nottingham University Press*. 2004. № 68. P. 12.
 28. NRC. Dairy cattle, seventh Revised Edition, 2001. National Academy Press, Washington, D. C., 2001. 363 p.
 29. David J. Schingoethe. A 100-Year Review: Total mixed ration feeding of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2017. Vol. 100. № 12. P. 10143–10150.
-

УДК 636.2.0.84.085. 7. 2.11/

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.30>

ПРОДУКТИВНІСТЬ СТАВКІВ ТА ЯКІСТЬ РИБНОЇ ПРОДУКЦІЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ЗМІНИ КОБАЛЬТОВИХ ХАРЧОВИХ ЛАНЦЮГІВ

Приліпко Т.М. – д.с.-г.н., професор,

завідувач кафедри харчових технологій виробництва

й стандартизації харчової продукції,

Подільський державний аграрно-технічний університет

Коваль Т.В. – к.с.-г.н., доцент,

доцент кафедри агрохімії і загальнобіологічних дисциплін,

Подільський державний аграрно-технічний університет

Косташ В.Б. – к.с.-г.н., асистент кафедри харчових технологій виробництва

й стандартизації харчової продукції,

Подільський державний аграрно-технічний університет

Дослідження показали, що добавлений у водойму кобальт зберігається в намулі впродовж п'яти років. При цьому харчові ланцюги збагачуються кобальтом і вітаміном B_{12} , у результаті чого покращується постачання ними риби, активується обмін речовин, підвищується синтез білка і посилюється ріст риби. Характер змін умісту вітаміну B_{12} по сезонах в удобрених і неудобрених ставках однаковий: максимум спостерігається в травні, потім наступає літній спад і в серпні знову новий підйом. Дослідження показали, що залишкова біомаса планктону у ставках із комплексним удобренням була в 1,5 рази вища, ніж в інших ставках. За весь період значна залишкова біомаса хірономід спостерігалася у ставках, удобрених хлористим кобальтом із розрахунку 10 кг на гектар (в 1,5 рази вище, ніж в інших водоймах). У результаті удобрення ставків кобальтом і спільно кобальтом, фосфором та азотом бурливо розвиваються перші ланки харчових ланцюгів. У ставках, удобрених хлористим кобальтом у дозі 10 кг на гектар, споживання цьоголітками зоопланктону в три рази, а хірономід у шість разів перевищувало споживання їх рибою в контрольних ставках. У водоймах із комплексним удобренням споживання зоопланктону і хірономід було ще вищим – відповідно в 6 разів і в 2,5 рази порівняно з контрольними ставками. Цьоголітки коропа краще росли в ставках із комплексним удобренням. Рибопродуктивність ставків із комплексним удобренням становила 596,9 кг на 1 га, що перевищувало продуктивність контрольних ставків (242,4 кг на 1 га) на 146,2%. Рибопродуктивність водойм, удобрених 10 кг на 1 га хлористого кобальту, рівна 448,8 кг на 1 га, а ставків, в які вносили 5 кг добрив на гектар, 299,8 кг. Уміст жиру в рибі дослідних водойм збільшено на 11,4–23,3%, а сирого протеїну – на 4,6–8,5% порівняно із цьоголітками контрольних ставків. Особливо різкі відмінності в умісті кобальту, вітаміну B_{12} , жиру і сирого протеїну у рибі удобрених і неудобрених ставків у перерахунку цих величин на рибопродуктивність водойм.

Ключові слова: удобрення, риба, бентос, ставок, хлористий кобальт, харчові ланцюги.

Prylipko T.M., Koval T.V., Kostash V.B. Productivity of ponds and quality of fish products depending on changes in cobalt food chains

The studies have shown that cobalt added to a body of water is stored in silt for five years. In this case, food chains are enriched with cobalt and vitamin B_{12} . As a result, their supply to fish improves, metabolism is activated, as a result of which protein synthesis increases and fish growth increases. The nature of changes in the content of vitamin B_{12} over the seasons in fertilized and unfertilized rates is the same: the maximum is observed in May, then comes the summer decline, and in August again a new rise. Studies have shown that the residual biomass of plankton in ponds with complex fertilizer was 1.5 times higher than in other ponds. During the whole period, a significant residual biomass of chironomids was observed in ponds fertilized with cobalt chloride at the rate of 10 kg per hectare (1.5 times higher than in other reservoirs). As a result of fertilization of ponds with cobalt and together with cobalt, phosphorus and nitrogen, the first links of food chains are rapidly developing. In ponds fertilized with cobalt chloride at a dose of 10 kg per hectare, the consumption of zooplankton by this year was 3 times higher, and chironomid

was 6 times higher than their consumption by fish in control ponds. In reservoirs with complex fertilizers, the consumption of zooplankton and chironomids was even higher – 6 times and 2.5 times, respectively, compared with control rates. Carp fingerlings grew better in ponds with complex fertilizers. Fish productivity of ponds with complex fertilizer was 596.9 kg per hectare, which exceeded the productivity of control ponds (242.4 kg per 1 ha) by 146.2%. Fish productivity of reservoirs fertilized with 10 kg per 1 ha of cobalt chloride is 448.8 kg per 1 ha, and ponds with 5 kg of fertilizers per hectare are 299.8 kg. The fat content in fish of the experimental reservoirs increased by 11.4–23.3%, and crude protein by 4.6–8.5% compared with fingerlings of control ponds. Particularly sharp differences in the content of cobalt, vitamin B12, fat and crude protein in fish of fertilized and unfertilized ponds were observed when converting these values to the fish productivity of reservoirs.

Key words: *fertilizers, fish, benthos, pond, cobalt chloride, food chains.*

Постановка проблеми. Необхідною умовою успішної реалізації довготривалої рибпромислової політики є невиснажливе використання сформованого біопродукційного потенціалу. Основою ресурсної бази слугує природне відтворення риб, яке за інтенсивності промислу та інших видів антропогенного навантаження забезпечує задовільне поповнення промислових стад. Інтенсивність промислу зростала (її гранична межа визначалася планом із видобутку риби та частково – лімітуванням найбільш цінних видів), і природне відтворення не завжди компенсувало елімінацію промислових видів, що зумовило необхідність запровадження постійно діючої системи моніторингу стану та динаміки сировинної бази промислу і своєчасного відстеження всіх негативних реакцій іхтіоценозів [1, с. 11].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Однією з головних умов раціонального використання рибних запасів є знання стану популяцій риб на даному етапі експлуатації водойми та встановлення закономірностей його змін. Існування популяцій риб – це безперервний потік відтворення, за якого новонароджені покоління рекрутів нескінченною чергою змінюють попередні покоління пращурів. Кількість нових поколінь визначається комплексом чинників, що склалися випадково. Сукупна дія біологічних особливостей популяцій риб та широкого комплексу чинників оточуючого природного середовища визиває випадкові кількісні зміни в популяції. Прийнято вважати, що початок дії якогось чинника через деякий час обов'язково відображається на чисельності промислового стада. Необхідно звернути увагу на чинники, які є причиною смертності риб на певних етапах розвитку. Дія одних чинників може підсилюватися або послаблюватися зі збільшенням чисельності популяцій, інших – зовсім не залежати від цього [2, с. 5].

Слід зазначити, що під час моніторингових досліджень промислової іхтіофауни головна увага приділяється найбільш масовим видам, які формують основу промислу [3, с. 30]. Однак певний інтерес як із рибогосподарського, так і з екологічного погляду викликає оцінка не лише кількісних, а й якісних характеристик іхтіофауни, тим більше що останніми роками активно проробляється концепція багатовидового рибальства [4, с. 1]. Один із перспективних способів – зміна харчових ланцюгів, пов'язаних із мікроелементами, які входять до складу життєво необхідних сполук: ферментів, вітамінів, гормонів. Були спроби вводити додаткові кількості кобальту (у вигляді його солей) у корм риб [5, с. 7].

За даними [6, с. 48], оптимальна за фізіологічною дією доза хлористого кобальту – 0,05 мг на одну рибу на тиждень. Було встановлено, що додавання кобальту в корм збільшує вагу риби, вміст у ній білка і жиру, збільшує кількість еритроцитів, уміст гемоглобіну та інтенсивність дихання.

Матеріал і методика досліджень. Коропа вирощували в ПрАТ «ХМЕЛЬНИЦЬ-КРИБГОСП» Хмельницької області, де було вибрано вісім ставків, подібних

між собою як за гідрологічним режимом, так і за природною продуктивністю. Загальна площа дослідних ставків становила близько 1 га (від 0,09 до 0,14 га кожний), середня глибина – 70 см. Рівень води в ставках упродовж усього періоду вирощування риби був постійним. Усі ставки поділили на чотири групи: перша група – у контрольних ставках № 6 і 7 цьоголітків коропа вирощували без добрив; друга група – ставки № 1 і 8 удобрювали 5 кг хлористого кобальту на гектар; третя група – у ставки № 2 і 3 додавали підвищену дозу хлористого кобальту: 10 кг на гектар; четверта група – у ставки № 4 і 5 було внесене комплексне добриво: 10 кг хлористого кобальту, 12 ц аміачної селітри і 2 ц суперфосфату на гектар. Добрива вносили у вигляді водного розчину. Суперфосфат і аміачну селітру додавали на початку сезону упродовж п'яти днів, а потім – через кожні п'ять днів упродовж усього вегетаційного періоду. Хлористий кобальт використовували один раз за весь сезон, через 10 днів після посадки риби. Кобальт визначали колориметричним методом з β -нітросо-, α -нафтолом.

Виклад основного матеріалу дослідження. Один зі способів збагачення кобальтом корму риб – удобрення цим елементом ставків, щоб змінити біогеохімічні харчові ланцюги у водоймах. Дослідження показали, що добавлений у водойму кобальт зберігається в намулі впродовж п'яти років (табл. 1).

Таблиця 1

Зберігання в намулах добавленого у водойму кобальту

Дата відбору проби намулу		Вміст кобальту (в % на сухий намул)
Рік	місяць	
2014	Травень	$7,0 \cdot 10^{-4}$
	Червень	Після внесення у водойму хлористого кобальту
	Липень	$4,4 \cdot 10^{-3}$
	Серпень	$4,3 \cdot 10^{-3}$
	Вересень	$4,4 \cdot 10^{-3}$
	Жовтень	$4,3 \cdot 10^{-3}$
2015	Липень	$2,5 \cdot 10^{-3}$
2018	Вересень	$2,1 \cdot 10^{-3}$
2020	Серпень	$7,0 \cdot 10^{-4}$

Таким чином, за однократного внесення кобальту у водойму в намулі створюється штучне депо цього елемента, яке впродовж кількох років використовується різними ланками харчових ланцюгів – мікрофлорою, планктоном, бентосом – для біосинтезу вітаміну B_{12} та інших сполук, що містять кобальт. При цьому харчові ланцюги збагачуються кобальтом і вітаміном B_{12} . У результаті поліпшується постачання ними риби, активується обмін речовин, унаслідок чого підвищується синтез білка і посилюється ріст риби. Виходячи з таких передумов, нами досліджувався вплив удобрення ставків кобальтом на цьоголітків коропа.

У ставках спостерігався підвищений водообмін, рівний п'яти добам, викликаний сильною фільтрацією через дамби і ложе ставків. У зв'язку із цим ставки постійно поповнювали водою. Такий водний режим негативно впливав на природну продуктивність ставків, сприяючи виносу удобрень і знижуючи накопичення біогенних елементів у ставках. У водоймах не допускався розвиток надводних жорстких рослин і підтримувалося помірне заростання їх підводною м'якою рослинністю.

Температурний режим дослідних ставків характеризувався стійкими пониженими показниками в першу половину літа, що негативно вплинуло на ріст мальків коропа в початковий період їх вирощування. У подальшому температура виявилася більш сприятливою для росту риби. Газовий режим ставків був задовільним.

За додавання аміачної селітри і суперфосфату очікувалося збільшення біомаси ставків під впливом кобальту, унаслідок чого повинна була наступити нестача фосфору та азоту. Окрім того, низка авторів указує на збільшення природної рибопродуктивності під час використання цих добрив [5, с. 10]. Цікаво було дослідити, як впливають ці добрива в комплексі з кобальтом на продуктивність рибоводних ставків. Як видно з табл. 2, у результаті додавання кобальту вміст його у воді і намулах ставків за малої дози добрив підвищився в 2–2,8 рази, за більшої – у 3–4 рази.

Таблиця 2

**Уміст кобальту в намулах і воді рибоводних ставків
ПрАТ «ХМЕЛЬНИЦЬКРИБГОСП»**

Доза внесення добрива на 1 га	Номер ставка	Вміст кобальту у намулі (у % на сухий намул) до і після внесення кобальту			Вміст кобальту у воді (у %) до і після внесення кобальту		
		до внесення	через місяць	через 2 місяці	до внесення	через місяць	через 2 місяці
Контроль	6	$6,3 \cdot 10^{-4}$	–	–	$1,0 \cdot 10^{-7}$	–	–
5 кг хлористого кобальту	8	$6,7 \cdot 10^{-4}$	$1,5 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-7}$	$2,8 \cdot 10^{-7}$	$1,8 \cdot 10^{-7}$
10 кг хлористого кобальту	2	$7,1 \cdot 10^{-4}$	$1,9 \cdot 10^{-3}$	$1,3 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-7}$	$3,5 \cdot 10^{-7}$	$2,1 \cdot 10^{-7}$
	3	$5,0 \cdot 10^{-4}$	$2,0 \cdot 10^{-3}$	$1,3 \cdot 10^{-3}$			
10 кг хлористого кобальту, 12 ц аміачної селітри, 2 ц суперфосфату	4	$6,8 \cdot 10^{-4}$	$1,9 \cdot 10^{-3}$	$1,3 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-7}$	$3,5 \cdot 10^{-7}$	$2,1 \cdot 10^{-7}$
	5	$6,7 \cdot 10^{-4}$	$1,8 \cdot 10^{-3}$	$1,8 \cdot 10^{-3}$			

У намулах ставків був визначений також уміст вітаміну B_{12} пробірочним мікробіологічним методом з *Escherichiacoli* 113-3 як тест об'єкта [7].

Таблиця 3

Уміст вітаміну B_{12} у намулах ставків

Доза внесення добрива на 1 га	Номер ставка	Уміст вітаміну B_{12} (у γ % на сухий намул) до і після внесення кобальту		
		до внесення	через місяць	через 2 місяці
Контроль	6	18,43	4,82	11,2
	7	20,04	5,63	14,6
5 кг хлористого кобальту	1	–	6,66	12,31
	8	15,53	4,28	10,34
10 кг хлористого кобальту	2	22,81	6,84	13,70
	3	21,24	5,73	14,24
10 кг хлористого кобальту, 12 ц аміачної селітри, 2 ц суперфосфату	4	17,97	4,00	10,32
	5	15,72	3,87	10,34

Характер змін умісту вітаміну V_{12} по сезонах в удобрених і неудобрених ставках однаковий: максимум спостерігається в травні, потім наступає літній спад, і в серпні знову новий підйом. При цьому складається враження, що накопичення запасу кобальту не впливає на синтез вітаміну V_{12} мікрофлорою намулу. Оскільки кобальт викликає збільшення загальної маси мікроорганізмів у намулі, то посилюється сумарна продукція вітаміну V_{12} , який є мобільним і легко видаляється з намулу, включаючись у наступні ланки біогеохімічних кобальтових харчових ланцюгів.

У ставки пустили мальків коропа від 12 до 14,5 тис екземплярів на гектар. Норма посадки була півторакратною з розрахунку вихідної природної продуктивності ставків – 180 кг на гектар. За нормальної посадки планова середня вага цьоголітків восени була рівною 30 кг згідно з установленим стандартом. Цьоголітки коропа вирощувалися на природному кормі без підкормки.

Ми вивчали вплив додавання кобальту в ставки на різні ланки харчових ланцюгів. Зокрема, упродовж усього вегетаційного періоду враховували кормову базу ставків (планктон і бентос). Серед представників цих ланок харчового ланцюга найбільше значення у харчуванні цьоголіток мають планктонні веслоногі і довговусі рачки і бентос ніхірономіди. Дослідження показали, що залишкова біомаса планктону у ставках із комплексним удобренням була в 1,5 рази вища, ніж в інших ставках. За весь період значна залишкова біомаса хірономід спостерігалася у ставках, удобрених хлористим кобальтом із розрахунку 10 кг на гектар (у 1,5 рази вище, ніж в інших водоймах).

Таким чином, у результаті удобрення ставків кобальтом і спільно кобальтом, фосфором та азотом бурхливо розвиваються перші ланки харчових ланцюгів. У результаті цього у ставках, удобрених хлористим кобальтом у дозі 10 кг на гектар, споживання цьоголітками зоопланктону в 3 рази, а хірономід в 6 разів перевищувало споживання їх рибою в контрольних ставках. У водоймах із комплексним удобренням споживання зоопланктону і хірономід було ще вищим – відповідно в 6 і 2,5 рази порівняно з контрольними ставками. Це зрозуміло, оскільки природній уміст у ставках азоту і фосфору не міг задовольнити збільшену під впливом кобальту біомасу ставків. У табл. 4 наведено дані за середньою масою корму, який припадає на одного цьоголітка в різних варіантах досліджу.

Риба, яка вирощується в удобрених ставках, одержує більше корму, ніж у неудобрених водоймах. Установлено, що у планктоні і бентосі, які мешкають в удобрених ставках, відбуваються певні зрушення в обміні речовин. Зокрема, в удобрених кобальтом водоймах зоопланктон містить в 1,5 рази більше вітаміну V_{12} порівняно з контрольними. У зоопланктоні ставків із комплексним удобренням вітаміну V_{12} більше в 2 рази, ніж у контрольних. Подібні відмінності спостерігаються і у хірономід. Із табл. 5 видно, що хірономіди, які мешкають у ставках із комплексним удобренням, містять у чотири рази більше вітаміну V_{12} порівняно з іншими дослідженими водоймами.

Установлено, що за удобрення ставків кобальтом зростає біомаса перших ланок харчових ланцюгів – планктону і бентосу, а також змінюється обмін речовин у цих організмів, унаслідок чого кількість вітаміну V_{12} у них зростає. У результаті наступна харчова ланка – риба, вирощена в удобрених кобальтом ставках, одержує багато корму, що містить багато кобальту і вітаміну V_{12} , що активізує обмін речовин у риби і посилює її ріст.

Таблиця 4

Уміст вітаміну В₁₂ у хірономідах

Дата відбору проб в 2020 р.	Номера ставків	Внесено добрив на 1 га	Вміст вітаміну В ₁₂ (у γ % на суху вагу)
27/VII, 13/VIII, 28/VIII, 16/IX	6,7	Контроль	3,32
27/VII, 13/VIII, 16/IX	2,3	10 кг хлористого кобальту	4,48
13/VIII, 16/IX	4,5	10 кг хлористого кобальту, 12 ц аміачної селітри, 2 ц суперфосфату	13,36

Установлено, що за удобрення ставків кобальтом зростає біомаса перших ланок харчових ланцюгів – планктону і бентосу, а також змінюється обмін речовин у цих організмів, унаслідок чого кількість вітаміну В₁₂ у них зростає. У результаті наступна харчова ланка – риба, вирощена в удобрених кобальтом ставках, одержує багато корму, що містить багато кобальту і вітаміну В₁₂, що активізує обмін речовин у риби і посилює її ріст.

Цьоголітки коропа краще росли в ставках із комплексним удобренням. До осені у цих ставках були вирощені цьоголітки однорідного складу за вагою і розміром, із високою вгодваністю. Середня вага однієї риби становила 52 г проти 25,2 г у контролі. Цьоголітки зі ставків, в які вносили підвищену дозу хлористого кобальту, у середньому важили 40,6 г, а зі ставків із малою дозою добрив – 30,7 г. Велика різниця між різними варіантами досліду і за рибопродуктивністю. Рибопродуктивність ставків із комплексним удобренням становила 596,9 кг на 1 га, що перевищувало продуктивність контрольних ставків (242,4 кг на 1 га) на 146,2%. Рибопродуктивність водойм, удобрених 10 кг на 1 га хлористого кобальту, рівна 448,8 кг на 1 га, а ставків, в які вносили 5 кг добрив на гектар, – 299,8 кг.

Удобрення рибоводних ставків хлористим кобальтом, а також кобальтом спільно з азотом і фосфором дає великий господарський ефект, значно підвищуючи рибопродуктивність ставків і поліпшуючи якість продукції. Із табл. 8 видно, що риба, яка вирощена в удобрених ставках, містить більше вітаміну В₁₂, ніж цьоголітки з контрольних водойм. Особливо сприятливо впливає комплексне удобрення, за якого вміст вітаміну В₁₂ у рибах у два рази більше, ніж у рибах контрольних водойм. Цікаво відзначити, що у цьоголітках коропа, які мешкають в удобрених ставках, із вітаміном В₁₂ зв'язано приблизно в два рази більше кобальту.

У результаті збагачення кобальтом та вітаміном В₁₂ організму риб в удобрених ставках у них збільшується кількість еритроцитів та гемоглобіну. Так, риби, які вирощені в ставках із комплексним удобренням, містять в 1 мл крові еритроцитів на 35–40%, а гемоглобіну – на 40% більше, ніж цьоголітки з контрольних ставків. У риб зі ставків, удобрених 10 кг хлористого кобальту, основні гематологічні показники були вищі, ніж у контрольних риб, на 25–30%. Підвищується також вміст жиру і сирого протеїну в рибі (табл. 5).

Уміст жиру в рибі дослідних водойм збільшено на 11,4–23,3%, а сирого протеїну – на 4,6–8,5% порівняно із цьоголітками контрольних ставків. Особливо різкі відмінності у вмісті кобальту, вітаміну В₁₂, жиру і сирого протеїну у рибі удобрених і неудобрених ставків у перерахунку цих величин на рибопродуктивність водойм (табл. 6).

Таблиця 5

Уміст жиру і сирого протеїну в рибі (у % на суху вагу) в різних варіантах досліджу

Доза добрив на 1 га	Номер ставка	Жир	Сирий протеїн
Контроль	6	6,55	59,94
	7	6,67	65,31
5 кг хлористого кобальту	8	8,15	60,18
10 кг хлористого кобальту	2	7,82	65,06
	3	7,75	67,43
10 кг хлористого кобальту, 12 ц аміачної селітри, 2 ц суперфосфату	4	7,50	66,62
	5	7,30	65,44

Таблиця 6

Уміст кобальту, вітаміну B₁₂, жиру та сирого протеїну у перерахунку на рибопродуктивність у різних варіантах досліджу

Варіанти досліджу	Рибопродуктивність в кг на 1 га		В рибі міститься				Міститься золи (%)	
	сиря вага	суха вага*	кобальту (мг)	Вітаміну B ₁₂ (мг)	жиру (кг)	сирого протеїну (кг)	на суху вагу	на сирю вагу
Контроль	242,4	48,5	15,0	11,6	3,2	30,0	10,36	2,03
10 кг хлористого кобальту	448,8	89,7	31,4	36,1	6,9	59,4	9,93	1,82
10 кг хлористого кобальту, 12 ц аміачної селітри, 2 ц суперфосфату	596,9	119,3	39,3	58,8	8,9	78,8	9,40	1,69

Висновки і пропозиції. Рибопродуктивність ставків із комплексним удобренням становила 596,9 кг на 1 га, що перевищувало продуктивність контрольних ставків (242,4 кг на 1 га) на 146,2%. Рибопродуктивність водойм, удобрених 10 кг на 1 га хлористого кобальту, рівна 448,8 кг на 1 га, а ставків, в які вносили 5 кг добрив на гектар, – 299,8 кг.

Удобрення рибоводних ставків хлористим кобальтом, а також кобальтом спільно з азотом і фосфором дає великий господарський ефект, значно підвищуючи рибопродуктивність ставків і покращуючи якість продукції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Грициняк І.І., Бузевич І.Ю. Стратегія раціонального і ефективного рибопромишлевого використання водохранилищ Дніпровського каскада. *Комплексний підхід к проблеме сохранения и восстановления биоресурсов Каспийского бассейна* : тези докл. Міжнарод. науч.-практ. конф., г. Астрахань, 13–16 октября 2008 г. Астрахань, 2008. С. 76–79.

2. Котовська Г.О., Христенко Д.С. Умови та ефективність відтворення основних промислових видів риб Кременчуцького водосховища : монографія. Київ : Аграр Медіа Груп, 2010. 176 с.

3. Залевский С.В. Зона затопления Каневского водохранилища и её рыбохозяйственное использование. *Рыбное хозяйство*. 1969. Вып. 8. С. 107–116.

4. Гурбик О.Б. Популяції нечисельних видів риб Канівського водосховища як об'єкти промислового використання. *Рибогосподарська наука України*. 2012. № 2. С. 4–10.

5. Наноматеріали в біології / В.Б. Борисевич та ін. *Основи нановетеринарії* : посібник. Київ : Авіцена, 2010. 416 с.

6. Біоактивність неорганічних сполук : навчальний посібник / Є.Я. Левітін та ін. Харків : НФаУ, 2017. 83 с.

7. Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині : довідник / за ред. В.В. Влізла. Львів : Сполом, 2012. 764 с.

УДК 619:614+637.5

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.31>

ЕКОЛОГО-ГІГІЄНИЧНА ОЦІНКА ПОШИРЕНИХ ПОВНОРАЦІОННИХ СУХИХ КОРМІВ ДЛЯ СОБАК

Соболь О.М. – к.с.-г.н., доцент,

доцент кафедри технології виробництва продукції тваринництва,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

<https://orcid.org/0000-0001-7607-7758>

У статті представлено результати досліджень органолептичних та фізико-хімічних властивостей сухих повнораціонних кормів для собак найбільш поширених у місті Херсон марок цієї продукції для дорослих собак середніх порід.

Зразки кормів мали різноманітну форму: циліндра, трикутника, п'ятикутника, кільця, кола, серця. Більшість професійних кормів мала однорідний жовтувато-коричневий або коричневий колір, корми економ-класу мали неоднорідні різні кольори. Для всіх проб форма і колір гранул відповідали заявленим виробниками, тобто за кольором і формою зразки кормів не мали ознак фальсифікації. Оцінка запаху зразків сухого корму, до і після замочування показала, що зразки професійних кормів мали переважно солодко-хлібний, хлібний, рибний запах, економ-класу – запах цвілі і збродженого хліба. Виходячи з аналізу відповідності запаху корму ознаками, заявленим виробниками, вимогам свіжості кормів відповідали проби № 1, 2, 3, 6, проби № 4, 5 були сумнівної свіжості, несвіжими були зразки № 7, 8.

Водневі показники всіх досліджених зразків коливалися від 6,4 до 7,1, що відповідало вимогам нейтральної реакції (рН). Також були безпечними всі досліджені зразки кормів із погляду відсутності металевих домішок. Розмір гранул проб 2,4 наближався до мінімального, 7,8 – до максимального для собак середнього розміру, інші проби кормів мали середні (оптимальні) розміри гранул – від 0,61 до 0,89 м.

Таким чином, результати проведеної еколого-гігієнічної оцінки поширених повнораціонних сухих кормів для собак показали, що зразки всіх кормів, як професійних, так і економ-класу, були безпечними для собак за фізико-хімічними показниками та за розмірами гранул. Найбільш свіжі були зразки кормів Hill's, Eucanuba, Bosh і Royal Canin, ознаки несвіжості мали зразки кормів Darling і Pedigree.

Ключові слова: собаки, годівля, сухі повнораціонні корми, економ-клас, професійні корми, органолептичні показники, фізико-хімічні показники.

Sobol O.M. Ecological and hygienic evaluation of the widespread complete dry food for dogs

The article presents the results of studies of the organoleptic and physicochemical properties of dry complete food of the most common brands for dogs of these products in the city of Kherson for adult dogs of medium breeds.

The food samples had a variety of forms – a cylinder, a triangle, a pentagon, a ring, a circle, a heart. Most of professional foods were uniformly yellowish brown or brown in color, while economy class foods were not uniformly colored. For all samples, the shape and color

of the granules corresponded to those declared by the manufacturers, that is, the color and shape of the foods samples did not show signs of falsification.

Evaluation of odor in samples of dry food, and after soaking showed that samples of professional food had mainly sweet bread, bread, fishy smell, economy class – the smell of mold and fermented bread. Based on the analysis of the correspondence of the odor of the feed to the characteristics declared by the manufacturers, samples No. 1, 2, 3, 6 corresponded to the freshness requirements of the feed, samples 4, 5 were of dubious freshness; and samples no. 7, 8 were stale.

The hydrogen indices of all studied samples ranged from 6.4 to 7.1, which corresponded to the requirements of a neutral reaction (pH). All food samples tested were also safe from the point of view of the absence of metallic impurities. The granule size of the samples 2.4 approached the minimum, 7.8 – to the maximum for medium-sized dogs, other food samples had average (optimal) granule sizes from 0.61 to 0.89 g.

Thus, the results of the ecological and hygienic assessment of widespread complete dry food for dogs showed that samples of all food, both professional and economy class, were safe for dogs in terms of physicochemical parameters and granule sizes. The freshest were samples of Hill's, Eucanuba, Bosh and Royal Canin, while Darling and Pedigree showed signs of staleness.

Key words: dogs, feeding, dry complete foods, economy class, professional foods, organoleptic indicators, physical and chemical indicators.

Постановка проблеми. Досвід собаківництва показує, що якість і збалансованість годівлі впливають на здоров'я, репродуктивні якості і тривалість життя собак будь-якого походження та типу використанні. Однак більшість власників собак не може забезпечити збалансований раціон у домашніх умовах. За даними ветеринарної статистики, понад 80% хвороб обміну речовин у дрібних домашніх тварин пов'язано з погрішностями в харчуванні. Саме воно є найбільш частою причиною виникнення захворювань органів травлення, а смертність від них серед незаразних хвороб доходить до 40% [1].

Проблема організації збалансованої годівлі собак часто вирішується за використання в годівлі собак готових кормів промислового виробництва, тому сучасна індустрія кормів для домашніх тварин збільшує обсяги. У США обсяг виробництва кормів для домашніх тварин становить понад 23 млрд доларів, а в усьому світі – 58,6 млрд доларів за середньорічного збільшення на рівні 4%, який стимулюється інноваціями і розробленням нових продуктів. Зростання ринку кормів для домашніх тварин підтримується постійним підтвердженням критеріїв ефективності продукту власниками тварин, що споживають ці продукти, а також повторним підтвердженням покупцями кормів для домашніх тварин [2].

Актуальність досліджень у напрямі питання виробництва і правильного використання промислових повнораціонних кормів для собак, контролю їхньої якості підвищується з кожним роком.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У сучасних умовах власники собак використовують різні способи годівлі: повнораціонні корми промислового виробництва, годівля натуральними кормами, змішана годівля. Корми промислового виробництва випускаються різної консистенції і вологості (сухі, вологі і напіввологі).

Годівля собак сухими кормами є найзручнішим варіантом для більшості власників. Ці корми мають вигляд гранул, у них входять усі необхідні компоненти: білки, жири, вуглеводи, вітаміни і мікроелементи і вони повністю задовольняють всі потреби організму тварини. Сухі корми пережовуються важче, ніж вологий корм, що не дає собаці переїдати, за рахунок своєї структури чистять зуби собак від нальоту [3, с. 476–478; 4].

Сухий корм для собак уперше випустили в Лондоні в 1860 р., ідея його створення належала J. Spratt, який пізніше її запатентував як печений виріб із подрібненого м'яса, крові, овочів і борошна. Уже в 70-х роках ХХ ст. сухі корми повною мірою стали такими, що забезпечують тварин живильними речовинами, і вони

не потребують будь-якого іншого корму; одночасно з'явилися ветеринарні дієти. Через 10 років був випущений сухий корм для собак супер-преміум класу [5].

Сьогодні принципи створення сухого корму для собак мало змінилися, проте значно збільшилася масовість. На ринок вийшло багато різних марок кормів для собак, конкуренція підштовхує виробників на підвищення якості свого корму і підбір спеціальної «особливості», яка відрізняє їхній корм від усіх інших. Із метою залучення до свого продукту господарів тварин у сухий корм для собак додають різноманітні ароматизатори, атрактанти [6].

В Україні спеціалізовані промислові (сухі) корми з'явилися приблизно 12 років тому. Незважаючи на їхні переваги (економія часу, зручність зберігання, транспортування і т. п.), серед фахівців і власників досі немає єдиної думки щодо користі чи шкоди сухих кормів, і що краще – сухі корми або традиційне годування.

Сухий корм поділяють на утилітарні (економ-клас), професійні (преміум, суперпреміум), дієтичні (лікувальні, профілактичні). Корми економ-класу відрізняються, як правило, низькою ціною, у розвинених країнах ці корми використовуються в пунктах перетримки безпритульних або загублених тварин. Ці корми небажані для тривалого вживання, їх використання може викликати прояви алергії, екземи, дерматитів, порушення роботи системи травлення, їх низька ціна зумовлена дешевими інгредієнтами.

Дієтичні корми продаються у ветеринарних аптеках або ветлікарнях, призначаються ветеринарними лікарями. Професійні корми – це результат багаторічних досліджень і праці вчених у галузі дієтології, фізіології, харчування, ветеринарії, кінології, досвід відомих розплідників і окремих заводчиків. Уся сировина піддається ретельній перевірці на відповідність усім виробничим стандартам і санітарно-гігієнічним вимогам. Асортимент і рецептура таких кормів підібрані з урахуванням віку, способу життя, фізіологічного стану, розміру, фізичних навантажень, можливих порушень обміну речовин і стану здоров'я.

Професійні корми достатньо дорогі, але реальні щоденні витрати, враховуючи невеликі норми годівлі, не вище (а то і нижче), ніж на корми економ-класу. Переваги професійних кормів зумовлені їхніми інгредієнтами – натуральними, високоякісними і поживними. Джерелом протеїну у цих кормах є м'ясо курки, курчати або ягняти (гіпоалергенні продукти). Професійні корми збалансовані за усіма необхідними вітамінами і мінералами, тому додаткові вітамінно-мінеральні суміші не потрібні [3; 7]. Промислові корми особливо популярні США, там лише від 15% до 25% собак і до 10% кішок годують сирим м'ясом та іншими натуральними продуктами [8].

У наших дослідженнях саме годівля сухими промисловими кормами була найбільш розповсюдженою в собаківництві (53,67%), найменш популярною була змішана годівля (19,69%). Корми промислового виробництва використовувалися здебільшого для собак дрібних порід (71,68%), для середніх та великих – використовували приблизно порівну, гігантських – менше половини (42,40%). Годівля натуральними кормами в найбільше використовувалася для собак середніх та великих порід, змішана – для гігантських порід [9].

У багатьох дослідженнях виявлено перевагу використання саме сухих кормів: під час годівлі службових собак в умовах розплідника промислові корми позитивно впливали на обмін кальцію і фосфору, показники відтворення та працездатності собак. Час проходження випробувань у дослідній групі був коротше, зменшилася витрати часу: з ідентифікації запаху – на 27%, з обшуку місцевості – на 12% [10].

Для різних порід переваги того чи іншого типу годівлі можуть мати відмінності. Суки породи німецька вівчарка, які годувалися сухими кормами, мали перевагу по всіх промірах на рівні 1,95–6,25%, середньоазіатські вівчарки за обох типів годівлі мали близькі проміри, різниця становила від 0,22% до 1,23%. За живою масою суки породи німецька вівчарка, які годувалися сухими кормами, значно перевищували тих, що споживали традиційні (натуральні) корми (різниця 9,20%), для середньоазіатських вівчарок – лише 1,53%. Для годівлі собак обох порід успішно використовувалися як сухі промислові, так і традиційні (натуральні) корми, найбільша перевага сухих кормів відзначалася для молодняку породи німецька вівчарка в період формування кістяку [9].

В умовах вольєрного утримання в зимовий період за порівняння годівлі сухими кормами марки Royal Canin і традиційним (що готується кормом із натуральних продуктів) більш ефективним було використання саме корму Royal Canin, що підтвердилося підвищенням середньодобовим приростом живої маси 24 г за економії витрат на годування [11].

Збалансований раціон повинен поєднувати високі смакові якості і адекватний зміст усіх необхідних поживних речовин. Однак здебільшого під час розроблення рецептів промислових кормів більший робиться акцент на поліпшення смакових якостей корму на шкоду його біологічній повноцінності. Тому часто корми, які з великою охотою поїдаються тваринами, за тривалого використання можуть викликати недолік певних речовин в організмі і призводити до ожиріння [12].

Багато авторів указують на існування проблеми зменшення середньої тривалості життя собак різних порід у зв'язку з уведенням комерційних кормів для домашніх собак [13].

Таким чином, наукові дослідження, які дадуть змогу поліпшити практику використання сухих промислових кормів для годівлі собак за поєднання економічної доцільності, збереження здоров'я, забезпечення тривалості життя на рівні не менше середньопородного, є важливими як для різноманітних кінологічних організацій, так і для власників собак.

Постановка завдання. Виходячи з розповсюдженості використання в годівлі сухих повнораціонних кормів та наявності пов'язаних із цим типом годівлі проблем, ціллю наших досліджень стало вивчення органолептичних та фізико-хімічних властивостей сухих повнораціонних кормів для собак найбільш розповсюджених у місті Херсон марок цієї продукції для дорослих собак середніх порід.

Для досягнення цілі досліджень нами було поставлені такі завдання:

1. Вивчити органолептичні показники сухого повнораціонного корму (зовнішній вигляд, колір гранул, запах, форма гранул).
2. Провести вивчення фізико-хімічних показників (визначення ваги 1 гранули, рН і металевих домішок).
3. На підставі комплексних експрес-досліджень запропонувати науково обґрунтовану еколого-гігієнічну оцінку досліджених кормів для собак.

Матеріалом для дослідження послужили сухі повнораціонні корми в упаковці для собак різних виробників, які реалізуються в зоомагазинах міста Херсон і на центральному продовольчому ринку.

Зразки для дослідження бралися масою по 2 кг, кожен з яких піддавався триразовому дослідженню, після чого виводили середнє значення кожного показника.

Проби умовно були умовно позначені: № 1 – Hill's (Нідерланди), № 2 – Eucanuba (Нідерланди), № 3 – Bosh (Німеччина), № 4 – Dog chow (Франція), № 5 – Pro plan (Франція), № 6 – Royal Canin (Франція), № 7 – Darling (Франція), № 8 – Pedigree (США). Дослідження проводили загальноприйнятими методиками [14, с. 17–29].

Виклад основного матеріалу дослідження. Проведений аналіз інформаційних джерел показав, що важливою умовою повноцінного харчування є хороша смакові якості корму, щоб тварини охоче поїдали його в кількості, необхідній для задоволення потреб у всіх поживних речовинах. На смакові переваги корму впливають різні чинники: запах, температура, структура, кількість поживних речовин у кормі, звичка [4].

Таким чином, зробити експрес-оцінку сухого корму можна вже за такими органолептичними показниками, як колір, запах, форма гранул.

Колір гранули цілком і повністю залежить від складу включених у неї інгредієнтів. Оскільки сухі корми виробляють з органічних продуктів, а будь-яка органіка ніколи не буває абсолютно однаковою за кольором, в одній партії він може бути трохи світліше, в іншій – трохи темніше. Однак у цілому гранули всіх сухих кормів зазвичай мають колір від світло- до темно-коричневого. Якщо в раціоні багато зернових інгредієнтів, то гранули будуть світліше, корми з великою кількістю м'яса мають насичений темний колір. Комерційні корми (економ-клас) мають більш багату палітру кольорів, для чого використовуються як натуральні (на основі овочів), так і синтетичні барвники. Так, у наших дослідженнях (табл. 1) більшість професійних кормів мала однорідний жовтувато-коричневий або коричневий колір, корми недорогих марок мали неоднорідні різні кольори. У цілому для всіх зразків колір гранул відповідав заявленому виробниками, тобто за кольором гранул ознаки фальсифікації були відсутні.

Запах гранул кожного корму – строго індивідуальний і залежить від запаху тих інгредієнтів, з яких вони зроблені. Раціон із рибою, звичайно, матиме рибний аромат, характерно пахнуть і зернові продукти, і тваринний жир. Якщо запах дуже сильний, це означає перевищення вмісту смакоароматичних добавок, включаючи потенційно небезпечні. Неприємний запах згірклого жиру може означати або порушення технологічного процесу і брак на виробництві, або те, що у корму закінчився термін придатності.

Для більш ретельної оцінки запаху корму його можна замочувати на певний проміжок часу. У наших дослідженнях ми виявили запах як сухого корму, так і після замочування.

Як було вище зазначено, корми різних марок випускаються в різноманітних формах. Зазвичай форма гранул нагадує кулю неправильної форми або двоопуклий диск, і це ніяк не позначається ні на якості, ні на зручності для тварини. Форма гранул сухого корму може вплинути на їх здатність очищати зуби від нальоту [13].

Таблиця 1

Результати органолептичної оцінки кормів

Назва корму	№ проби	Органолептичні показники			
		Колір	Запах		Форма гранул
			Сухого корму	Замоченого на 30 хвилин	
1	2	3	4	5	6
Hill's	1	Жовтувато-коричневий однорідний	Слабкий солодко-хлібний, приємний	Слабкий хлібний, приємний	Однорідні, циліндричні
Eucanuba	2	Коричневий однорідний	Слабкий солодко-хлібний, приємний	Слабкий хлібний, приємний	Однорідні, циліндричні

Закінчення таблиці 1

1	2	3	4	5	6
Bosh	3	Жовтувато-коричневий однорідний	Слабкий солодко-хлібний, приємний	Слабкий солодко-хлібний, приємний	Однорідні, циліндричні
Dog chow	4	Коричневий однорідний	Рибний, приємний	Хлібний, приємний	Однорідні, п'ятикутні
Pro plan	5	Коричневий однорідний	Рибний, приємний	Слабкий солодко-хлібний, приємний	Однорідні, трикутні
Royal Canin	6	Коричневий однорідний	Нагадує кальмара, приємний	Легкий рибний, приємний	Однорідні, кільцеподібні
Darling	7	Неоднорідні гранули коричневого, червоного, помаранчевого та зеленого кольорів	Пліснявілого хліба	Збродженого хліба	Різноманітні округлі, серцеподібні
Pedigree	8	Неоднорідні гранули коричневого, жовтувато-коричневого та зеленого кольорів	Пліснявілого хліба	Сильний запліснявілого хліба	Однорідні подовжено-округлі

Досліджені корми мали різноманітну форму: циліндру, трикутника, п'ятикутника, кільця, кола, серця; в усіх випадках вона відповідала заявленій на етикетці. Виходячи із цього, можна стверджувати, що корми всіх марок були не фальсифікованими.

У цілому за результатами органолептичних досліджень (зовнішній вигляд, запах, форма гранул) повнораціонних сухих кормів для собак у кількості восьми проб виявили, що за ступенем свіжості свіжим кормам відповідали проби № 1, 2, 3, 6; проби № 4, 5 – сумнівної свіжості (рибний запах); несвіжими були проби № 7, 8 – запах пліснявого і збродженого хліба.

Для підтвердження свіжості та якості кормів нами були проведені дослідження фізико-хімічних якостей. Визначалися такі показники, як вага 1 гранули, рН, уміст металевих домішок.

Як було раніше зазначено, корми повинні бути повноцінними та збалансованими. Але не менш важлива безпечність кормів. Для сухих кормів найбільш розповсюдженими факторами зниження безпечності є наявність сторонніх (зокрема, металічних) домішок, коливання рН у бік кислої або лужної реакції, тобто реакція кормів має бути тільки нейтральною [2].

За даними табл. 2, усі досліджені зразки кормів були безпечними для собак із погляду відсутності металічних домішок та нейтральної реакції (рН). У цілому останній показник коливався від 6,4 до 7,1.

Головна принципово важлива відмінність між гранулами кормів різних видів – це їхній розмір. Вони повинні мати оптимальний для собак цієї породи і віку розмір: бути чи не занадто великими і не дуже дрібними. Для собак середніх розмірів вважають оптимальною масу гранул 0,15–1,2 г [4].

У нашому дослідженні ці коливання становили 0,14–1,3 г, тобто розмір гранул не був ані занадто великим, ані занадто дрібним. Розмір гранул таких кормів,

як Eucanuba та Dog chow наближався до мінімального, Darling та Pedigree – до максимального. Більшість професійних кормів мала середні (оптимальні) розміри гранул – від 0,61 до 0,89 г.

Отже, за результатами фізико-хімічних досліджень було встановлено, що з повнораціонних сухих кормів для собак у кількості 9 проб проби № 1–6 за ступенем свіжості були свіжими, а проби № 7, 8 – несвіжими.

Таблиця 2

Оцінка фізико-хімічних показників

Назва корму	№ проби	Маса 1 гранули в середньому, г	Вміст металічних домішок	pH (вимоги 6,0–7,5)
Hill's	1	0,65 ± 0,016	не виявлено	6,6 ± 0,111
Eucanuba	2	0,14 ± 0,004	не виявлено	6,9 ± 0,089
Bosh	3	0,75 ± 0,060	не виявлено	6,7 ± 0,122
Dog chow	4	0,33 ± 0,022	не виявлено	6,4 ± 0,089
Pro plan	5	0,89 ± 0,020	не виявлено	6,6 ± 0,311
Royal Canin	6	0,61 ± 0,049	не виявлено	6,5 ± 0,189
Darling	7	1,30 ± 0,069	не виявлено	7,1 ± 0,422
Pedigree	8	1,15 ± 0,042	не виявлено	6,7 ± 0,222

Висновки і пропозиції. Виходячи з проведених органолептичних та фізико-хімічних досліджень сухих повнораціонних кормів для собак різних виробників, які реалізуються в зоомагазинах міста Херсон і на центральному продовольчому ринку, зразки кормів мали різноманітну форму: циліндру, трикутника, п'ятикутника, кільця, кола, серця. Більшість професійних кормів мала однорідний жовтувато-коричневий або коричневий колір, корми економ-класу мали неоднорідні різні кольори. Для всіх проб форма та колір гранул відповідали заявленим виробниками, тобто за кольором та формою зразки кормів не мали ознак фальсифікації.

Оцінка запаху як зразків сухого корму, так і після замочування показала, що зразки професійних кормів мали переважно солодко-хлібний, хлібний, рибний запах, економ-класу – запах пліснявого і зброженого хліба. Виходячи з аналізу відповідності запаху корму ознакам, заявленим виробниками, вимогам свіжості кормів відповідали проби № 1, 2, 3, 6; проби №№ 4, 5 були сумнівної свіжості; несвіжими були зразки № 7, 8.

Водневі показники всіх досліджених зразків коливалися від 6,4 до 7,1, що відповідало вимогам нейтральної реакції (pH). Також були безпечними всі досліджені зразки кормів із погляду відсутності металічних домішок.

Розмір гранул проб 2, 4 наближався до мінімального, 7, 8 – до максимального для собак середнього розміру, інші проби кормів мали середні (оптимальні) розміри гранул – від 0,61 до 0,89 г.

Отже, результати проведеної еколого-гігієнічної оцінки поширених повнораціонних сухих кормів для собак показали, що зразки всіх кормів, як професійних, так і економ-класу, були безпечними для собак за фізико-хімічними показниками та за розмірами гранул. Найбільш свіжими були зразки кормів Hill's, Eucanuba, Bosh та Royal Canin, ознаки несвіжості мали зразки кормів Darling та Pedigree.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Стекольников А.А. Кормление и болезни собак и кошек. *Диетическая терапия* : учебное пособие. Санкт-Петербург ; Краснодар : Лань, 2005. 607 с.
2. Aldrich GC, Koppel K. Pet Food Palatability Evaluation: A Review of Standard Assay Techniques and Interpretation of Results with a Primary Focus on Limitations. *Animals (Basel)*. 2015; 5(1): 43–55. DOI:10.3390/ani5010043. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4494336/> (дата звернення: 16.05.2021).
3. Полищук Ф.И., Трофименко О.Л. Кинология : учебник для вузов. Киев : Перун, 2007. 1000 с.
4. Lewis, L.D., Morris, M.L., Hand, M.S. Criteria for the selection of food for dogs and cats. Small animal clinical nutrition III. Topeka, KS: Mark Morris Associates, 1987. URL: <http://www.ветеринарная-диетология.рф/kriterii-podbora-korma-dlya-sobak-i-koshek> (дата звернення: 09.07.2021).
5. The History of Commercial Pet Food: A Great American Marketing Story. *The Farmer's Dog*. 1.03.2017. URL: <https://www.thefarmersdog.com/digest/the-history-of-commercial-pet-food-a-great-american-marketing-story/> (дата звернення: 24.06.2021).
6. Сухой корм для собак: история возникновения. URL: http://zoo.com.ua/article/sukhoj_korm_dlya_sobak_istoriya_vozniknoveniya (дата звернення: 27.05.2021).
7. Махова Е., Рыкова И. *Охотник*. 2016. № 8. URL: <https://www.uahunter.com.ua/sukhie-korma-za-ili-protiv.html> (дата звернення: 22.05.2021).
8. Stogdale L. One veterinarian's experience with owners who are feeding raw meat to their pets. *Canadian Veterinary Journal*. 2019; 60(6):655-658. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6515799/> (дата звернення: 06.07.2021).
9. Соболев О.М., Панкеев С.П. Використання різних типів годівлі собак службових порід в умовах аматорського утримання. *Таврійський науковий вісник*. 2020 Вип. 114. С. 216–224.
10. Колокольцова Е.А. Эффективность использования различных типов кормления племенных и пользовательных собак : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.02.08. Красноярск, 2012. URL: <http://earthpapers.net/effektivnost-ispolzovaniya-razlichnyh-tipov-kormleniya-plemennyh-i-polzovatelnyh-sobak#ixz z6R8rAtnQr> (дата звернення: 27.02.2021).
11. Гилёв К.В., Ситников В.А., Голдырев А.А. Сравнительное использование собаками готовых кормов «Royal Canin» и приготовляемого из натуральных продуктов. *Аграрный вестник Урала*. 2018. № 175. С. 17–22. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnoe-ispolzovanie-sobakami-gotovyh-kormov-royal-canin-i-prigotovlyаемого-iz-naturalnyh-produktov> (дата звернення: 11.07.2021).
12. Fox J.B. Understanding the science behind pet food palatability. *Pet Food Processing*. 2019, March, Vol. 2, Is. 1. URL: <https://www.petfoodprocessing.net/articles/13789-understanding-the-science-behind-pet-food-palatability> (дата звернення: 02.07.2021).
13. Patronek G.J, Waters D.J, Glickman L.T. Comparative longevity of pet dogs and humans: implications for gerontology research. *The Journals of Gerontology Series A Biological Sciences and Medical Sciences*. 1997 May; 52(3) :B171-8. DOI: 10.1093/gerona/52a.3.b171. PMID: 9158552. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9158552/> (дата звернення: 03.07.2021).
14. Серегин И.Г. Боровков М.Ф., Карелина Е.А. Ветеринарно-санитарная экспертиза кормов. Москва : ЛИБРОКОМ, 2013. 456 с.

УДК 633.11 «324»:631.53.011:632.754
DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.32>

ТЕХНОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ЗЕРНА СОРТІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ, ПОШКОДЖЕНОЇ КЛОПОМ ШКІДЛИВОЮ ЧЕРЕПАШКОЮ (EURYGASTER INTEGRICEPS PUT.), В УМОВАХ ПІВНІЧНОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Ярчук І.І. – д.с.-г.н., професор кафедри агрохімії,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Черних С.А. – к.с.-г.н., доцент кафедри агрохімії,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Лемішко С.М. – к.с.-г.н., старший викладач кафедри агрохімії,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

У статті наведено результати досліджень щодо вивчення хлібних клопів, зокрема шкідливої черепашки. Визначено втрати врожаю сортів пшениці озимої (прямі та приховані), що призводять до суттєвого погіршення його якості. Висвітлено показники груп якості зерна пшениці, що враховуються під час виробництва хлібобулочної продукції. Результати дослідження зразків пшениці озимої довели, що за зростання пошкодженої клопом шкідливою черепашкою відбувається підвищення показника ВДК (до 2-ї та 3-ї груп якості клейковини – задовільно слабкої та незадовільно слабкої) за збільшення класу партії пшениці озимої (3–4). Зміни білково-протеїназного комплексу призводять до погіршення фізичних властивостей та ослаблення клейковини, відзначається різке зниження вмісту загального та білкового азоту за підвищення водорозчинних азотистих речовин та протеолітичної активності зерна.

Установлено зміни вмісту в зерні досліджуваних сортів пшениці озимої клейковини залежно від пошкодження шкідником. Висвітлено особливості шкідливого впливу клопа шкідливої черепашки на посівах пшениці озимої різних сортів в умовах Північного Степу. Під час аналізу технологічних показників якості зерна пшениці озимої виявлено існування прямої закономірності між зміною якості клейковини і наявною кількістю зерна, що має пошкодження клопом шкідливою черепашкою. Результатами проведених досліджень встановлено, що ця закономірність носить лінійний характер: за збільшення кількості пошкоджених зерен пшениці озимої досліджуваних сортів відбувається збільшення показника якості клейковини.

Наведені технологічні показники якості зерна пшениці озимої сортів Співанка, Комерційна, Подолянка, Ліра Одеська, Мелодія Одеська. Висвітлено чисельність клопа шкідливої черепашки, яка має коливання по роках (показники завжди перевищували ЕПШ). З'ясовано, що найбільш високий вміст білка (14,8%) мав сорт Подолянка, тоді як сорти Співанка та Ліра Одеська лише незначно йому поступалися (на 0,36–0,9%). Найвищий вміст білка в зерні пшениці відзначався за підвищених температур повітря, що скорочує період наливу зерна та уповільнює накопичення в ньому вуглеводів.

Ключові слова: пшениця м'яка озима, сорт, технологічні властивості зерна, показники якості, клейковина, клоп шкідлива черепашка.

Yarchuk I.I., Chernykh S.A., Lemishko S.M. Technological evaluation of grain quality of winter wheat varieties damaged by sunn pest (*Eurygaster integriceps* Put.) under the conditions of the Northern Steppe of Ukraine

The article presents the results of research on the study of wheat bugs and in particular the sunn pest. The yield losses of winter wheat varieties (direct and hidden) have been determined, which lead to a significant deterioration of its quality. Indicators of wheat grain quality groups taken into account in the production of bakery products are highlighted. The results of the study of winter wheat samples proved that with the increase in sunn pest damage there is an increase in the VDK (up to 2 and 3 groups of gluten quality – satisfactory weak and unsatisfactory weak) with increasing class of winter wheat (3-4). Changes in the protein-proteinase complex lead to deterioration of physical properties and weakening of gluten, there is a sharp decrease in total and protein nitrogen with increasing water-soluble nitrogenous substances and proteolytic activity of grain.

The results of the research show that this pattern is linear in nature: with an increase in the number of damaged grains of winter wheat of the studied varieties there is an increase in the quality of gluten.

Technological indicators of quality of winter wheat grain of Spivanka, Commercial, Podolyanka, Lira Odesa, Melody Odesa varieties are given. The number of bugs, which has fluctuations over the years (indicators have always exceeded EPS) is determined. It was found that the highest protein content (14.8%) had the variety Podolyanka, while the varieties Spivanka and Lira Odeska were only slightly inferior to it (0.36–0.9%). The highest protein content in wheat grain was observed at elevated air temperatures, which shortens the period of grain filling and slows down the accumulation of carbohydrates in it. The grain content of the studied winter wheat gluten varieties was characterized from medium to high levels and had a slight change due to the deterioration of growing conditions.

Varieties that belong to the group of durum wheat have a much higher resistance to pest enzymes and a much higher level of resistance to damage by wheat bugs (up to 5.1%) without a significant reduction in grain quality. The results of research on the quality of grain varieties that were studied by technological indicators were quite high and showed that the grain meets the established quality standards.

Key words: *soft winter wheat, variety, technological properties of grain, quality indicators, gluten, Eurygaster integriceps Put..*

Постановка проблеми. Пшениця м'яка озима зі стабільним річним валовим збором понад 750 млн т стала однією з основних зернових культур людства [7, с. 164]. Вона є основною зерновою культурою, яку вирощують на території України. Її посіви займають 6–7 млн га, що становить понад 40% посівів усіх зернових культур. Ця культура характеризується високим рівнем урожайності зерна, яке є важливою сировиною як для борошномельної, круп'яної, так і хлібопекарської, комбікормової та інших галузей переробної промисловості [19, с. 39]. Загальновідомо, що за сучасних умов господарювання конкурентоспроможність зерновиробництва залежить насамперед від якості продукції [8, с. 208].

Звісно, що хлібні злаки пошкоджують кілька видів хлібних клопів, які багато в чому схожі між собою, хоча є представниками різних родин: щитники-черепашки – Scutelleridae (шкідлива, маврська та австрійська черепашки) і пентатоміди – Pentatomidae (гостроголові клопи – гостроголова й носата елії). Найшкідливішим серед хлібних клопів є шкідлива черепашка (*Eurygaster integriceps* Put.), яка поширена в Україні в зоні Степу та Лісостепу, пошкоджує пшеницю, рідше ячмінь, жито, овес [3, с. 68–74]. Останніми роками внаслідок глобального потепління клімату відзначається розширення ареалу розповсюдження хлібних клопів, зокрема шкідливої черепашки, та ріст її чисельності серед інших клопів [5, с. 159].

Незначний за розміром клоп шкідлива черепашка нині є найбільшою проблемою для українських виробників зерна. Засилля цього шкідника на полях призводить до втрати мільйонів доларів за рахунок зміни класу зерна з високоякісної продовольчої пшениці на фуражну. У результаті такого процесу аграрії втрачають прибутки, а держава – репутацію [4, с. 4–12].

Серед груп показників якості зерна пшениці, що враховуються під час виробництва хлібобулочної продукції, особливої уваги заслуговують фізичні (натура, маса 1000 зерен, скловидність, вирівняність, колір і запах зерна та деякі ін.), біохімічні (уміст білка, його фракційний та амінокислотний склад, кількість вітамінів та зольних елементів) та технологічні (уміст «сирої» клейковини та її якість, хлібопекарські властивості борошна тощо). Важлива роль приділяється таким показникам якості, що характеризують не лише харчову цінність зерна, а й можуть забезпечити одержання хліба, що має високий об'єм, пористість, однорідну структуру м'якуша, володіє приємним специфічним ароматом, смаком і кольором [1, с. 96]. Оскільки хліб є кінцевим продуктом переробки зерна, то хлібопекарські

властивості зерна, які характеризують поведінку виробленого борошна в технологічних процесах випічки хліба, вважають визначальними під час оцінки технологічних властивостей зерна [9, с. 65].

За показниками з хлібоприймальних пунктів середньозважений показник пошкодженості клопом шкідливою черепашкою зерна пшениці становив по країні 4,6%, а в межах областей був вищим, і дорівнював для Дніпропетровської – 8,3%, Кіровоградської – 7,6%, Миколаївської – 9,2%, Одеської – 7,4%, Херсонської – 8,8%, тоді як для інших областей відсоток пошкодження зерна був нижчий (від 1,6% для Вінницької області до 3,8% – для Запорізької). Окремі партії мали значно вищий показник пошкодженості (у Донецькій області – 18%, у Харківській – 20%, у Кіровоградській – 46%) [11; 12].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Ушкодження рослин хлібними клопами шкідливими черепашками спричиняє значні втрати врожаю (прямі та приховані), призводять до суттєвого погіршення його якості. За наявності в урожаї 3–5% пошкодженого зерна суттєво знижується пружність клейковини та погіршуються хлібопекарські якості. Із вищих рівнів пошкоджень зерна (до 10–15% і більше) можлива повна його втрата [13]. Унаслідок пошкодження рослин дорослими клопами (імаго) виникає часткова або повна білоколосиця, личинками – формується деформоване та щупле зерно, що призводить до кількісних утрат, погіршення кондицій насіння пшениці. Проте найбільшу шкоду личинки завдають смаковим, хлібопекарським властивостям, погіршують й інші технологічні показники зерна [17].

Шкідливість личинок клопів залежить від їхнього вікового стану [22, с. 30–33]. Зерно, пошкоджене личинками молодших віків, деформується і його маса зменшується майже на 50–70%. За живлення личинок старшого віку, коли відбувається позашлункове травлення рослинного білка, у зерні пшениці істотно знижуються вміст і якість клейковини, що погіршує хлібопекарські властивості борошна [23, с. 305].

У сухому борошні ферменти не діють, але під час додавання в нього води для замісу тіста починається процес розщеплення білкових молекул, і клейковина втрачає свої властивості або деградує. Окрім того, пошкодженість зерна клопами призводить до погіршення показників кондиції насіння: зменшуються енергія проростання та схожість зерна [14]. Кількість відкладених яєць шкідника не залежить від сорту пшениці, що зумовлено подібністю їхніх морфологічних ознак, зокрема відсутністю опушених листків [19, с. 69]. Як правило, високій шкідливості клопа сприяє жарка суха погода в передзбиральний і збиральний періоди. Під час аналізу топографії ушкоджень різних генотипів пшениці м'якої озимої з'ясовано, що на колосі клопи розміщуються на різних ярусах, але здебільшого зосереджені у середньому і нижньому. Незалежно від сорту максимальна кількість пошкоджень клопом шкідливою черепашкою (*Eurygaster integriceps* Put.) зосереджена в базальній частині зернівки – спинці та зародковій зоні, що істотно впливає на посівні якості зерна [16, с. 280–291].

Постановка завдання. Мета дослідження – вивчення особливостей впливу шкідливості клопа-черепашки на посівах пшениці озимої різних сортів в умовах Північного Степу, який відноситься до зони масового розмноження і постійної шкоди згідно з агрокліматичними умовами ареалу шкідника.

Широке впровадження системи інтегрованого захисту пшениці озимої пшениці дає змогу звести до мінімуму втрати врожаю від шкідливих організмів, зокрема хлібним клопом шкідлива черепашка [15]. Технологічні заходи захисту

пшениці озимої передбачають застосування та поєднання різних методів захисту рослин (організаційно-господарських, агротехнічних, хімічних та ін.) [20, с. 113].

Особливої уваги заслуговує застосування саме тих сортів пшениці озимої, що мають стійкість до пошкодження поширеними та небезпечними видами [10, с. 29]. Досі відсутні стійкі до пошкодження клопом шкідливою черепашкою сорти пшениці озимої, хоча їм притаманна різна відповідна реакція до дії протеолітичних ферментів, які шкідник вводить до зернівки підчас живлення [21, с. 9–11]. Для не класоутворюючих показників зерна пшениці озимої м'якої рекомендуються значення за пошкодження зерна клопом-черепашкою не більше ніж: 1% для зерна 1-го класу; 2% – для 2-го класу; 2% – для 3-го класу; не обмежено – для 4-го класу [18, с. 9].

За підвищення гідратації клейковини створюється ілюзія збільшення кількості клейковини під час ушкодження зерна шкідником, хоча зростання маси сирової клейковини відбувається за рахунок її більшої обводненості, яка збільшується в два рази [2, с. 13]. Деагрегуючі клейковину протеолітичні ферменти клопа-черепашки зрушують і її сульфгїдрильно-диоульфїнду систему, що призводить до розслаблення клейковини [1, с. 64].

Для більш докладного уточнення шкідливої дії личинок та дорослих імаго клопів у проведених дослідженнях низки установ було покладено суттєво вагомий критерій, що полягає у визначенні стійкості сорту до ферментів (протеолітичних) клопа-черепашки клейковинних білків пшениці озимої [4, с. 5].

Зерно пшениці озимої сортів Співанка, Комерційна, Подолянка, Ліра Одеська, Мелодія Одеська вирощено на дослідному полі Дніпровського державного аграрно-економічного університету, дослідження проведено впродовж 2015–2020 рр. в науково-дослідній лабораторії кафедри агрохімії Дніпровського державного аграрно-економічного університету. Ґрунтовий покрив дослідного поля Дніпровського державного аграрно-економічного університету представлений чорноземом звичайним малогумусним середньо-суглинковим. Потужність гумусованого профілю – 75 см. Уміст гумусу (за Тюрїним) у верхній частині гумусо-аккумулятивного горизонту становить 3,1–3,2%. Уміст у верхньому шарі ґрунту (0–20 см) азоту, що легко гідролізується (за Тюрїним та Коновою), становить 8,0–8,5 мг/100 г ґрунту, рухомого фосфору (за Чириковим) – 9,0–10,0 мг/100 г ґрунту і обмінного калію (за Масловою) – 14,0–15,0 мг/100 г ґрунту. Погодні умови в роки проведення досліджень переважно були характерними для зони Степу. Сприятливими для росту, розвитку і формування врожаю пшениці озимої були умови вегетації 2016–2017, 2017–2018, 2018–2019 та 2019–2020 рр., менш сприятливими – 2014–2015 і 2015–2016 рр. Агротехніка в досліді відповідала зональним рекомендаціям з вирощування пшениці озимої для умов Північного Степу. У посівах пшениці озимої відповідно до прогнозування відбувалося продовження розвитку личинок клопа шкідливої черепашки та перехід їх до стадії імаго. У I–III декадах червня відзначено вихід окриплених клопів. Унаслідок перепадів температурного режиму в травні (різкого зниження в вечірній та нічний час температури повітря) відзначався розтягнутий період заселення хлібними клопами посівів, що призводило до розтягнутих строків відкладання яєць шкідником та відродження личинок. У посівах відмічалася одночасна поява перезимувалих клопів, яєць і різних віків личинок. Відзначалося, що на тій самій площі за фази молочної стиглості відбулося збільшення чисельності імаго шкідника (5 шт./м²) і його личинок (7 шт./м²), що суттєво перевищує економічний поріг шкодочинності. Чисельність клопа шкідливої черепашки має коливання по роках (показники завжди перевищували ЕПШ). Для клопа шкідливої черепашки ЕПШ становить 1–2 дорослих клопа, або 2–3 екз. личинок на 1 м² [6, с. 402; 18, с. 12].

Під час визначення якості зерна були застосовані загальноприйняті методи: відбір проб, визначення кольору і запаху, зараженості, засміченості, вологості, натурі, маси 1000 зерен, кількості й якості клейковини [18, с. 9].

Виклад основного матеріалу дослідження. Технологічні властивості зерна – це сукупність ознак і показників його якості, які характеризують стан зерна в технологічних процесах переробки і впливають на вихід і якість одержуваної продукції (борошна та крупи). Наявність кількісно-якісного стану клейковинного комплексу є найважливішим для одержання зерна та борошна з високою хлібопекарською якістю. Порівняльну характеристику технологічних властивостей зерна сортів пшениці озимої, що досліджували, наведено в табл. 1.

Таблиця 1
Технологічні показники якості зерна пшениці озимої (середнє за 2015–2020 рр.)

Показник	Сорт пшениці					НІР ₀₅
	Співанка	Комерційна	Подольянка	Ліра Одеська	Мелодія Одеська	
Вологість, %	12,4	12,7	13,2	12,6	13,1	0,55
Сміттєва домішка, %	0,8	0,6	0,7	0,7	0,8	0,07
Зернова домішка, %	3,1	3,2	3,3	2,9	3,6	0,014
Натура, г/л	770	765	775	756	771	1,88
Маса 1000 зерен, г	43,2	42,0	44,5	40,5	43,3	2,07
Склоподібність, %	45	38	50	33	46	1,66
Вміст білка, %	14,42	13,36	14,8	14,3	13,9	1,14
Масова частка сирової клейковини, %	28,0	32,0	31,0	32,1	30,3	1,01
Пружність клейковини, од. ВДК	70	78	75	79	82	1,96
Група якості	I	II	I	II	II	

Результати досліджень якості зерна сортів, які досліджували, за технологічними показниками були достатньо високими та показали, що зерно має відповідність до встановлених норм якості. Вологість зерна пшениці озимої становила менше допустимих меж (на 0,8–1,6%). Менше допустимих норм був загальний вміст як сміттєвої (на 0,2–0,4%), так і зернової домішок (1,4–2,1%), що свідчить про ретельну його очистку.

Аналіз технологічних показників якості зерна пшениці озимої свідчить, що існує пряма закономірність між зміною якості клейковини і наявною кількістю зерна, що має пошкодження клопом-черепашкою зерна. Ця закономірність носить лінійний характер, за збільшення кількості пошкоджених зерен пшениці озимої досліджуваних сортів відбувається збільшення показника якості клейковини, визначеного на приладі ВДК-3М з похибкою 0,5 ум.од.

Хлібопекарські властивості мають тісний зв'язок з якістю клейковини. Найбільш високий вміст білка (14,8%) мав сорт Подольянка, тоді як сорти Співанка та Ліра Одеська лише незначно йому поступалися (на 0,36–0,9%). У зерні пшениці відзначався за підвищених температур повітря, що скорочує період наливу зерна та уповільнює накопичення в ньому вуглеводів. За таких умов відбувається і зростання частки білка. Аналогічні закономірності простежувалися також під час формування сирової клейковини в зерні. Зерно пшениці озимої сортів Співанка

та Мелодія Одеська мало майже однакову натуру, масу 1000 зерен. Вищий уміст білка мав сорт Подолянка. Сорти Комерційна та Ліра Одеська характеризувалися вищим умістом сирого клейковини. Уміст клейковини в зерні пшениці озимої в середньому за роки досліджень залежно від сорту був у межах 28,0–32,1%. Сорт Співанка мав найнижчий її вміст, а сорт Ліра Одеська – найвищий. Показник якості клейковини (група якості), визначений на приладі ВДК для всіх сортів відносився до I–II. Клейковина в борошні у сорту Комерційна деградувала більшою мірою, ніж у сильних сортів.

Натурна маса зерна досліджуваних сортів пшениці озимої змінювалася згідно з погодними умовами років досліджень. Найбільші показники натурної маси зерна формувалися в 2016 р., тоді як у 2019 та 2020 рр. вони мали значно менші показники (на 20–40 г/л). Подібна тенденція була встановлена за вирощування усіх досліджуваних сортів.

Значно вища температура повітря, яка спостерігалася останніми роками під час досягання зерна пшениці озимої досліджуваних сортів, призводила до підвищення вмісту білка в зерні. Уміст білка був вищим і становив 14,9–15,1% у 2019–2020 рр.

Уміст у зерні досліджуваних сортів пшениці озимої клейковини характеризувався від середнього до високого рівня та за погіршення умов вирощування мав незначну зміну. За пошкодження шкідником зерна пшениці (проколу оболонки) до центру зернівки надходить рідина, у складі якої є ферменти (типу триптази), що мають за слаболужної реакції оптимум дії. Ферменти, введені клопом-черепашкою містяться в зерні та зберігають активність тривалий час. За сухого стану (зерна та борошна) діяльність ферментів слабка або майже відсутня. За збільшення вологості під час замісу тіста активність ферментів збільшується, відбувається процес розщеплення білкових молекул, утрата клейковиною пружно-еластичних властивостей (липка, тягуча), тісто набуває сірого кольору.

У табл. 2 наведено реакцію досліджуваних сортів пшениці озимої на рівень пошкоженості клопом шкідливою черепашкою.

Таблиця 2

Пошкоженість зерна озимої пшениці клопом шкідливою черепашкою залежно від сорту, %

Роки досліджень	Сорт пшениці				
	Співанка	Комерційна	Подолянка	Ліра Одеська	Мелодія Одеська
2015	2,6	4,2	2,4	2,3	3,2
2016	2,0	3,8	2,2	2,2	2,9
2017	2,1	4,0	2,0	2,0	3,1
2018	2,8	5,1	3,4	2,4	3,0
2019	2,2	3,9	2,0	2,2	3,2
2020	2,3	4,0	2,1	2,3	3,0
Середнє за 5 років	2,33	4,17	2,35	2,57	3,07

Результати дослідження зразків пшениці озимої довели, що за зростання пошкоженості клопом шкідливою черепашкою відбувається підвищення показника ВДК (до 2-ї та 3-ї груп якості клейковини – задовільно слабкої та незадовільно слабкої) за збільшення класу партії пшениці озимої (3–4). Зміни білково-протеїназного

комплексу призводять до погіршення фізичних властивостей та ослаблення клейковини, відзначається різке зниження вмісту загального та білкового азоту за підвищення водорозчинних азотистих речовин та протеолітичної активності зерна.

Сорти, які входять до групи сильних пшениць (Співанка, Подолянка, Ліра Одеська та Мелодія Одеська), мають значно вищу стійкість до ферментів шкідника та значно більший рівень витривалості до пошкодження клопом шкідливою черепашкою (до 5,1 %) без суттєвого зниження якості зерна. Найбільш сприятливим для живлення клопа був сорт Комерційна.

У сортів пшениці озимої Комерційна та Лада Одеська масова частка сирової клейковини була досить високою і суттєво майже не змінювалася за підвищення пошкодження зерна (до 5%), що свідчить про високу стійкість стосовно дії протеолітичних ферментів. Сорти Співанка та Ліра Одеська відрізнялися кращою якістю клейковини.

Висновки і пропозиції. Задля підвищення під час вирощування пшениці озимої показників якості зерна, які мають значний вплив на технологічні, борошно-мельно-хлібопекарські властивості та його товарну цінність, на формування високої ефективності фітоценозів, необхідним є використання більш стійких сортів проти клопа-черепашки. Такими сортами серед досліджуваних сортів пшениці озимої виявилися Комерційна та Лада Одеська, що мають значно вищу стійкість до ферментів шкідника та значно більший рівень витривалості до пошкодження клопом шкідливою черепашкою. Застосування такого заходу серед комплексу заходів, які спрямовані на отримання зерна пшениці озимої високої якості, є одним із найбільш головних методів боротьби, що відзначається екологічною безпечністю проти клопа шкідливої черепашки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва / за ред. Г.І. Подпрятова. Київ : Вища освіта, 2004. 272 с.
2. Рекомендації з інтегрованої системи захисту озимої пшениці від хвороб, шкідників та бур'янів / М.П. Лісовий та ін. Київ : Колос, 2002. 123 с.
3. Довгань С.В., Фецин Д.М., Сядриста О.Б. Клоп шкідлива черепашка та проблема якості зерна озимої пшениці. *Пропозиція*. 2008. № 6. С. 68–74.
4. Алехин В.Т. Методика прогноза поврежденности зерна пшеницы и снижения его качества от вредной черепашки. Москва : Колос, 1996. 15 с.
5. Методология оцінювання стійкості сортів пшениці проти шкідників і збудників хвороб / С.О. Трибеля та ін. ; за ред. С.О. Трибеля. Київ : Колообіг, 2010. 392 с.
6. Довідник із захисту рослин / Л.І. Бублик та ін. ; за ред. М.П. Лісового. Київ : Урожай, 1999. 744 с.
7. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф., Івашук П.В. Зерновиробництво : навчальний посібник. Львів : Українські технології, 2008. 624 с.
8. Нетіс І.Т. Пшениця озима на півдні України : монографія. Херсон : Олдіплюс, 2011. 460 с.
9. Мерко І.Т., Моргун В.О. Наукові основи і технологія переробки зерна : підручник. Одеса : Друк, 2001. 348 с.
10. Орлюк А.П., Гончарова К.В. Адаптивний і продуктивний потенціали пшениці : монографія. Херсон, 2002. 272 с.
11. World Agricultural Supply and Demand Estimates: USDA. URL: <https://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/latest.pdf> (дата звернення: 28.12.2018).
12. Клоп шкідлива черепашка (клоп вредная черепашка). URL: <https://superagronom.com/shkidnikinapivtverdokrili-hemiptera/shkidliva-cherepashka-id16658> (дата звернення: 17.03.2019).

13. Пшениця. Шкідник номер один пшеничного поля – клоп шкідлива черепашка. URL: <http://agro.ua.net/plant/catalog/cg-1/c-1/info/cag-319/> (дата звернення: 22.03.2019).
 14. Клоп шкідлива черепашка та проблема якості зерна озимої пшениці. URL: <https://propozitsiya.com/ua/klop-shkidлива-chereshashka-ta-problema-yakosti-zerna-ozimoyi-pshenici> (дата звернення: 17.03.2019).
 15. Пошкоджене і неповноцінне зерно та його використання. URL: <https://propozitsiya.com/ua/poshkodzhene-i-nerovnocinne-zerno-ta-yogo-vikoristannya> (дата звернення: 22.03.2019).
 16. Жигунов Д.О., Ковальова В.П. Підвищення хлібопекарської якості пшеничного борошна. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*. 2018. Вип. 1(27). С. 280–291.
 17. Клоп «вредная черепашка» – опасный враг злаковых культур. URL: <https://agrostory.com/infocentre/knowledge-lab/bug-bad-bug-a-dangerous-enemy-of-cereal-crops> (дата звернення: 17.03.2019).
 18. ДСТУ 3768:2019 Зерно. Пшениця. Технічні умови – Чинний від 2019-01-06. Київ : Держспоживстандарт України, 2019. 17 с.
 19. Пшениця озима в зоні Степу, кліматичні зміни та технології вирощування / А.В. Черенков та ін. ; за ред. А.В. Черенкова. Дніпро : Нова ідеологія, 2015. 548 с.
 20. Економіка виробництва зерна в зоні Степу України (з основами організації і технології виробництва) : монографія / А.В. Черенков та ін. Дніпро : Нова ідеологія, 2015. 300 с.
 21. Секун М.П. Шкідлива черепашка. Київ : Світ, 2002. С. 9–11.
 22. Рыбалко А.И., Топораш И.Г. Качество украинской пшеницы: состояние и проблемы. *Хранение и переработка зерна*. 2007. № 9(99). С. 30–33.
 23. Синекологічні аспекти формування високопродуктивних фітоценозів зернових і зернобобових культур : монографія / Т.З. Москалець та ін. Херсон : Гринь Д.С., 2014. 514 с.
-

МЕЛІОРАЦІЯ І РОДЮЧІСТЬ ҐРУНТІВ

MELIORATION AND SOIL FERTILITY

УДК 631.6:626.8

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.33>

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ НОРМУВАННЯ МЕЛІОРАТИВНИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА ЗРОШУВАНІ ҐРУНТИ СУХОСТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ

Морозов О.В. – д.с.-г.н., професор, професор кафедри гідротехнічного будівництва, водної інженерії та водних технологій,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

Морозов В.В. – к.с.-г.н., професор, професор кафедри гідротехнічного будівництва, водної інженерії та водних технологій,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

Козленко Є.В. – к.с.-г.н., докторант,

Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

Актуальною проблемою сучасного розвитку меліоративного ґрунтознавства та сільськогосподарських меліорацій є нормування меліоративних навантажень на ґрунтовий покрив, прогнозування і сталого управління ґрунтовими ресурсами зрошуваних ландшафтів сухостепової зони України. Об'єкт дослідження – процес теоретико-методологічного обґрунтування нормування еколого-меліоративних навантажень на ґрунтовий покрив зрошуваних ландшафтів в типових умовах сухостепової зони України. Предметом дослідження є комплекс природно-господарських умов, факторів і показників формування еколого-агроекологічного стану зрошуваних земель та родючості ґрунтів. Мета дослідження – розробка теоретико-методологічних засад для обґрунтування основних критеріїв нормування меліоративних навантажень на ґрунти зрошуваних ландшафтів в сухостеповій зоні. Відповідно до мети вирішувались завдання:

1) розробка теоретико-методологічного обґрунтування визначень і критеріїв нормування еколого-меліоративних навантажень на ґрунтовий покрив для забезпечення стійкого розвитку та високої продуктивності зрошуваних ґрунтів і агроландшафтів;

2) обґрунтування застосування системного підходу як основного методу формування інформаційного забезпечення еколого-агроекологічного моніторингу (ЕАММ) та режиму зрошуваних ґрунтів і агроландшафтів, а також нормування меліоративного навантаження.

Методи дослідження: системний аналіз і системний підхід, спостереження, аналіз, синтез, гіпотеза, експеримент, індукція і дедукція, узагальнення та спеціальні методи досліджень: польовий; лабораторний, історичний, розрахунковий, вимірально-ваговий. Розроблені системні принципи формування інтегрованої інформації про стан та ефективність використання меліорованих земель за допомогою еколого-агроекологічного моніторингу. На основі системних принципів і методів формування інтегрованої інформації про стан та ефективність використання меліорованих земель розробляється новий напрям моніторингових досліджень – формування наукових засад експертних систем еколого-агроекологічного моніторингу.

Основною метою наукового обґрунтування меліоративних навантажень на ґрунти є: одержання проектних показників урожайності сільськогосподарських культур відповідної якості та стабільне збереження екологоагроекологічного стану зрошуваних

ландшафтів і ґрунтів. У цьому зв'язку мета обґрунтування меліоративних навантажень на ґрунти цілком співпадає з метою формування оптимального еколого-меліоративного режиму зрошуваних ландшафтів і ґрунтів, а це дозволяє зробити важливий науковий висновок, що для обґрунтування критеріїв меліоративних навантажень на ґрунти доцільно застосовувати принципи і методи, які розробляються при обґрунтуванні формування оптимального еколого-агроекологічного режиму та щорічної оцінки його ефективності.

Ключові слова: ґрунти, родючість, зрошення, меліоративне навантаження, нормування, моніторинг, еколого-агроекологічний режим.

Morozov O.V., Morozov V.V., Kozlenko Ye.V. Theoretical and methodological principles of standardization of reclamation loads on irrigated soils of the dry steppe zone of Ukraine

An urgent problem of modern development of reclamation soil science and agricultural reclamation is standardization of reclamation loads on the soil cover, forecasting and sustainable management of soil resources of irrigated landscapes of the dry steppe zone of Ukraine. The subject of the study is a complex of natural and economic conditions, factors and indicators of the formation of ecological and agro-ameliorative condition of irrigated lands and soil fertility. The purpose of the study is to develop theoretical and methodological principles for substantiation of basic criteria for standardization of reclamation loads on irrigated landscapes in the dry steppe zone. The tasks to be performed:

- development of theoretical and methodological substantiation of definitions and criteria of standardization of ecological and reclamation loads on the soil cover to ensure sustainable development and high productivity of irrigated soils and agrolandscapes;

- substantiation of application of the system approach as a basic method of the formation of information support of ecological and agro-ameliorative monitoring and the mode of irrigated soils and agrolandscapes and also standardization of reclamation loads.

The research methods: system analysis and system approach, observation, analysis, synthesis, hypothesis, experiment, induction and deduction, generalization and special research methods: field; laboratory, historical, calculation, measuring and weighing. System principles of the formation of the integrated information on the condition and efficiency of using the reclaimed soils by means of ecological and agro-ameliorative monitoring are developed. On the basis of system principles and methods of the formation of the integrated information about the condition and efficiency of using the reclaimed lands, a new direction of monitoring research is being developed – formation of scientific principles of expert systems of the ecological and agro-ameliorative monitoring.

The main purpose of scientific substantiation of reclamation loads on soils is: to obtain design indexes of crop yields of appropriate quality and stable preservation of ecological and agro-ameliorative condition of irrigated landscapes and soils. In this regard, the purpose of substantiation of reclamation loads on soils coincides with the aim of the formation of the optimal ecological-ameliorative regime of irrigated landscapes and soils, and this allows us to draw an important scientific conclusion that to substantiate the criteria of reclamation loads on soils it is advisable to apply principles and methods developed when substantiating the formation of the optimal ecological and agro-ameliorative regime and the annual assessment of its efficiency.

Key words: soils, fertility, irrigation, reclamation load, standardization, monitoring, ecological and agroeconomic regime.

Постановка проблеми. Зрошення – один із найбільш вагомих антропогенних факторів підвищення продуктивності земель посушливої зони України. Але додаткове надходження вологи в умовах зрошення приводить до зміни характеру і направленості ґрунтових процесів. Визначення цих процесів, їхніх закономірностей є актуальною проблемою для розвитку сучасного зрошувального землеробства. Особливе місце в системах ведення землеробства на поливних землях за умов довготривалого зрошення займають питання формування сприятливих умов для різних сільськогосподарських культур, еколого-меліоративного стану земель, поживного режиму ґрунту та вологозабезпеченості.

Інтенсифікація використання поливних земель за умов довготривалого зрошення без наукового обґрунтування призводить до погіршення еколого-меліоративного стану і поживного режиму ґрунту, незадовільного фітосанітарного стану посівів, деградації ґрунтів та опустелювання земель, що викликає необхідність

підвищення доз внесення мінеральних добрив, меліорантів та засобів захисту рослин. У цілому хімічне навантаження на агроценози зростає в 2-3 рази, що негативно впливає на довкілля.

Стабілізувати й поступово підвищити ефективність використання зрошуваних земель в Україні можна лише за рахунок перегляду підходів до нормування меліоративних навантажень на зрошувані ґрунти.

Багаторічними дослідженнями провідних українських вчених виявлено, що в зрошуваних ґрунтах проходять зворотні та незворотні процеси (вторинне засолення, осолонцювання, підтоплення, руйнація макро- і мікроструктури, внос органічних і поживних речовин тощо) [21; 22]. Закономірності розвитку ґрунтотворних процесів залежать від багатьох факторів: тривалості зрошення, способу поливу, якості зрошувальної води, агротехніки вирощування сільськогосподарських культур, застосування добрив і меліорантів. Тобто сучасні ґрунтові процеси та режими залежать від конкретних умов зони, регіону, меліоративного стану ґрунту та історії його використання [6].

Але дослідження з використання поливних земель у сучасній науковій літературі недостатньою мірою аналізують нормування меліоративних навантажень на зрошувані ґрунти за умов довготривалого зрошення. У зв'язку із цим виникає необхідність проведення комплексних досліджень та систематизації даних із використання зрошуваних земель, визначення закономірностей розвитку ґрунтових процесів за умов їх довготривалого зрошення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У сухостеповій зоні України, яка характеризується недостатнім природним зволоженням, зрошення є одним із найважливіших факторів ґрунтоутворення, меліорації, підвищення родючості і продуктивності ґрунтів. Роль зрошення суттєво зростає в умовах глобальних і регіональних змін клімату, підвищення його посушливості. Найкращі результати в підвищенні родючості зрошуваних ґрунтів дають їх комплексні ландшафтні меліорації, які включають біологічні, хімічні та фізичні методи впливу на всі компоненти ґрунтів і агроландшафтів [1; 2].

Однак узагальнення багаторічного (1957–2020 рр.) досвіду зрошення в сухостеповій зоні України свідчить про наявність комплексу проблем: підтоплення, вторинного засолення і осолонцювання ґрунтів, їх деградації, погіршення фізичних і хімічних властивостей, зниження вмісту гумусу та інших, що в цілому знижує родючість і продуктивність ґрунтів. Це, в першу чергу, відноситься до азональних галогенних ґрунтів. До **галогенних** відносяться ґрунти, у формуванні яких суттєву роль відіграють процеси міграції легкорозчинних солей. До них належать і засолені ґрунти. Значний внесок у вивченні засолених ґрунтів зробили вітчизняні вчені К.Д. Глінка, В.С. Богдан, М.О. Димо, В.А. Ковда, О.Н. Соколовський, О.М. Можейко, І.М. Гоголев, В.П. Золотун та інші. Засолені ґрунти поширені на всіх континентах, особливо в сухих степах, напівпустелях і пустелях суббореального і субтропічного поясів. В Україні ця група ґрунтів поширена в регіоні Південного Степу, де розташовані основні зрошувальні системи. Галогенно-гідроморфні ґрунти формуються під впливом багаторічного зрошення та підняття мінералізованих ґрунтових вод (ГВ).

У Південному регіоні України галогенні і галогенно-гідроморфні ґрунти займають, переважно, всю зону недостатнього природного зволоження, тобто зону зрошення (Г.С. Гринь, 1969) [3]. Ці ґрунти, в основному, сформувалися на лесових ґрунтотворних породах. Дослідження галогенезу ґрунтів України, сформованих на лесових ґрунтотворних породах, присвячені роботи О.М. Гринченка, Г.С. Гриня,

О.М. Можейка, І.М. Гоголева, В.П. Золотуна, Г.В. Новікової, С.А. Балюка, Б.А. Тупіцина, М.І. Полупана, Є.В. Приходько та інших вчених, в яких головна увага приділена пізнанню генетичної природи і агрономічних властивостей галогенних ґрунтів з метою розробки ефективних прийомів їх меліорації, окультурювання, підвищення їх родючості і продуктивності [1–6]. У зоні зрошення України зональними, в основному, є каштанові, слабо- і середньосолонцюваті ґрунти, темно-каштанові, чорноземи південні, чорноземи звичайні та їх підтипи. Для всіх цих ґрунтів сухостепової зони України актуальним питанням є нормування еколого-меліоративних навантажень на ґрунтовий покрив і агроландшафти.

Теоретико-методологічною основою у вирішенні сучасних проблем ландшафтних меліорацій галогенних, галогенно-гідроморфних та полугідроморфних ґрунтів є докучаєвська **парадигма** природознавства, в якій основою є **система** теоретичних положень (постулатів):

- природа – єдине ціле, окремі елементи якого знаходяться в постійній взаємодії і розвитку;
- всі найважливіші фізико-географічні та природничо-історичні елементи знаходяться між собою в генетичному зв'язку;
- природа не робить стрибків, не терпить безладу, хаосу, випадковостей;
- всі багаточисельні співвідношення і взаємодії підпорядковуються законам, що управляють їх віковими змінами;
- в центрі сучасного вчення «про співвідношення між так званою живою і мертвою природою» знаходиться ґрунтознавство: *«Почвы и грунты суть зеркало ... отражение ... непосредственный результат совокупного ... векового взаимодействия почвообразователей»* [7].

Докучаєвська системна природничо-наукова **парадигма** (від грецьк. – приклад, модель, зразок) є сукупністю фундаментальних наукових уявлень, настанов і термінів, яка визнана, приймається і розділяється науковим співтовариством, є моделлю постановки проблем на сучасному етапі розвитку ґрунтознавства та їх вирішення, в тому числі і при меліорації зрошуваних ґрунтів на півдні України.

Постановка завдання. У сучасних умовах для раціонального використання і комплексних меліорацій ґрунтів зони зрошення актуальними питаннями є розвиток методології і методики досліджень зрошуваних ґрунтів, впливу зрошення на умови, фактори формування і проблеми ґрунотворного процесу, розробка методологічних засад і критеріїв нормування меліоративних навантажень на ґрунти та формування експертних систем еколого-агромеліоративного моніторингу.

Мета дослідження – теоретико-методологічне обґрунтування критеріїв нормування меліоративних навантажень на ґрунтовий покрив зрошуваних ландшафтів сухостепової зони України. Відповідно до поставленої мети вирішувались завдання:

- 1) сформулювати основні теоретико-методологічні засади обґрунтування критеріїв нормування еколого-меліоративних навантажень на зрошені ґрунти для забезпечення в багаторічній перспективі їх родючості і високої продуктивності;
- 2) обґрунтувати застосування системного підходу до формування інформаційного забезпечення моніторингу, формування його експертних систем та оптимального еколого-меліоративного режиму зрошуваних земель, а також нормативного меліоративного навантаження на ґрунти.

Виклад основного матеріалу дослідження. Під впливом науково обґрунтованих способів гідромеліорації ґрунтів збільшується потужність гумусового шару, покращується структура ґрунту і якість гумусу, підвищується вміст

загального азоту, фосфору, калію, оптимізується водно-сольовий режим, знижується лужність, підвищується біологічна активність ґрунту, що призводить до зростання урожайності сільськогосподарських культур. Меліоровані родючі зрошувані ґрунти, в даному випадку це чорноземи південні та темно-каштанові, є базою для застосування інтенсивних і природоохоронних технологій вирощування сільськогосподарських культур, основою сталого і продуктивного зрошуваного землеробства.

Під час аналізу та узагальнення результатів польових і лабораторних досліджень впливу багаторічного зрошення на ґрунти сформульовані науково-методологічні і методичні аспекти, що необхідні для обґрунтування меліоративного навантаження. У процесі одержання сільськогосподарської продукції на зрошувальних системах людиною здійснюється зовнішній вплив на агроландшафти, в першу чергу на ґрунти (динамічний, постійний, тимчасовий), який викликає зміни стану всіх елементів ґрунтів та агроландшафтів. Під навантаженням на ґрунти і агроландшафти розуміється антропогенно-техногенний вплив, який викликає зміни окремих властивостей компонентів ґрунтів і ландшафтів, що можуть привести до порушень виконання агроландшафтом заданих соціально-економічних функцій.

Для сільськогосподарських і природоохоронних цілей необхідним є нормування еколого-меліоративних навантажень на ландшафти і ґрунти, тобто величини антропогенного впливу, який не призводить до порушень соціально-економічних функцій агроландшафту і ґрунтів. Критичним або гранично допустимим навантаженням вважаються таке навантаження, при перевищенні якого відбувається порушення структури ландшафтів, властивостей ґрунтів та їх функцій. Критерії нормування меліоративних навантажень на ґрунтовий покрив для кожних ґрунтових, ландшафтних, сільськогосподарських і водогосподарських умов обґрунтовуються в результаті проведення відповідних досліджень, в т.ч. балансових.

Доцільно розрізняти навантаження на природні та антропогенні ландшафти. Для природних ландшафтів будь-який вплив є навантаженням, а для збалансованого антропогенного ландшафту, яким є ландшафтно-меліоративна система (ЛМС), навантаженням можливо вважати вплив, який здійснюється понад проектно-запланованого (наприклад, перевищення зрошувальних норм на ЛМС у порівнянні з науково-обґрунтованими). При перевищенні нормативного навантаження природні властивості ландшафтів і ґрунтів суттєво порушуються, що призводить до зміни всього антропогенного ландшафту. Обґрунтування нормативного еколого-меліоративного навантаження на ландшафт і визначення гранично-допустимих навантажень (критеріїв нормування еколого-меліоративних навантажень на ґрунтовий покрив) є важливою задачею при планування заходів з використання, охорони і меліорації ландшафтів і ґрунтів.

Під сучасною **методологією дослідження** зрошуваних ґрунтів розуміється, в першу чергу, сукупність методів, які застосовуються в дослідженнях, а також вчення про методи досліджень, принципи або способи теоретичної і практичної діяльності з вивчення або реалізації відповідних питань. До методології відноситься створення наукових концепцій як системи знань, а також розробка нових наукових доктрин, парадигм і гіпотез. Зміна мети, об'єкта і предмета досліджень змінює методологію і методи досліджень. Методологія досліджень ґрунтоутворного процесу в умовах богарного і зрошуваного землеробства суттєво відрізняється. Аналіз накопиченого в Світі і в Україні багаторічного (понад 50–60 років) досвіду досліджень зрошуваних ґрунтів дозволяє відмітити їх відмінності від досліджень богарних ґрунтів .

Зрошувані ґрунти впродовж багатьох років і десятиріч знаходяться у вегетаційний період (квітень-вересень) під впливом інтенсивного антропогенного гідрохімічного навантаження, що являє собою зрошення. При цьому змінюється водно-сольовий баланс і режим ґрунтів, ґрунтотворних порід і підґрунтових вод. Зрошувальна вода являє собою розчин різної мінералізації і хімічного складу, який привносить в ґрунти значну кількість солей, що розподіляються в кореновому шарі ґрунту, розчиняє солі, що вміщуються в ґрунтах і ґрунтотворних породах. Інфільтраційне живлення сприяє підйому підґрунтових вод до критичних відміток та метаморфізму їх хімічного складу, що змінює не тільки гідрохімічний стан ґрунтотворних порід і ґрунтів, змінюються також ґрунти і агроландшафти в цілому [7].

У сухостеповій зоні в процесі багаторічного зрошення виникають нові проблеми, яких не було в богарному землеробстві: підтоплення, деградація, вторинне засолення і осолонцювання ґрунтів та ін. Для боротьби з підтопленням і вторинним засоленням ґрунтів використовується штучний дренаж – горизонтальний і вертикальний. При цьому виникають нові еколого-економічні проблеми: відведення дренажних вод, які не завжди можуть використовуватися для зрошення в силу їх високої мінералізації та невідповідності хімічного складу іригаційним критеріям [2; 7; 8; 9] та фінансування витрат електроенергії на функціонування дренажу.

Питання порушення екологічної рівноваги сухостепових агроecosystem в процесі зрошення пов'язані не тільки зі зміною водно-сольового балансу ґрунтів і земель, а також із глобальними і регіональними змінами клімату, в першу чергу із підвищенням посушливості клімату та зміною режиму атмосферних опадів.

Вирішення багатьох проблем, пов'язаних з еколого-меліоративним навантаженням на зрошувальних системах, виходять за рамки традиційних дисциплінарних знань ґрунтознавства і вимагають розроблення і розвитку теоретико-методологічного апарату та нових методів досліджень на основі міждисциплінарного системного аналізу і підходу, що в цілому є розвитком докучаєвської парадигми природознавства.

Метою досліджень ґрунтів в умовах зрошувальних систем є одержання комплексної системної інформації про стан всієї вивчаємої системи, яку можливо охарактеризувати як геосистему, агроecosystem або ландшафтно-меліоративну систему (ЛМС) для підтримання її в нормативному екологічному стані, збереження родючості і продуктивності ґрунтів. Завдання досліджень ґрунтотворних процесів полягають у вивченні в часі і просторі всіх характеристик елементів, що складають предмет досліджень, а також розробці методичних рекомендацій щодо критеріїв нормування меліоративних навантажень на ґрунтовий покрив, подальшого покращення стану ґрунтів та оптимізації всіх умов і факторів ґрунтотворного процесу.

Основою методології моніторингових досліджень ґрунтотворного процесу в обґрунтуванні критеріїв нормування меліоративних навантажень на ґрунтовий покрив та еколого-меліоративного режиму ґрунтів в умовах зрошувальних систем є **системний аналіз і підхід**. Зрошувані землі, в першу чергу ґрунти, являють собою елемент антропогенного ландшафту як складної динамічної системи. **Антропогенний ландшафт** – це складна, відкрита динамічна система, яка складається з багатьох елементів, таких як ґрунти, ґрунтотворні породи, підґрунтові води та ін. (які, у свою чергу, складаються теж із ряду елементів – мінеральних, органічних тощо).

Суттєве значення у вивченні і управлінні станом зрошуваних ґрунтів у складі агроландшафтів мають характеристики зв'язків між цими складовими елементами. На сучасному етапі розвитку науки і техніки системний метод або системний аналіз (СА) є основним методом дослідження складних систем (А.С. Образцов, 1990) [10]. Під системним аналізом розуміється систематизоване (побудоване на підставі відповідного набору правил) вивчення складного об'єкту, яке проводиться з метою визначення можливостей покращення функціонування цього об'єкту (А.Г. Маміконов, 1981) [11]. Системний метод досліджень, безумовно, спирається на математичний апарат, але не є вірним ототожнювання його тільки з будь-яким математичним методом або групою методів. Системний аналіз являє собою сукупність наукових методів і практичних прийомів вирішення проблем в умовах невизначеності, яка дозволяє прийняти оптимальне рішення при врахуванні всіх основних факторів, умов і явищ, які впливають на проблему в цілому.

Системний аналіз у розробці оптимального еколого-меліоративного режиму зрошуваних ґрунтів та обґрунтуванні критеріїв меліоративного навантаження на ґрунтовий покрив враховує принципову складність вивчаемого об'єкта (наприклад, ґрунту, ландшафту, ландшафтно-меліоративної системи, води як системи тощо) його взаємозв'язок з оточуючим природним середовищем, а також неспостережність ряду його властивостей. Головною метою системного аналізу в меліоративних дослідженнях є перетворення складної для розуміння і вирішення проблеми в чітку низку задач з альтернативними варіантами рішення. Системний аналіз є методологією пізнання частин (елементів) на підставі цілісності об'єкта, на відміну від методологічного підходу, що зорієнтований на пізнання цілого через вивчення його складових [12; 13; 14].

Системний аналіз формує у фахівців ґрунтознавства, гідромеліорації і зрошуваного землеробства навички економічно та екологічно грамотного підходу до вирішення складних проблем, дозволяє поєднати знання із спеціальних дисциплін ґрунтознавства, меліоративної гідрогеології, гідромеліорації з економікою, екологією та геоінформатикою. Системний аналіз спрямований на одержання оптимальних техніко-економічних рішень. Застосування СА як ключового методу вирішення проблем комплексної меліорації ґрунтів і ландшафтів є новим і перспективним напрямом розвитку методології меліоративного ґрунтознавства.

Застосування системного аналізу в меліоративних дослідженнях є стратегією наукового пошуку, яка хоч і використовує математичний апарат і концепції, але в рамках систематизованого наукового підходу до вирішення складних проблем, сприяючи організації наших знань таким чином, щоб допомогти передбачити результати впливу на ґрунти, як систему, всіх умов і факторів ґрунтоутворного процесу, вибрати найкращі рішення [8].

Наприклад, у межах вивчаемого агроландшафту це вибір найкращого рішення системної структури посівних площ, систем сівозмін, обробки ґрунтів, управління ґрунтоутворним процесом, використання сільськогосподарських технологій, меліоративних заходів, параметрів зрошувальної і дренажної системи, організаційних структур тощо.

Системний підхід не існує у вигляді строгої методологічної концепції. Це скоріш напрям методології, в основу якого покладено дослідження об'єкту як системи. При меліорації ґрунтів і зрошуваних ландшафтів, де основним досліджуваним об'єктом є антропогенний ландшафт (в першу чергу – ґрунти) або природно-технічна ландшафтно-меліоративна система, системний підхід сприяє більш строгому, логічному обґрунтуванню постановки проблем і задач, вибору

стратегії їх вивчення, орієнтує дослідження на розкриття цілісності вивчаємого об'єкта, на виявлення складних взаємозалежностей і можливих наслідків проєктів та прийнятих управлінських рішень.

Науковим методом системний аналіз стає лише тоді, коли на всіх етапах він спирається на кількісний аналіз проблеми, використовуючи адекватні моделі і ПЕОМ. В основному ландшафтно-меліоративні системи включають у себе елементи і фактори, які піддаються строгій кількісній оцінці. Наприклад, це основні показники еколого-меліоративного режиму: зрошувальні (поливні) норми, дренажний стік, вологість ґрунту, його загальна і токсична засоленість, рівень, мінералізація і хімічний склад ґрунтових та дренажних вод, іригаційні показники якості зрошувальної води тощо.

Дослідження, в процесі яких *предмет дослідження поступово стає об'єктом досліджень*, свідчать про розвиток відповідної методології як науки. На першому етапі ландшафтно- і ґрунтово-меліоративних досліджень іноді є доцільним відокремлення (обмеження) вивчаємої системи від зовнішнього середовища, з яким взаємодіє або буде взаємодіяти ця система.

У процесі багаторічного зрошення окультурювання і меліорація ґрунтів може розглядатися в системі окультурювання і меліорації ландшафтів. Меліорація ландшафтів являє собою діяльність, спрямовану на поліпшення ландшафтів з метою оптимізації функціональної взаємодії природно-територіальних комплексів (ландшафтів) і технічних (меліоративних) систем. У результаті здійснення ландшафтних меліорацій формуються ландшафтно-меліоративні системи (ЛМС), які складаються з трьох блоків: природного, технічного та управлінського і являють собою складні співвідношення процесів самоорганізації та управління. У природному блоці основним об'єктом досліджень є ґрунтоутворні процеси.

Гідромеліоративна система (ГМС) складається зі зрошувальної системи (ЗС) та дренажно-колекторної системи (ДКС) або осушувальної системи, які сумісно із системою агротехнологій впливають на середовище або ландшафт, формуючи його еколого-меліоративний стан. Під час взаємодії функціонування всіх елементів гідромеліоративної системи, кліматичних і водогосподарських факторів формується урожай сільськогосподарських культур.

Гідромеліоративна система являє собою комплекс інженерних споруд, за допомогою яких створюються необхідні водний, сольовий, тепловий і поживний режим, які забезпечують одержання економічно обґрунтованої кількості сільськогосподарської продукції у багаторічному розрізі.

Для оптимального управління гідромеліоративною системою збирається інформація про середовище, еколого-меліоративний стан агроландшафту, сільськогосподарські культури, агротехнології та за допомогою математичних моделей і прогнозів з урахуванням техніко-економічних показників в системі еколого-агромеліоративного моніторингу (ЕАММ) систематизується, обробляється, оцінюється та передається в систему управління, звідки поступають команди в системи ГМС.

Проектування гідромеліоративної системи зумовлено земельними, водними і трудовими ресурсами; кліматичними, ґрунтовими, гідрогеологічними, економічними та екологічними умовами; адміністративно-господарськими особливостями. Базуючись на цих умовах, визначається сівозміна, яка вимагає відповідного режиму зрошення і параметрів зрошувальної мережі, а також параметрів дренажної мережі, які формують урожай з урахуванням водно-сольового режиму, тепло-поживного режиму, рівнів підґрунтових вод (РПВ) та сумарного випаровування.

Науково-обґрунтованим співвідношенням між зрошенням та дренажем можливо сформуванню сприятливий еколого-агромеліоративний режим ґрунту і агроландшафту в цілому. Актуальними задачами сучасних сільськогосподарських гідротехнічних меліорацій є проектування, реконструкція, будівництво та експлуатація досконалих гідромеліоративних систем, під якими розуміються, в першу чергу, закриті зрошувальні та дренажні мережі, системи краплинного зрошення, раціональне управління та автоматизація їх роботи.

Необхідно, щоб параметри гідромеліоративних систем були визначені в оптимальних діапазонах з урахуванням вищевказаних режимів. Тому задача оптимізації параметрів гідромеліоративних систем є дуже важливою, і вирішуючи її, слід враховувати розвиток і еволюцію ґрунтово-гідрогеологічного процесу та інших елементів ландшафту.

Під оптимізацією гідромеліоративної системи розуміється таке співвідношення параметрів зрошувальної та дренажно-колекторної мереж, які з урахуванням кліматичних, ґрунтових, ландшафтних, гідрогеологічних умов та біології культурних рослин на підставі інженерно-економічних розрахунків дозволяють досягнути ефективності системи в одержанні сільськогосподарської продукції при виправданих витратах.

Ключовим елементом управління ґрунтоутворним процесом є формування еколого-меліоративного режиму зрошуваних ґрунтів та ландшафтів. Основи **меліоративного режиму зрошуваних ґрунтів** розроблені провідними вітчизняними вченими – гідромеліораторами та ґрунтознавцями: І.П. Айдаровим, О.І. Головановим [15], В.А. Духовним, Н.М. Решеткіною та іншими вченими.

Під *еколого-агромеліоративним режимом* (ЕМР) зрошуваних ґрунтів (земель) розуміється сукупність вимог до регулюємих показників ґрунтоутворного процесу, формування яких забезпечує відповідний еколого-меліоративний стан агроландшафту, підвищення родючості і продуктивності ґрунтів, одержання екологічно чистої сільськогосподарської продукції.

Принципи і методи формування еколого-агромеліоративного режиму зрошуваних земель є необхідною науково-методологічною складовою частиною еколого-агромеліоративного моніторингу зрошуваних земель.

Із метою покращення інформаційного забезпечення моніторингу зрошуваних земель доцільно використання системних принципів і методів формування інтегрованої інформації про стан, стійкість та ефективність використання зрошуваних ґрунтів (в умовах зрошення в якості об'єкта досліджень доцільно застосовувати термін «земель») за допомогою еколого-агромеліоративного моніторингу (ЕАММ) [16; 17].

Системний підхід, як провідний метод моніторингових досліджень, включає спостереження за станом ґрунтів (земель) та ступенем їх трансформації; оцінку і аналіз еколого-агромеліоративного стану (ЕАМС) земель; стану агроіригаційного навантаження на землі; еколого-агромеліоративної ситуації, напрямів її розвитку, шляхів управління нею.

Теоретико-методологічна концепція формування інформаційного забезпечення сучасного еколого-меліоративного моніторингу розроблена М.І. Ромащенко, С.А. Балюком та іншими вченими. Система управління продуктивністю та екологічною стійкістю меліорованих земель за даними моніторингу будується на принципах методології системного аналізу і підходу (Л.М. Рекс, 1978 [18; 19]; О.С. Образцов, 1991 [10]; М.З. Згуровський, Н.Д. Панкратова, 2007 [20], В.В. Морозов, 2008 [8] та інші), що відіграють роль «зв'язуючої ланки» між методологією

окремих напрямів моніторингу меліорованих земель, яка поєднує в цілісну систему наукових знань інформацію комплексного впливу сільськогосподарських гідротехнічних меліорацій на еколого-агромеліоративний стан і стійкість земель і ґрунтів.

Одним з основних методологічних завдань теоретико-методологічного обґрунтування моніторингу меліорованих земель є розробка наукових положень (принципів) формування об'єднаної, комплексної (інтегрованої) інформації про стан, стійкість та ефективність використання меліорованих земель у системі моніторингу зрошуваних земель.

Це принципи: цілісності, структурності, взаємозалежності вивчаємої системи і оточуючого середовища, ієрархічності, багатоваріантності описання системи, зворотного зв'язку та ін. [8]. Розгляд показників еколого-агромеліоративного стану меліорованих земель із позицій, що характеризують властивості складних систем, дозволяє сформулювати основні системні принципи формування інтегрованої інформації моніторингових досліджень.

Розроблені принципи формування інтегрованої інформації про стан, стійкість, надійність та ефективність використання меліорованих земель є частиною теоретико-методологічного обґрунтування при організації і впровадженні у практику меліоративного землеробства нової геоінформаційної системи (ГІС) еколого-агромеліоративного моніторингу меліорованих земель.

Еколого-агромеліоративний моніторинг, що розглядається як геоінформаційна система і фактично відіграє роль зворотного зв'язку в системі формування еколого-агромеліоративного стану меліорованих земель, де система меліоративного землеробства, розглядається як складна відкрита динамічна система з вільним входом і виходом, яку можливо в дослідженнях методично відобразити у вигляді «чорної або сірої скрині».

Розглядаючи *концепцію* як відповідний *спосіб розуміння* вивчаємих ґрунтотворних і ландшафтотворних процесів, як *провідний задум* подальшого цілеспрямованого, інтенсивного використання ґрунтів з урахуванням необхідності їх охорони, підвищення їх родючості і продуктивності, можливо сформувати її як концепцію сталого розвитку ґрунтів під впливом антропогенної діяльності і природної еволюції агроландшафтів в умовах автоморфного та полугідроморфного еколого-меліоративного режиму на принципах нормованого природозберігаючого режиму землеводокористування.

Концептуальна модель формування сталого еколог-агромеліоративного режиму ґрунтів у складі ландшафтно-меліоративної системи виступає як регулятор впливу меліоративної діяльності людини, визначає результативність та ефективність меліоративних заходів, що відображаються під час формування еколого-меліоративного режиму зрошуваних земель.

Як *доктрина досліджень* зрошуваних ґрунтів як керівного теоретико-методологічного положення може розглядатись системний підхід і аналіз під час формування оптимального еколого-меліоративного режиму зрошуваних земель при вирішенні проблем, кількість яких постійно зростає в умовах ускладнення агроєкосистеми в умовах її еволюції під впливом багаторічного (50-60 років) зрошення.

Під час аналізу й узагальнення нових міждисциплінарних даних результатів досліджень, що одержуються в процесі вивчення системних властивостей еколого-агромеліоративного стану земель та їх еколого-меліоративного режиму, *формуються нові інтегровані знання*, як основа сучасної *парадигми методології досліджень* ґрунтів і агроландшафтів в умовах зрошення. У результаті аналізу

і узагальнення одержаних даних одержані тимчасові значення нормативного навантаження на основні типи ґрунтів сухостепової зони (таблиця).

Оцінка сучасного стану ґрунтового покриву за індикаторами (табл.) показала, що:

1. Рівень підґрунтових вод не перевищує допустимі середньорічні значення на зрошуваних ділянках з працюючим дренажем.
2. Мінералізація підґрунтових вод на досліджених ділянках в основному знаходиться нижче критичного значення.
3. Вміст легкорозчинних солей в орному шарі ґрунту не перевищує допустимих значень на всіх досліджених ділянках.
4. Вміст іонів хлору у водній витяжці ґрунту не перевищує допустимих значень на всіх досліджених ділянках.
5. Вміст токсичних солей в ґрунті на всіх стаціонарних ділянках не перевищує допустимих значень.

Таблиця 1

Тимчасові індикатори (показники еколого-меліоративного режиму), які відображають вплив багаторічного нормативного меліоративного навантаження на основні типи ґрунтів сухостепової зони

№	Індикатор еколого-меліоративного стану земель	Темно-каштановий солонцюватий	Лучно-каштановий солонцюватий	Чорнозем південний
1	Рівень ґрунтових вод (критична глибина РГВ), м (не вище)	1,8	1,6	2,0
2	Мінералізація ґрунтових вод, г/дм ³ (не вище)	3,0	3,0	2,8
3	Вміст легкорозчинних солей в орному шарі, % (не вище)	0,2	0,2	0,2
4	Вміст токсичних солей у водній витяжці ґрунту, % (не вище)	0,10	0,10	0,10
5	Урожайність озимої пшениці, т/га	4,5	4,0	5,0
6	Вміст гумусу, % (не менше)	2,2	2,0	2,5
7	Мінералізація зрошувальної води, г/куб.дм (не вище)	1,7	1,7	1,5
8	Вміст іону хлору в зрошувальній воді, мг-екв/куб.дм (не вище)	3,0	3,0	3,0
9	Вміст іону натрію в зрошувальній воді, мг-екв/куб.дм (не вище)	4,0	4,0	4,0
10	рН зрошувальної води	8,2	8,2	8,0

Меліоративні навантаження, при комплексній дії яких в багаторічному розрізі забезпечується ефективний еколого-агромеліоративний режим ґрунтів і агроландшафтів, можуть вважатися нормативними.

Висновки і пропозиції. Глобальні і регіональні зміни клімату в бік його посушливості зробили зрошення основним фактором забезпечення людства продовольством. Методологія досліджень ґрунтових процесів в умовах зрошення має суттєві відмінності від богарних умов, які полягають у зміні об'єкта, предмета і мети досліджень. Основним об'єктом досліджень в умовах зрошення є ґрунти

у складі агроландшафту, або ландшафтно-меліоративної системи. Основним методологічним аспектом досліджень ґрунотворного процесу є системний аналіз і підхід до вирішення проблем еколого-меліоративного режиму. Одним із ключових комплексних методів досліджень меліоративних навантажень на зрошуваних ґрунтах є метод моніторингових досліджень стану ґрунтів у складі ландшафтно-меліоративної системи.

Основним напрямом розвитку і вдосконалення моніторингових досліджень для покращення стану, підвищення стійкості та ефективності використання зрошуваних ґрунтів є формування інформаційного забезпечення еколого-агро-меліоративного моніторингу (ЕАММ) шляхом поєднання двох напрямів розвитку окремих видів галузевого моніторингу меліорованих земель (ММЗ): спеціалізації (поглиблення) та інтеграції (об'єднання у просторі і часі) на принципах і методах системного підходу та одержаних закономірностей, моделей, прогнозів і сценаріїв управління станом ґрунтів і земель в різних ландшафтно-географічних, кліматичних і водогосподарських умовах сухостепової зони. При цьому необхідним питанням є формування експертних систем еколого-агро-меліоративного моніторингу, основу яких повинні складати бази даних і бази знань для оптимального вирішення всіх завдань і проблем.

Основою методологічного забезпечення ЕАММ, об'єднання баз даних і знань, що характеризують ЕАМС земель, є принципи системного підходу для інтегрування даних різних видів ММЗ в єдиній, комплексній геоінформаційній системі ЕАММ: цілісності, структурності, взаємозалежності системи ЕАМС і оточуючого середовища, ієрархічності, спеціалізації та інтеграції, зворотного зв'язку та ін. Моніторингові дослідження і спостереження в системі ЕАММ необхідно організовувати і постійно здійснювати на регіональному та локальному рівнях. Для кожних ландшафтно-меліоративних і водогосподарських умов на зрошуваному масиві повинна працювати, як мінімум, одна дослідно-виробнича ділянка.

Об'єктом моніторингових досліджень повинні бути процеси просторової і часової мінливості стану меліорованих ґрунтів і агроландшафтів для організації геоінформаційної системи еколого-агро-меліоративного моніторингу. Предметом дослідження є комплекс природно-господарських умов, факторів і показників формування еколого-агро-меліоративного стану і режиму меліорованих агроландшафтів та родючості і продуктивності ґрунтів.

Для оцінки еколого-агро-меліоративного стану ґрунтів і агроландшафтів, вивчення закономірностей зміни їх стану під впливом тривалого гідромеліоративного навантаження необхідне використання сучасних методів математичного моделювання та прогнозування із застосуванням ГІС-технологій.

Оцінка, прогноз і оптимальне управління еколого-агро-меліоративним станом меліорованих земель і родючістю ґрунтів із застосуванням ГІС-технологій є основними завданнями еколого-агро-меліоративного моніторингу, базовою основою розробки і прийняття управлінських рішень щодо підвищення ефективності зрошуваного землеробства в сухостеповій зоні.

Розроблені системні принципи формування інтегрованої інформації (включаючи прогнози розвитку кожного показника ЕМР) про стан, стійкість та ефективність використання зрошуваних земель за допомогою ЕАММ є основою теоретико-методологічного обґрунтування меліоративного навантаження на ґрунти і агроландшафти.

На основі системних принципів і методів формування інтегрованої інформації про стан, стійкість та ефективність використання меліорованих земель за

допомогою еколого-агромеліоративного моніторингу (ЕАММ) розробляються нові методи моніторингових досліджень:

- 1) метод структурно-організаційного моделювання еколого-агромеліоративного стану і стійкості меліорованих ґрунтів і земель;
- 2) метод цільового прогнозування показників стану і стійкості зрошуваних земель та еколого-агромеліоративного режиму агроландшафтів;
- 3) метод інтегрованого управління продуктивністю, екологічною та економічною ефективністю використання зрошуваних земель;
- 4) метод індексного оцінювання результативності та ефективності еколого-меліоративного режиму зрошуваних ґрунтів і агроландшафтів.

У результаті проведення аналізу та узагальнення моніторингових досліджень основних показників еколого-агромеліоративного режиму і стану земель, родючості і продуктивності ґрунтів визначаються основні тенденції зміни вивчасмих показників в часі впродовж багаторічного періоду експлуатації зрошувальних систем. Маючи в сухостеповій зоні України 50-65 річний досвід впливу меліоративного навантаження на зрошувані ґрунти і агроландшафти, ми можемо з високим ступенем ймовірності системно прогнозувати тенденції і числові значення змін показників еколого-агромеліоративного режиму ґрунтів і агроландшафтів та корегувати меліоративні навантаження в комплексі із природоохоронними заходами.

Основною метою наукового обґрунтування меліоративних навантажень на ґрунти є: одержання проектних показників урожайності сільськогосподарських культур відповідної якості та стабільне збереження еколого-агромеліоративного стану зрошуваних ландшафтів і ґрунтів. У цьому зв'язку мета обґрунтування меліоративних навантажень на ґрунти цілком співпадає з метою формування оптимального еколого-меліоративного режиму зрошуваних ландшафтів і ґрунтів, а це дозволяє зробити важливий науковий висновок, що для обґрунтування критеріїв меліоративних навантажень на ґрунти доцільно застосовувати принципи і методи, які розробляються під час обґрунтування формування оптимального еколого-агромеліоративного режиму та щорічної оцінки його ефективності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Приходько В.Е. Орошаемые степные почвы: функционирование, экология, продуктивность. Москва : Интеллект, 1996. 168 с.
2. Морозов В.В. Ландшафтні меліорації: навч. посіб. Херсон : Вид-во ХДУ, 2007. 224 с.
3. Гринь Г.С. Галогенез лесовых почво-грунтов Украины. Киев : Урожай, 1969. 218 с.
4. Меліорація ґрунтів (систематика, перспективи, інновації): колективна монографія / за ред. С.А. Балюка, М.І. Ромашенка, Р.С. Трускавецького. Херсон : Гринь Д.С., 2015. 668 с.
5. Ґрунтознавство в Україні: історія та сучасність : монографія / Д.Г. Тихоненко, В.А. Вергунов, М.О. Горін, В.В. Морозов та ін. / за ред. Д.Г. Тихоненка. Харків : Майдан, 2016. 408 с.
6. Адаптація агротехнологій до змін клімату: ґрунтово-агрохімічні аспекти: монографія / за наук. ред. С.А. Балюка, В.В. Медведєва, Б.С. Носка. Харків : Стильна типографія, 2018. 364 с.
7. Апарин Б.Ф. Естественная парадигма В.В. Докучаева. *Живые и биосферные системы*. 2016. № 16. URL : [http://jbkc.ru\(archive\)issue-16/article-1](http://jbkc.ru(archive)issue-16/article-1).
8. Морозов В.В. Основи системного аналізу в гідромеліорації: навчальний посібник. Херсон : Вид-во ХДУ, 2008. 64 с.

9. Моделювання і прогнозування для проектів геоінформаційних систем / Морозов В.В., Морозов О.В., Плоткін С.Я. та ін. / за ред. Морозова В.В. Херсон : Вид-во ХДУ, 2007. 328 с.
 10. Образцов А.С. Системный метод: применение в земледелии. Москва : Агропромиздат, 1990. 303 с.
 11. Мамиконов А.Г. Основы построения АСУ. Москва : Высшая школа, 1981. 247 с.
 12. Саркисян С.А., Голованов Л.В. Прогнозирование развития больших систем. Москва : Статистика, 1975. 192 с.
 13. Джефферс Дж. Введение в системный анализ: применение в экологии. Москва : Мир, 1981. 250 с.
 14. Бончковский Н.Ф. Применение системного анализа в водном хозяйстве. Применение системного анализа в ирригации и дренаже. Москва : Гидрометиздат, 1976. С. 10–20.
 15. Айдаров И.П., Голованов А.И., Никольский Ю.Н. Оптимизация мелиоративных режимов орошаемых и осушаемых сельскохозяйственных земель: рекомендации. Москва : ВО «Агропромиздат», 1990. 60 с.
 16. Інформаційно – обчислювальне забезпечення моніторингу меліорованих земель. Частина 1 – Методика організації системи інформаційного забезпечення моніторингових робіт на зрошуваних землях. Посібник 3 до ВБН 33-5.5-01-97 «Організація і ведення еколого – меліоративного моніторингу», частина 1 – Зрошувані землі. Київ : Держводгосп України, 2002. 65 с.
 17. Методика оцінки і прогнозу еколого-меліоративного стану меліорованих земель. Частина 1 – Методика оцінки і прогнозу еколого–меліоративного стану і стійкості земель при зрошенні (Посібник 2 до ВБН 33-5.5-01-97). Київ : Держводгосп України, 2002. 147 с.
 18. Рекс Л.М. Гидромелиоративная система. *Степные просторы*. № 8. 1978. С. 35–37.
 19. Рекс Л.М. Системное исследование мелиоративных процессов и систем, методология их проектирования : автореф. дис. ... д-ра техн. наук. Москва, 1986. 44 с.
 20. Згуровський М.З., Панкратова Н.Д. Основи системного аналізу : підручник. Київ : Видавнича група ВНУ, 2007. 544 с.
 21. Наукові засади розвитку зрошення земель в Україні. Київ : Аграр. наука, 2012. 28 с.
 22. Наукові основи адаптації систем землеробства до змін клімату в Південному Степу України : монографія / за наук. ред. член.-кор. НААН Р.А. Вожегової. Розділ 2. Теоретичні аспекти удосконалення водогосподарської діяльності на зрошуваних землях. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2018. 752 с.
-

УДК 631.472

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.34>

ОСОБЛИВОСТІ МОРФОЛОГІЧНОЇ БУДОВИ ОРНИХ ҐРУНТІВ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я

Ожован О.О. – к.біол.н., завідувач кафедри польових і овочевих культур,
Одеський державний аграрний університет

Уведений у науку В.В. Докучаєвим профільний метод вивчення ґрунтів використовується як найбільш раціонально та науково обґрунтований, а також відповідає природним закономірностям вертикальної анізотропності ґрунтів. Морфологічні особливості ґрунтів території досліджень вивчено досить добре, і про них накопичено значний фактичний матеріал. Так, відомо, що чорноземні ґрунти за будовою профілю характеризуються ясно вираженою верхньою товщею накопичення гумусу, обмінних основ та біогенних зольних елементів, глибше якої знаходиться карбонатно-ілювіальна товща, яка поступово переходить у породу. Однак територія досліджень характеризується інтенсивними темпами дегуміфікації, відзначається нівелювання гумусової зональності характерної для чорноземів звичайних південної смуги їх розповсюдження та чорноземів південних. Основною метою наших досліджень було встановлення впливу зональних, фаціальних та антропогенних чинників на формування особливостей морфологічної будови ґрунтів. Об'єкт досліджень: автоморфні ґрунти північно-західного Причорномор'я. Основні методи: порівняльно-географічний, профільний та статистичний. Проаналізовано особливості морфологічної будови автоморфних ґрунтів північно-західного Причорномор'я. У польових умовах встановлено генетичні горизонти ґрунтів, їх потужність, забарвлення, гранулометричний склад, структуру, наявність включень та новоутворень, характер закипання. Проведено статистичну обробку даних морфологічних показників. Усі досліджувані ґрунти характеризуються типовою для чорноземів будовою ґрунтового профілю. Потужність горизонтів у зональних ґрунтах змінюється не суттєво. Чорноземи південні, виведені зі зрошення, відзначаються розтягнутим гумусово-аккумулятивним горизонтом порівняно з незрошуваними ґрунтами. У диференціації ґрунтового покриву території дослідження відіграє значну роль зволоженість, про що свідчить зменшення потужності гумусового шару з півночі на південь. Фаціальні особливості проявляються у збільшенні гумусованої частини профілю в чорноземах звичайних міцелярно-карбонатних порівняно з модальними аналогами. Незважаючи на значний антропогенний вплив, досліджувані ґрунти зберігають параметри чорноземного типу ґрунтоутворення.

Ключові слова: чорноземи, ґрунтовий профіль, генетичний горизонт, морфологічні ознаки, північно-західне Причорномор'я.

Ozhovan O.O. Features of the morphological structure of soils of the North-West Black Sea region

Introduced into science by V.V. Dokuchaev, the profile method of soil study is used as the most rational and scientifically substantiated, and it also corresponds to the natural laws of vertical anisotropy of soils. The morphological features of the soils of the study area have been studied quite well and considerable factual material has been accumulated about them. It is known that chernozem soils are characterized by a pronounced upper layer of humus, exchange bases and biogenic ash elements, below which is the carbonate-illuvial layer, which gradually turns into rock. However, the study area is characterized by intensive rates of dehumification, there is a leveling of humus zonation characteristic of ordinary chernozems of the southern strip of their distribution and southern chernozems. The main goal was to determine the effect of zonal, facies and anthropogenic factors on the formation of features of soil morphological structure. Object of study: automorphic soils of the Northwest Black Sea region. The main methods are comparative-geographical, profile and statistical. The peculiarities of the morphological structure of the automorphic soils of the Northwest Black Sea region are analyzed. In the field, the soil genetic horizons, their power, coloration, granulometric texture, structure, presence of inclusions and neoformation, the character of boiling are established. Morphological indicators were statistically processed. All the soils under study are characterized by the typical soil structure of the soil profile. The depth of horizons in zonal soil does not change significantly. The southern chernozem, which is derived from irrigation, is characterized by a stretched humus-accumulative horizon compared to unrigated soils. Moisture plays a significant role in the differentiation of the soil cover of the study area, as

evidenced by the decrease in the humus layer thickness from north to south. Facies features are manifested in the increase of the humus portion of the profile in the chernozem of conventional micellar-carbonate compared to modal analogues. Despite the significant anthropogenic impact, the studied soils retain the parameters of chernozem type soil formation.

Key words: chernozems, soil profile, genetic horizon, morphological features, north-western Black Sea region.

Постановка проблеми. Найбільш удалим методом установлення закономірностей вертикальної анізотропності ґрунтів є профільний метод дослідження. Профіль ґрунту утворюється в результаті диференціації вихідної ґрунтоутворюючої породи під впливом ґрунтоутворення на генетичні горизонти. Він являє собою не плоску стінку ґрунтового розрізу, а реальне тіло природи в трьох вимірах, головною особливістю якого є його генетична цілісність.

У профілі ґрунту спостерігається закономірна зміна всіх його властивостей по вертикалі: фізичних, хімічних, фізико-хімічних, а також гранулометричного, мінералогічного та хімічного складу. Ці зміни можуть бути поступовими або одноманітними та мати різкі відмінності у складі та властивостях горизонтів профілю. Головні чинники, які визначають утворення ґрунтового профілю – це вертикальні потоки речовини та енергії, а також вертикальний розподіл живої органічної речовини в масі ґрунту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Морфологічні особливості ґрунтів території досліджень вивчено досить добре, і про них накопичений значний фактичний матеріал у працях М.К. Крупського, М.І. Полупана, Н.М. Бреуса, Н.Б. Вернандер, І.М. Гоголева, С.П. Позняка та ін. [1–7]. Однак у сучасних умовах агресивного природокористування вивчення морфологічних ознак ґрунту є актуальним, оскільки характеризує особливості розвитку ґрунтового покриву. Важливість дослідження морфологічної будови та її трансформації підтверджено багатьма сучасними авторами [8–10].

Постановка завдання. Метою наших досліджень є встановлення особливостей морфологічної будови автоморфних ґрунтів північно-західного Причорномор'я.

Об'єктом дослідження є автоморфні ґрунти північно-західного Причорномор'я. Предмет дослідження – морфологічні особливості ґрунтів. Вивчення морфологічних ознак автоморфних ґрунтів північно-західного Причорномор'я проводили порівняльно-географічним, профільним та статистичним методами. Досліджували морфологічні ознаки в розрізах та напіврозрізах у межах ключових ділянок «Роздільна» (чорноземи звичайні модальні, рілля), «Малоярославець» (чорноземи звичайні міцелярно-карбонатні, рілля), «Молодіжне» (чорноземи південні модальні, рілля), «Глибоке» (чорноземи південні, рілля, 15 років тому виведені зі зрошення) та «Ізмаїл» (чорноземи південні карбонатні, рілля). Обстеження проводилися навесні перед початком вегетаційного періоду. Таке розташування ключових ділянок дасть змогу встановити вплив зональних, фаціальних та локальних ґрунтоутворюючих чинників на формування морфологічної будови ґрунтів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Аналізуючи літературні дані щодо морфологічної будови чорноземів, передусім слід зазначити: вони характеризуються потужним шаром накопичення гумусу, обмінних основ та біогенних зольних елементів, глибше якого знаходиться карбонатно-ілювіальна товща, яка поступово переходить у породу. Характерною ознакою зональних чорноземів звичайних є наявність карбонатів у вигляді білозірки або псевдоміцелію, рідше – прожилок. Зональні особливості проявляються у потужності гумусованої частини профілю, так, відзначається тренд зменшення гумусового шару з півночі на південь і становить 65–85 та 45–65 см відповідно [7; 11]. Нами досліджено

морфологічні особливості чорноземів звичайних модальних. Розріз закладений на ріллі, поблизу м. Роздільна Одеської області (табл. 1).

Таблиця 1
Морфологічні особливості чорноземів звичайних модальних

Гене- тичний горизонт	Гли- бина	Забарвлення	Грануло- метричний склад	Структура	Щільність	Перехід
H	0–34	темно-сірий	важко- суглинковий	грудкувато- брилуватий	ущільнений	поступовий
Hp	34–56	темно-сірий	важко- суглинковий	грубозерни- стий	злегка ущільнений	поступовий
HP	56–64	темно-сірий з темно-бурими плямами	важко- суглинковий	грудкуватий	ущільнений	поступовий
Phk	64–74	темно-сірий, гумусові пательки	важко- суглинковий	грудкувато- зернистий	ущільнений	поступовий
P(h)k	74–104	палево-бурий із темно-сіри- ми плямами	важко- суглинковий	стовпчасто- грудкуватий	ущільнений	поступовий

Географо-генетичні особливості морфологічної будови ґрунтів проявляються й у широтному напрямі, зумовлюючи фаціальні їхні відмінності. Так, для чорноземів звичайних міцелярно-карбонатних характерна більша (65–130 см) потужність гумусованої частини профілю. Непромивний тип водного режиму та посушливий клімат сприяє насиченню ґрунтів кальцієм, що забезпечує добру структурованість і зумовлює їх високу родючість [11–13].

Фаціальні особливості прояву ґрунтоутворних чинників на морфологічну будову чорноземів звичайних досліджували поблизу с. Малоярославець Другий Тарутинського району Одеської області (табл. 2).

Чорноземи південні характеризуються зменшенням кількості гумусу із глибиною; ущільненням у перехідних горизонтах та деяким збільшенням умісту мулистих часток; чіткою вираженістю горизонту білозірки і обов'язковою присутністю гіпсу на глибині 180–200 см. Потужність гумусового профілю коливається в межах 65–70 см, порівняно коротко переходить у породу. Морфологічна будова чорноземів південних представлена розрізом, який закладений на ріллі поблизу с. Молодіжне Овідіопольського району Одеської області (табл. 3).

Аналізуючи літературні джерела, слід відзначити зміни морфологічних показників чорноземів південних під час зрошення. Відзначається збільшення гумусово-акумулятивного та перехідних горизонтів, забарвленість горизонтів стає більш однорідною та темною; чітко виділяється горизонт гумусових пательок; зниження лінії скипання від 10% НСІ та верхньої границі залягання карбонатів [4]. Ґрунти, які виведені зі зрошення, мають свої особливості морфологічної будови Морфологічні характеристики чорноземів південних, які 15 років тому були виведені зі зрошення, досліджували поблизу с. Глибоке Татарбунарського району Одеської області (табл. 4).

Таблиця 2

Морфологічні особливості чорноземів звичайних міцелярно-карбонатних

Гене- тичний горизонт	Гли- бина	Забарвлення	Грануло- метричний склад	Структура	Щільність	Перехід
H	0–40	темно-сірий	важко-суглинковий	горіхувато-грудкуватий	злегка ущільнений	хвилястий
Hp	40–61	темно-сірий	важко-суглинковий	стовпчасто-грудкуватий	злегка ущільнений	поступовий
Phk	61–90	сірий з буруватим відтінком	важко-суглинковий	стовпчасто-грудкуватий	злегка ущільнений	поступовий
P(h)k	90–110	палево-бурий із сірими плямами	важко-суглинковий	стовпчасто-грудкуватий	ущільнений	поступовий
Pk	110–130	темно-бурий	важко-суглинковий			

Таблиця 3

Морфологічні особливості чорноземів південних

Гене- тичний горизонт	Гли- бина	Забарвлення	Грануло- метричний склад	Структура	Щільність	Перехід
H	0–34	темно-сірий з буруватим відтінком	важко-суглинковий	стовпчас-то-дрібно-брилуватий	злегка ущільнений	рівний
Hp	34–47	плями темно-сірі з бурим та сірувато-бурим відтінком	важко-суглинковий	грудкувато-дрібнобрилуватий	ущільнений	хвилястий
HP	47–64	сірий з буруватим відтінком	важко-суглинковий	грудкувато-дрібнобрилуватий	ущільнений	поступовий
Phk	64–75	плямистий, плями темно-сірі та сіро-бурі	важко-суглинковий	горіхувато-грубобрилуватий	ущільнений	поступовий
P(h)k	75–91	бурий з палево-бурими плямами та буро-сірими гумусованими патьоками	важко-суглинковий	грудкувато-зернистий	ущільнений	поступовий
Pk	91–130	палево-бурий	важко-суглинковий			

Таблиця 4

Морфологічні особливості чорноземів південних виведених зі зрошення

Гене-тичний горизонт	Гли-бина	Забарвлення	Грануло-метричний склад	Структура	Щільність	Перехід
Н	0–44	темно-сірий з бурим відтінком	важко-суглинковий	горіхувато-грудкуватий	ущільне-ний	ясний за кольором
Нр	44–52	темно-сірий з бурим відтінком	важко-суглинковий	грудкуватий	ущільне-ний	хвилястий
Phk	52–67	бурий з сіруватим відтінком	важко-суглинковий	стовпчасто-грудкуватий	ущільне-ний	поступовий
P(h)k	67–98	темно-бурий	важко-суглинковий	грудкувато-зернистий	ущільне-ний	поступовий
Pk	98–120	бурий	важко-суглинковий			

Дослідження морфологічних особливостей будови ґрунтів північно-західного Причорномор'я у локальному аспекті проводили на прикладі чорноземів південних карбонатних нижньоодунайських надзаплавних терас. Було закладено розріз на ріллі неподалік м. Ізмаїл Одеської області (табл. 5).

Таблиця 5

Морфологічні особливості чорноземів звичайних міцелярно-карбонатних

Гене-тичний горизонт	Гли-бина	Забарвлення	Грануло-метричний склад	Структура	Щільність	Перехід
Нк	0–37	темно-сірий	середньо-суглинковий	дрібно-грудкува-то-пилюватий	пухкий	рівний
Нрк	37–49	бурувато-сірий	середньо-суглинковий	грудкувато-грубо-брилуватий	ущільне-ний	рівний
Phk	49–72	сірувато-буруватий	середньо-суглинковий	горіхуватий	ущільне-ний	поступо-вий
Pk	72–130	палево-бурий	середньо-суглинковий			

Усі досліджувані ґрунти характеризуються типовою для чорноземів будовою ґрунтового профілю: наявністю потужного гумусово-аккумулятивного горизонту, гумусового перехідного та перехідного до породи горизонту з наявністю білозірки. Потужність горизонтів у зональних ґрунтах змінюється не суттєво.

Установлено, що середньостатистична глибина гумусово-аккумулятивного горизонту становить 34,5 см. Чорноземи південні, виведені зі зрошення, відзначаються розтягнутим гумусово-аккумулятивним горизонтом до 44 см (табл. 6, рис. 1).

Таблиця 6

**Статистична обробка морфологічних показників орних ґрунтів
північно-західного Причорномор'я**

Морфологічний показник	Число повторностей	Середнє арифметичне значення	Помилка середньої арифметичної	Відносна помилка вибіркової середньої	Коефіцієнт варіації	Критерій Ст'юдента	Довірчий інтервал
Нижня границя гумусово-аккумулятивного горизонту Н, см	13	34,5	1,1	3,3	11,94	2,18	32,0–36,9
Нижня границя верхнього перехідного гумусового горизонту Н _р (Н _Р), см	13	53,2	2,1	3,7	13,96	2,18	48,7–57,6
Нижня границя нижнього перехідного горизонту Р _н , см	13	71,6	2,4	3,3	12,17	2,18	66,3–76,9
Глибина закипання, см	13	50,6	5,2	9,7	36,97	2,18	39,3–61,9

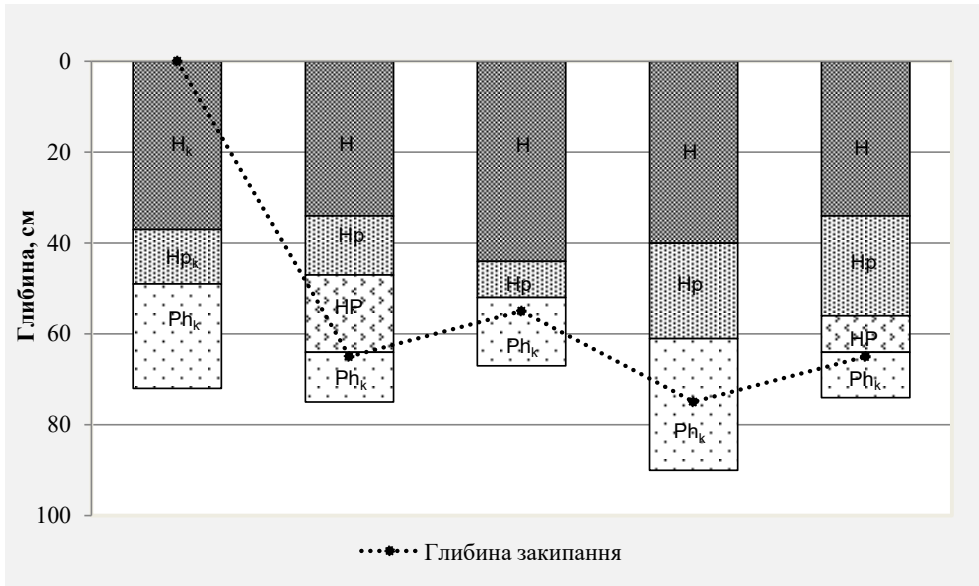


Рис. 1. Потужність генетичних горизонтів автоморфних ґрунтів північно-західного Причорномор'я: 1 – чорнозем південний карбонатний; 2 – чорнозем південний; 3 – чорнозем південний постзрошуваний; 4 – чорнозем звичайний міцелярно-карбонатний; 5 – чорнозем звичайний

Середньостатистична глибина гумусового шару (Н+Нр+НР) досліджуваних ґрунтів становить 53,2 см. У диференціації ґрунтового покриву території дослідження за цим показником значну роль відіграє зволоженість, про що свідчить зменшення потужності гумусового шару з півночі на південь. У такому ж напрямку змінюється потужність профілю, яка у чорноземах звичайних модальних та міцелярно-карбонатних становить 101–110 см, у чорноземах південних – 91–98 см, найменшими значеннями характеризуються чорноземи південні карбонатні нижньодунайських надзаплавних терас – 72 см.

Потужність гумусованої частини профілю (Н+Нр+НР+Ph) у досліджуваних чорноземах досягає у середньому 72 см. Фаціальні особливості проявляються у збільшенні гумусованої частини профілю в чорноземах звичайних міцелярно-карбонатних порівняно з чорноземами звичайними (90 та 74 см відповідно).

Глибина закипання досліджуваних чорноземів відзначається у межах нижнього перехідного горизонту за винятком чорноземів південних карбонатних нижньодунайських надзаплавних терас, які закипають із поверхні.

Висновки і пропозиції. Досліджувані автоморфні ґрунти північно-західного Причорномор'я, які представлені чорноземами звичайними, чорноземами звичайними міцелярно-карбонатними, чорноземами південними та чорноземами південними карбонатними, характеризуються типовою для них потужністю гумусованої частини профілю (Н+Нр+НР+Ph) – 67–75 см та гумусово-аккумулятивного горизонту – 34–44 см. Геоморфологічні та кліматичні умови досліджуваної території впливають не лише на зональні закономірності процесу ґрунтоутворення, а й формують фаціальні особливості ґрунтів. Так, чорноземи звичайні міцелярно-карбонатні мають відносно більш потужну гумусовану частину профілю та високу мобільність карбонатів у профілі. Антропогенний чинник, зокрема зрошення, зумовив розтягування ґрунтових горизонтів чорноземів південних.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Крупский Н.К., Полуван Н.И. Атлас почв Украинской ССР. Киев : Урожай, 1979. 160 с.
2. Бреус Н.М., Дусановский Д.Л., Джмаль Л.А. Атлас почв Украинской ССР. Киев : Урожай, 1979. 157 с.
3. Ґрунти Одеської області. Одеса, 1969. 50 с.
4. Позняк С.П. Орошаемые чернозёмы юго-запада Украины. Львов : ВНТЛ, 1997. 240 с.
5. Полуван Н.И. Почвы Украины и повышение их плодородия. Т. 1. Экология, режимы и процессы, классификация и генетико-производственные аспекты. Киев : Урожай, 1988. 296 с.
6. Вернандер Н.Б., Гоголев И.Н., Ковалишин Д.И. Природа Украинской ССР. Почвы. Киев : Наукова думка, 1986. 216 с.
7. Чернозёмы СССР (Украина). Москва : Колос, 1981. 256 с.
8. Войтків П., Іванов Є. Морфологічні особливості буроземів (Cambisols) пралісів Угольсько-Широколужанського масиву Карпатського біосферного заповідника. *Фізична географія. Наукові записки*. 2019. № 1. С. 39–46. DOI: <https://doi.org/10.25128/2519-4577.19.2.5>.
9. Яковенко В.М. Макро- та мікроморфологічна диференціація гумусово-аккумулятивного горизонту лісових ґрунтів. *Ґрунтознавство*. 2016. Вип. 17. № 3–4. С. 64–80. DOI: 10.15421/041614.
10. Підкова О. Морфологічна будова і мікроморфологічні особливості дерново-підзолистих ґрунтів, ґрунтотворних і підстилаючих порід Розточчя. *Вісник Львівського університету. Серія географічна*. 2013. Вип. 44. С. 275–285.

11. Полупан Н.И., Носко Б.С., Кузмичев В.П. Полевой определитель почв. Киев : Урожай, 1981. 320 с.
12. Кисіль В.Д. Агрогрунтові райони степової чорноземної зони *Агрохімія і ґрунтознавство*. 1969. Вип. 12. С. 109–137.
13. Кисіль В.Д., Платонова Г.Ю. Природа та агровиробничі властивості чорноземів звичайних південно-західних районів Степу Української РСР. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 1978. Вип. 36. С. 23–27.

УДК 504.054

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.35>

НАПРЯМИ БІОРЕМЕДІАЦІЇ ТЕХНОГЕННО ЗАБРУДНЕНИХ ҐРУНТІВ

Писаренко П.В. – д.с.-г.н., професор, завідувач кафедри екології,
збалансованого природокористування та захисту довкілля,
Полтавська державна аграрна академія

Диченко О.Ю. – к.с.-г.н., доцент кафедри екології,
збалансованого природокористування та захисту довкілля,
Полтавська державна аграрна академія

Цьова Ю.А. – к.с.-г.н., доцент кафедри екології,
збалансованого природокористування та захисту довкілля,
Полтавська державна аграрна академія

Середа М.С. – аспірант кафедри екології,
збалансованого природокористування та захисту довкілля,
Полтавська державна аграрна академія

Дослідження напрямів очистки і відновлення техногенно забруднених ґрунтів біологічними методами, зокрема пробіотичними препаратами, є одним з актуальних питань сьогодення, тому головним завданням даних досліджень стало оцінити фітотоксичність ґрунту, забрудненого важкими металами та нафтопродуктами, до і після очистки води пробіотичними препаратами та обґрунтувати напрями біоремедіації техногенно забруднених ґрунтів.

У статті проведено оцінку фітотоксичності техногенно забрудненого ґрунту, відібраного на різних відстанях від звалища твердих побутових відходів. Для оцінки фітотоксичної ефекту впливу нафтопродуктів та важких металів використано показники: висота проростків, довжина коренів, фітомаса проростків і кореневої системи рослин. В експерименті були використані тест-культури: горох посівний (*Pisum sativum*), овес звичайний (*Avena sativa*).

Отримані результати показали, що практично за всіх концентрацій нафтопродуктів та важких металів за допомогою пробіотику ґрунт відновлено до 5-го класу токсичності – токсичність відсутня. Тільки у досліді на гороху посівному у ґрунті з 5-ї ділянки по масі коренів і по масі наземної частини фітотоксичний ефект очистки за допомогою пробіотику становив понад 20% – слабка токсичність. Середній ефект чистки пробіотиком за висівання гороху посівного становив 75%, овесу звичайного – 74%.

В умовах польового дослідження встановлено, що під час використання Світеко-Агробіотик-01 розбавленням 1:1000 концентрація нафтопродуктів знизилася на 1-й пробі – на 85% (50 м від звалища), на 2-й пробі – на 87% (500 м від звалища). Таким чином, даний експеримент підтвердив високу ефективність біоремедіації (понад 80%) у польових умовах порівняно із самоочищенням ґрунту від нафтопродуктів.

Установлено, що в результаті проведення фіторемедіації забруднених ґрунтів нафтопродуктів за допомогою рослин та пробіотичних препаратів найбільш високу здатність

до очищення показала віко-вісяна суміш із пробіотиком. Люцерна з пробіотиком показували також високі результати, але нижчі від попередньої суміші на 4–7%. Використання самих пробіотичних препаратів показало достатньо високий ефект, але нижчий, аніж комплексне використання з рослинами (орієнтовно на 10–12%). Таким чином, у результаті проведення фіторе mediaції вдалося прискорити процес очищення ґрунтів від нафтопродуктів. При цьому порівняно з процесом самоочищення вміст забруднювача за використання віко-вісяної суміші і пробіотику знизив у ґрунтових зразках із початкової концентрацією 1000 мг/кг на 50%, 2000 мг/кг – на 46%, 5000 мг/кг – на 45% і 10000 мг/кг – на 22%.

На основі проведених досліджень у подальшому планується розробити методичні основи комплексної системи відновлення техногенно забруднених ґрунтів за рахунок застосування новітніх екологічно безпечних методів (пробіотичних препаратів).

Ключові слова: пробіотик, нафтопродукти, забруднений ґрунт, фітотоксичний ефект, токсичність.

Pysarenko P.V., Dychenko O.Yu., Ts'ova Yu.A., Sereda M.S. Directions of bioremediation of technogenic contaminated soils

Studying the directions of purification and reclamation of industry-related polluted soils with biological methods, probiotic preparations, in particular, is one of the topical questions at present. Therefore the main task of this research was to estimate the phyto-toxicity of soil polluted with heavy metals and petroleum products before and after water purification with probiotic preparations and substantiate the directions of industry-related polluted soils' bioremediation.

The estimation of phyto-toxicity of the polluted soil taken at different distances from solid waste landfill was conducted in the article. To evaluate the phyto-toxic effect of petroleum products and heavy metals, the following indicators were used: plantlets' height, root length, the phyto-mass of plantlets and plant root system. Garden pea (*Pisum sativum*) and cultivated oat (*Avena sativa*) were used as test crops in the experiment.

The obtained results have shown that practically at all petroleum products and heavy metals' concentrations the soil was reclaimed to toxicity class 5 by using probiotic, i.e. the toxicity was absent. Only in the experiment on garden pea on plot 5, the phyto-toxic effect after purification with probiotic made more than 20% as to root and above-ground part weight – the toxicity was weak. The average effect after purification with probiotic at sowing garden pea made 75% and oat – 74%.

In the conditions of field experiment, it has been established that at applying Sviteco-Agrobionic-01 diluted in 1:1,000, the concentration of petroleum products decreased by 85% in sample 1 (50 meters away from the landfill) and by 87% in sample 2 (500 m away from the landfill). Thus, this experiment confirmed the high effectiveness of bio-remediation (more than 80%) under field conditions in comparison with self-purification of soils from petroleum products.

It has been established that as a result of conducting phyto-remediation of soils polluted with petroleum products by using plants and probiotic preparations, the highest ability to purification was shown by vetch and oat mixture with probiotic. Alfalfa with probiotic also showed high results, but by 4–7% lower than the previously mentioned mixture. Applying only probiotic preparations demonstrated high enough effect, but it was lower than their complex using with plants (by about 10–12%). Thus, as a result of using phyto-remediation, it became possible to accelerate the process of soil purification from petroleum products. Moreover, in comparison with the process of self-purification, the amount of pollutant decreased in soil samples at applying vetch and oat mixture with probiotic from the initial concentration of 1,000 mg/kg by 50%, 2,000 mg/kg – by 46%, 5,000 mg/kg – by 45%, and 10,000 mg/kg – by 22%.

Based on the conducted studies, in future it is planned to develop methodological foundations of the complex system of industry-related polluted soils' reclamation by using the latest environmentally safe methods (probiotic preparations).

Key words: probiotic, petroleum products, contaminated soil, phytotoxic effect, toxicity.

Постановка проблеми. Поверхневі накопичувачі твердих відходів, зокрема звалища твердих відходів, у результаті недотримання правил їх складування і захоронення завдають шкоди флорі та фауні, здоров'ю населення, а також впливають на динамічну рівновагу біосфери. Ґрунт при цьому є ефективним поглиначем багатьох токсичних речовин, у тому числі важких металів та нафтопродуктів, які зазвичай утримуються в поверхневому, родючому шарі. Нафтопродукти та важкі метали змінюють механічні, хімічні, біохімічні і фізико-хімічні характеристики

грунту, викликаючи загибель рослин і мікроорганізмів, що сприяють її самоочищенню. Будь-яке забруднення літосфери твердими побутовими відходами може спричинити забруднення поверхневих і підземних вод та атмосфери.

Загалом відходи вивозять на 4 530 звалищ і полігонів у регіонах України, з яких 770 обслуговують крупні населені пункти [1, с. 45]. Водночас більшість звалищ і полігонів твердих полігонів заповнено більше ніж на 90% та не відповідають вимогам екологічної безпеки, практично всюди відсутні системи утилізації фільтрату, збору біогазу, що збільшує техногенну небезпеку даних об'єктів. Особливу небезпеку створюють звалища твердих побутових відходів, які забруднюють землі сільськогосподарського призначення та створюють економічні збитки доквітлю та сільському господарству. Тому питання рекультивациі та ремедациі техногенно забруднених ґрунтів, зокрема місць видалення відходів, є надзвичайно актуальними.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сьогодні питання скорочення площ техногенно забруднених ґрунтів, зокрема забруднених твердими побутовими відходами та нафтопродуктами, а також їх відновлення і повернення в господарський обіг досліджувалися багатьма вітчизняними та зарубіжними вченими, серед яких: Р. Амос [2], А. Адебола [3], С. Ан'яна [4], О. Бабаджанова [5], Бунйо [6], В.С. Ваґін [7], А. Вієрзбіскі [8], Г. Галілова [9], К. Сінґ [10], С. Чачіна [11], Ч. Чигренева [12], Я. Янінг [13] тощо. Водночас за наявності широкого комплексу методів рекультивациі техногенно забруднених ґрунтів важкими металами та нафтопродуктами, що наводиться у науковій літературі, питання використання пробіотиків для очищення місць видалення відходів, є недостатньо вивченими. Широкому застосуванню пробіотичних препаратів перешкоджає недостатня вивченість даного напрямку: відсутні наукова і науково-практична база, порівняльні дослідження різних пробіотиків, методики розрахунку необхідних доз використання, прибутків для отримання заданого ефекту очищення тощо. Таким чином, постає необхідність у подальших дослідженнях методів відновлення техногенно забруднених ґрунтів мікробіологічними препаратами.

Постановка завдання. Метою роботи є наукове обґрунтування напрямів очистки і відновлення техногенно забруднених ґрунтів біологічними методами, зокрема пробіотичними препаратами. Головним завданням досліджень стало оцінити фітотоксичність ґрунту, забрудненого важкими металами та нафтопродуктами, до і після очистки води пробіотичними препаратами.

Матеріал та методика досліджень. На першому етапі роботи для комплексної оцінки фітотоксичності ґрунту, забрудненого нафтопродуктами, до і після очистки води пробіотичними препаратами використано метод проростків [14, с. 47].

Метод проростків заснований на реакції тест-культур під час внесення в ґрунт різних забруднюючих речовин. Він дає змогу виявити токсичну або стимулюючу дію тих чи інших речовин. Як тест-культури одночасно використовуються рослини, здатні фіксувати і не здатні фіксувати азот [15, с. 21].

Для визначення фітотоксичності забрудненого нафтопродуктами ґрунту поміщали в чашки Петрі та висівали насіння тест-культур. Фітотоксичність визначали за проростанням насіння тест-культур. Контроль – дистильована вода.

Визначення фітотоксичного впливу ґрунту на ріст і кореневу систему рослин здійснювали на підставі розрахунку за формулою [16, с. 18]:

$$FE = [(M_o - M_k) / M_o] \times 100 \%, \quad (1)$$

де M_o – маса або ростові показники рослин із контрольним зразком води;

M_k – маса або ростові показники рослин у воді, що досліджується. Дослідження були проведені у чотириразовій повторності.

Як тест-культури повинні бути використані типові рослини для досліджуваного виду забруднювача, що володіють яскраво вираженою стрес-реакцією на наявне забруднення: горох посівний (*Pisum sativum*), овес звичайний (*Avena sativa*) [17, с. 78].

На першому етапі посів тест-культур проводився після внесення нафтопродуктів у трьох варіантах: на 2 добу; на 30 добу; на 180 добу. Нафтопродукти були внесені до вмісту: 1000, 2000, 5000, 10000 і 20000 мг/кг. Зразки знімалися на 14 добу після висаджування. Уміст нафтопродуктів у контрольному зразку ґрунту становив 40 мг/кг, що відповідає фоновій концентрації нафтопродуктів для Полтавської області.

Очищення забрудненого нафтопродуктами ґрунту проводили біологічним методом, використовуючи пробіотик Світеко-Агробіотик-01 (у розведенні 1:100). Пробіотик вносили на другий день після нафтового забруднення. Для оцінки фітотоксичного ефекту забрудненого нафтопродуктами ґрунту після внесення пробіотику використовували тест-культури горох посівний (*Pisum sativum*) та овес звичайний (*Avena sativa*).

Виклад основного матеріалу дослідження. На першому етапі експерименту проведено дослідження ґрунту біля звалища ТПВ (с. Сенча, Лохвицького району Полтавської області), відібраного на різних відстанях від нього (у шарі ґрунту 0–20 см): 1 ділянка – 500 м; 2 ділянка – 250 м; 3 ділянка – 100 м; 4 ділянка – 50 м; 5 ділянка – тіло звалища ТПВ.

Попередні хіміко-токсикологічні дослідження зразків ґрунту в акредитованій лабораторії агроекологічного моніторингу ПДАА здійснювали за загальноприйнятими методиками (ДСТУ 17.4.4.02:2019; ДСТУ 4770.9:2007; ДСТУ 4770.3:2007; ДСТУ 4770.5:2007; ДСТУ 4770.1:2007; ДСТУ 7965:2015; ДСТУ 4770.6:2007; ДСТУ 4770.2:2007; ДСТУ 7965:2015; МВВ 31-497058-009-2002). Оцінка результатів кількісного хімічного аналізу шифрованих проб ґрунту показала завищений уміст важких металів та нафтопродуктів залежно від відстані від звалища ТПВ, що значно перевищує встановлені норми Наказу МОЗ від 14.07.2020 № 1595 «Про затвердження Гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних речовин у ґрунті» (рис. 1).

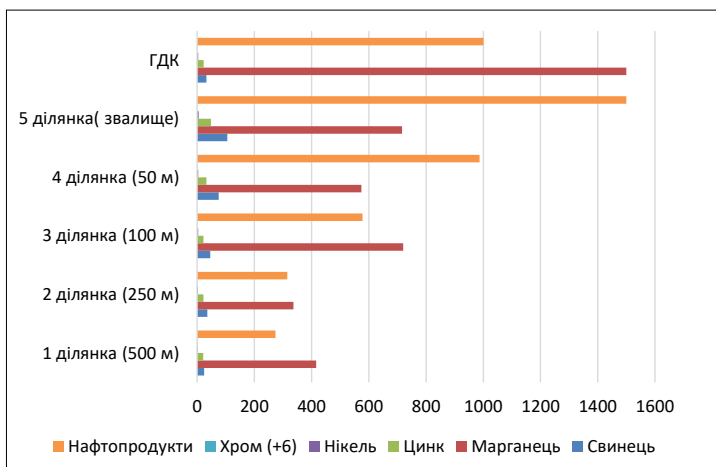


Рис. 1. Валовий уміст важких металів у ґрунті та нафтопродуктів на різних відстанях від звалища ТПВ

У лабораторних умовах проведено оцінку фітотоксичного ефекту відібраних проб ґрунту на різних відстанях від звалища ТПВ до і після очистки пробіотичними препаратами (Світеко-Агробіотик-01, розбавлення 1:1000). Для оцінки фітотоксичного ефекту (ФЕ) ґрунту впливу важких металів і нафтопродуктів до і після очистки пробіотиком використано горох посівний та овес звичайний. Для оцінки ФЕ були використані такі показники: висота проростків, довжина коренів, а також фітомаса проростків і кореневої системи рослин. Порівняння результатів ФЕ без внесення пробіотиків та з ними приведено табл. 1.

Таблиця 1

Фітотоксичний ефект ґрунту (ФЕ), забруднений та відновлений за допомогою пробіотику

Час експозиції, дб (від внесення пробіотику)	Ділянка	ФЕ, %									
		по проростанню		по довжині коренів		по масі коренів		по довжині наземної частини		по масі наземної частини	
		забруднений ґрунт	з очисткою пробіотиком	забруднений ґрунт	з очисткою пробіотиком	забруднений ґрунт	з очисткою пробіотиком	забруднений ґрунт	з очисткою пробіотиком	забруднений ґрунт	з очисткою пробіотиком
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Горох посівний (<i>Pisum sativum</i>)											
2	1 ділянка	2,6	-1,2	5	-2,5	0,8	-1,1	6,7	-1,1	0	-1,2
	2 ділянка	2,6	-1,6	9,3	-1	-0,8	-0,5	-5,7	-5,1	-3,4	-5,2
	3 ділянка	-2,6	-3,2	14,3	2,4	-0,5	-0,6	3,7	-2,1	-5,2	-4,5
	4 ділянка	10,4	2,5	11,4	3,6	-9,3	-5,5	9,8	3,1	-9,3	-10,2
	5 ділянка	16,9	3,1	15	5,1	-11,9	-5,6	13,6	4,2	-11,9	-5,2
20	1 ділянка	2,7	-0,6	-3,9	-0,5	2,6	-0,1	1,7	-1,2	0,7	-2,1
	2 ділянка	13,3	-0,4	1,9	1,2	7,6	1,2	11,3	-3,1	4,3	1,2
	3 ділянка	9,3	1,2	3,9	1,5	5,7	1,5	24,8	1,1	10,1	5,1
	4 ділянка	9,3	3,5	5,8	1,5	9,8	0,2	22,6	12,1	13	7,8
	5 ділянка	13,3	5,7	8,3	2,2	-3,8	-1,1	-0,2	-1,1	-6,5	-2,5
180	1 ділянка	18	2,5	14	2,8	25	5,1	1,8	-2,1	2	-1,1
	2 ділянка	28,8	7,8	53,7	10,1	39,1	6,1	21,2	5,1	12,6	5,3
	3 ділянка	42,4	10,2	57,4	12,2	55,1	6,8	35,9	10,1	28,3	9,1
	4 ділянка	67	15,1	72,8	15,5	75,1	15,1	65,2	12,1	60,3	14,3
	5 ділянка	78,3	18,2	49,3	18,1	78,2	21,5	51,8	15,3	79,8	22
Овес звичайний (<i>Avena sativa</i>)											
2	1 ділянка	15,5	1,5	2,3	0,2	3,4	-1,2	8,7	1,1	1,4	0,5
	2 ділянка	16,9	3,5	12,4	5,1	5,1	0,6	10,7	5,2	9,4	1,1
	3 ділянка	20,8	3,5	22,2	6,5	5,1	2,2	18,8	3,6	13,8	1,5
	4 ділянка	23,9	7,8	36	10,2	5,9	2,3	25,5	8,9	19,6	12,2
	5 ділянка	40,9	10,5	40,1	12,3	35,6	4,9	46	8,9	34,8	15,1

Закінчення таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
20	1 ділянка	7,5	1,2	3,3	0,2	2,2	-1,2	-0,4	-4,2	2,7	0,2
	2 ділянка	13	5,2	7,9	0,8	0	-0,5	2,2	-3,2	8	0,5
	3 ділянка	18,1	7,8	9,5	3,6	9,5	0,9	3,2	0,5	3,6	1,1
	4 ділянка	17,8	8,1	11,5	5,2	16,8	1,5	4,1	0,9	5,3	1,6
	5 ділянка	35,6	10,3	19,2	7,1	20,7	4,9	9,9	1,1	11,6	3,3
180	1 ділянка	1,5	-1,2	-2,1	-5,1	1,6	0,5	3,4	-0,9	1,9	-1,2
	2 ділянка	-6,2	-5,2	9,6	-1,2	4,7	3,5	1,7	1,2	4,6	-0,5
	3 ділянка	-8,5	-10,5	2,1	0,6	7,9	3,9	9,1	3,3	1	-0,5
	4 ділянка	1,5	0,5	6,4	1,2	6,3	2,8	6,8	3,2	3,7	1,2
	5 ділянка	43,9	1,2	10,7	3,1	13,4	4,9	4	3,5	15,7	7,8

Практично за всіх концентрацій нафтопродуктів та важких металів за допомогою пробіотику ґрунт відновлено до 5-го класу токсичності – токсичність відсутня. Тільки у досліді на гороху посівному у ґрунті з 5-ї ділянки по масі коренів і по масі наземної частини фітотоксичний ефект очистки за допомогою пробіотику становив понад 20% – слабка токсичність. Середній ефект чистки пробіотиком за висівання гороху посівного становив 75%, овесу звичайного – 74%. Результати біоремедіації за допомогою пробіотику приведено в табл. 2.

Таблиця 2

Результати ремедіації ґрунту за різної концентрації забруднення НП

Час експозиції, діб	Початкова концентрація НП, мг/кг	Ефективність очистки, %				
		по проростанню	по довжині коренів	по масі коренів	по довжині наземної частини	по масі наземної частини
1	2	3	4	5	6	7
Горох посівний (<i>Pisum sativum</i>)						
2	1000	146,15	150,00	237,50	116,42	0,00
	2000	161,54	110,75	37,50	10,53	-52,94
	5000	-23,08	83,22	-20,00	156,76	13,46
	10000	75,96	68,42	40,86	68,37	-9,68
	20000	81,66	66,00	52,94	69,12	56,30
20	1000	122,22	87,18	103,85	170,59	400,00
	2000	103,01	36,84	84,21	127,43	72,09
	5000	87,10	61,54	73,68	95,56	49,50
	10000	62,37	74,14	97,96	46,46	40,00
	20000	57,14	73,49	71,05	-450,00	61,54
180	1000	86,11	80,00	79,60	216,67	155,00
	2000	72,92	81,19	84,40	75,94	57,94
	5000	75,94	78,75	87,66	71,87	67,84
	10000	77,46	78,71	79,89	81,44	76,29
	20000	76,76	63,29	72,51	70,46	72,43
середнє		84,22	79,57	78,91	61,84	70,65

Закінчення таблиці 2

1	2	3	4	5	6	7
Овес звичайний (<i>Avena sativa</i>)						
2	1000	90,32	91,30	135,29	87,36	64,29
	2000	79,29	58,87	88,24	51,40	88,30
	5000	83,17	70,72	56,86	80,85	89,13
	10000	67,36	71,67	61,02	65,10	37,76
	20000	74,33	69,33	86,24	80,65	56,61
20	1000	84,00	93,94	154,55	50,00	92,59
	2000	60,00	89,87	0,00	245,45	93,75
	5000	56,91	62,11	90,53	84,38	69,44
	10000	54,49	54,78	91,07	78,05	69,81
	20000	71,07	63,02	76,33	88,89	71,55
180	1000	180,00	-142,86	68,75	126,47	163,16
	2000	16,13	112,50	25,53	29,41	110,87
	5000	-23,53	71,43	50,63	63,74	150,00
	10000	66,67	81,25	55,56	52,94	67,57
	20000	97,27	71,03	63,43	12,50	50,32
середнє		70,50	61,26	73,60	79,81	85,01

На наступному етапі експеримент із біоремедіації проводили в умовах польового досвіду на об'єктах із низьким і середнім рівнями забруднення ґрунту: одна ділянка на відстані 50 м від місця забруднення (звалище ТПВ), друга ділянка – найближчі сільськогосподарські угіддя, 500 м. Для біоремедіації використовувався пробіотичний препарат Світеко-Агробіотик-01, розбавлення 1:1000. Верхній шар ґрунту був оброблений суспензією біопрепарату після основного обробітку ґрунту на глибину 20–22 см. Ураховуючи особливості ґрунтів (чорнозем типовий малогумусний середньосуглинковий), на даній території внесено добрива – нітроамофоску із співвідношенням N:P:K: 16:16:16 по всій території. Строк проведення експерименту – 3 місяці.

Визначено вміст нафтопродуктів до і після біоремедіації (внесення пробіотику) методом ІК-спектрометрії. Як контроль використано ґрунт із неочищеної ділянки. Результати дослідження приведено на рис. 2.

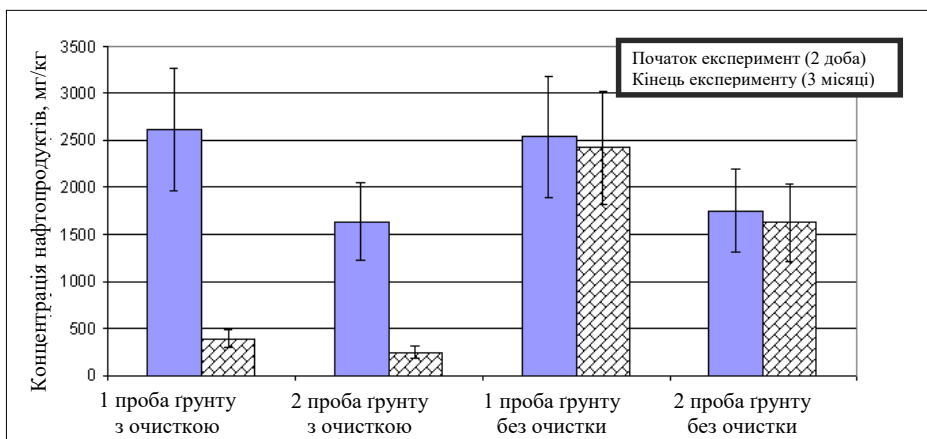


Рис. 2. Уміст НП у ґрунті до і після проведення біоремедіації ґрунту

Установлено, що за використання Світеко-Агробіотик-01 розбавленням 1:1000 концентрація нафтопродуктів знизилася на 1-й пробі на 85%, на 2-й пробі – на 87%. Треба відзначити, що під час проведення експерименту забезпечувалися оптимальні кліматичні умови: у середньому спостерігалися висока вологість та температура +18°C, що значно поліпшувало розвиток мікроорганізмів біопрепарату. Тривалість експерименту – 3 місяці (квітень, травень, червень). Таким чином, даний експеримент підтвердив високу ефективність біоремедіації (понад 80%) у польових умовах порівняно із самоочищенням ґрунту від нафтопродуктів.

У подальшому для поліпшення якості ґрунтів, забруднених нафтопродуктами, а також зниження концентрації різних забруднень у ґрунті можливо використовувати додаткові біологічні методи – рослини. Особливо дане питання важливе для відновлення ґрунтів від нафтового забруднення та повернення їх у господарський обіг (сільське господарство) у максимально короткі терміни.

Дослідження впливу рослин на вміст нафтопродуктів проводилися в лабораторії агроекологічного моніторингу Полтавської державної аграрної академії, що забезпечує нормальні умови для росту рослин (ДСТУ ISO 22030-2009). Для експерименту вибрано дві суміші: люцерну і віко-вівсяну суміш. Через три дні після посіву на зразках із незабрудненим і забрудненим ґрунтами з початковими концентраціями 1000, 2000, 5000 мг/кг зійшли паростки рослин рівномірно по всій площі. При цьому спостерігалася знижена вологоємність ґрунту. У зразках з умістом нафтопродуктів 10000 мг/кг паростки зійшли на п'яту добу. Під час поливу вода збиралася на поверхні і застоювалася, не проникаючи в ґрунт.

Аналогічно закладався експеримент з поливом пробіотичним препаратом Світеко-Агробіотик-01 розбавленням 1:1000. Остаточні результати місячного експерименту з оцінки ефективності фіторемедіації на 30-ту добу представлено в табл. 3.

Таблиця 3

Оцінка ефективності фіторемедіації ґрунту від НП в умовах лабораторного експерименту

Початкова концентрація НП у ґрунті, мг/кг	Контроль	1000	2000	5000	10000
Віко-вівсяна суміш	39±10	76±19	246±62	1144±286	5423±1356
Люцерна	37±9	40±10	201±50	999±250	5189±1297

Використання всіх сумішей за початкової концентрації 1000 мг/кг НП дало змогу знизити концентрацію забруднювача до допустимого рівня. У зразках із віко-вівсяною сумішшю та внесеним пробіотиком уміст нафтопродуктів знизився на 96%, із люцерною та пробіотиком – на 94%. У всіх зразках ґрунтів із двома різними травами і вихідною концентрацією забруднення 2000 мг/кг удалося знизити вміст нафтопродуктів до допустимого рівня забруднення: з віко-вівсяною сумішшю – на 91%, із люцерною – на 89% (рис. 3).

Із концентрацією нафтопродуктів 5000 мг/кг удалося знизити рівень забруднення до допустимого лише за допомогою віко-вівсяної суміші. Ступінь очищення – 88%. Однак у зразках ґрунтів із використанням люцерни і без трав (один пробіотик) ступінь очищення становив 84% і 80% відповідно, рівень забруднення – низький.

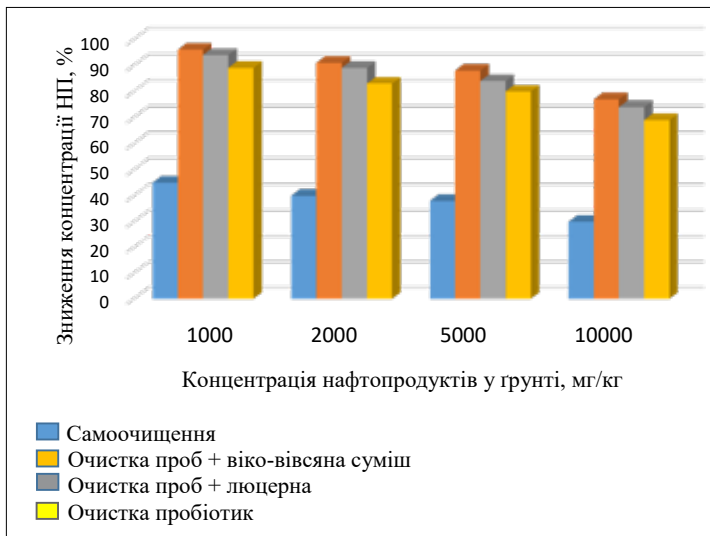


Рис. 3. Порівняльна характеристика зниження концентрації нафтопродуктів у ґрунті в умовах її самоочищення і фітореMediaції пробіотиком та травами

На всіх зразках із концентрацією забруднення НП 10000 мг/кг рослини були сильно пригнічені, що знизило ефективність фітореMediaції. Із використанням віко-вівсяної суміші + проб. ефективність фітореMediaції становила 77%, із люцерною + проб. – 74% і з пробіотиком – 69%. Зменшення концентрації відбулося до безпечного рівня, крім того, дало змогу прискорити процес очищення ґрунту на 25–27%. У контрольних зразках ґрунту достовірного значного зниження вмісту НП протягом експерименту не відбулося.

Таким чином, можна зробити висновок, що в результаті проведення фітореMediaції забруднених ґрунтів нафтопродуктів за допомогою рослин та пробіотичних препаратів найбільш високу здатність до очищення показала віко-вівсяна суміш із пробіотиком. Люцерна з пробіотиком показували також високі результати, але нижчі від попередньої суміші на 4–7%. Використання самих пробіотичних препаратів показало достатньо високий ефект, але нижчий, аніж комплексне використання з рослинами (орієнтовно на 10–12%).

Таким чином, у результаті проведення фітореMediaції вдалося прискорити процес очищення ґрунтів від нафтопродуктів. При цьому порівняно з процесом самоочищення вміст забруднювача під час використання віко-вівсяної суміші і пробіотику знизився у ґрунтових зразках із початковою концентрацією 1000 мг/кг на 50%, 2000 мг/кг – на 46%, 5000 мг/кг – на 45% і 10000 мг/кг – на 22%.

Висновки і пропозиції. В умовах лабораторного дослідження встановлено ефективність біологічного методу, а саме пробіотичних препаратів, для очистки ґрунтів від нафтопродуктів та важких металів. Практично за всіх концентрацій нафтопродуктів та важких металів за допомогою пробіотику ґрунт відновлено до 5-го класу токсичності – токсичність відсутня. Тільки у досліді на гороху посівному у ґрунті з 5-ї ділянки по масі коренів і по масі наземної частини фітотоксичний ефект очистки за допомогою пробіотику становив понад 20% – слабка токсичність. Середній ефект чистки пробіотиком за висівання гороху посівного становив 75%, овесу звичайного – 74%.

В умовах польового дослідження встановлено, що за використання Світеко-Агробіотик-01 розбавленням 1:1000 концентрація нафтопродуктів знизилася на 1-й пробі на 85 % (50 м від звалища), на 2-й пробі – на 87 % (500 м від звалища).

Установлено, що в результаті проведення фітореMediaції забруднених ґрунтів нафтопродуктів за допомогою рослин та пробіотичних препаратів найбільш високу здатність до очищення показала віко-вівсяна суміш із пробіотиком. Люцерна з пробіотиком показували також високі результати, але нижчі від попередньої суміші на 4–7%. Використання самих пробіотичних препаратів показало достатньо високий ефект, але нижчий, ніж комплексне використання з рослинами (орієнтовно на 10–12%).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Samojlik M.S., Pysarenko P.V. Conceptual framework for ensuring resource and environmental safety in the region. *Теоретическая и практическая экология*. 2019. № 2. С. 137–142. DOI: 10.25750/1995-4301-2019-2-137-142.
2. Amos R.T., Blowes D.W., Bailey B.L., Sego D.C., Smith L., Ritchie A I.M. Waste-rock hydrogeology and geochemistry. *Applied Geochemistry*. 2015. № 57. 140–156. DOI:10.1016/j.apgeochem.2014.06.020.
3. Adebola A.A., Theoma M.A., Igba O.T. Impact of bioremediation formulation from Nigeria local resource materials on moisture contents for soils contaminated with petroleum products. *International Journal of Engineering Research and Development*. 2015. № 2(4). P. 40–45.
4. Anjana S., Poonam K., Meenal B. R. Biodegradation of diesel hydrocarbon in soil by bioaugmentation of *Pseudomonas aeruginosa*: a laboratory scale study. *International Journal of Environmental Bioremediation & Biodegradation*. 2014. № 2(4). 202–212.
5. Бабаджанова О.Ф., Гринчишин Н.М. Роль сорбентів у ліквідації аварійних розливів нафтопродуктів із поверхні ґрунту. *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*. 2010. № 4. С. 75–81.
6. Bunio L.V., Tsvilyunjuk O.M. Actual and potential activity of oil-polluted sod-podzolic soil by action of phytomeliorant *Carex hirta*. *Studia Biologica*. 2014. V. 8. № 3–4. P. 117–126.
7. Vagin V.S. Integrated management of MSW life cycle in the region: conceptual and terminological-methodological bases of the concept : monograph. Rostov-ob-Don : Publishing house of NCRCHS), 2004. 111 p.
8. Wierzbicki A. Model-based decision support methodology with environmental applications. *Kluwer Academic Publishers. IIASA Institute for Applied Systems Analysis Dordrecht*. 2013. № 2. 67–71.
9. Khalilova H.Kh. The impact of oil contamination on soil ecosystem «Science stays true here». *Biological and Chemical Research*. Volume 2015. P. 133–139.
10. Singh C., Kumar A., Roy S. Estimating potential methane emission from municipal solid waste and a site suitability analysis of existing landfills in Delhi, India. *Technologies*. 2017. № 5(4). P. 62–68. DOI:10.3390/technologies5040062.
11. Chachina, S.B., Chachina S.B., Voronkova N.A., Baklanova O.N. Biological remediation of the engine lubricant oil-contaminated soil with three kinds of earthworms, *Eisenia fetida*, *Eisenia andrei*, *Dendrobena veneta*, and a mixture of microorganisms. *Procedia Engineering*. 2015. № 113. P. 113–123.
12. Чигринева Н.А., Сальникова В.И., Сагдеев М.А. Экологическая оценка содержания нефтепродуктов в почве. *Современные научные исследования и инновации*. 2017. № 3. С. 114–121.
13. Yunjiang Y., Ziling Y., Peng S., Bigui L. Effects of ambient air pollution from municipal solid waste landfill on children's non-specific immunity and respiratory health. *Environmental Pollution*. 2018. № 236. P. 382–390. DOI:10.1016/j.envpol.2017.12.094.

14. Мовчан Я.И., Каневский В.А., Семичаевский В.Д. Фитоиндикация в дистанционных исследованиях : монография. Киев, 1993. 310 с.
15. Грицаєнко Г.М. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. Київ : Нічлава, 2003. 320 с.
16. Филленко О.Ф. Методы биотестирования качества водной среды и почвы. Москва : Моск. ун-т, 1989. 124 с.
17. Оцінка фітотоксичної дії стічних вод місць захоронення відходів на стійкість *Triticum aestivum* / П.В. Писаренко та ін. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 2. С. 77–85.

УДК 631.6:445

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.36>

МОНІТОРИНГ ВОЛОГОЗАПАСІВ ОСУШУВАНИХ ТОРФОВИХ ҐРУНТІВ ПІД ЧАС СТРУКТУРНИХ МЕЛІОРАЦІЙ

Фурман В.М. – к.с.-г.н., доцент кафедри агрохімії,

ґрунтознавства та землеробства,

Національний університет водного господарства та природокористування

Люсак А.В. – к.техн.н., доцент кафедри землеустрою,

кадастру, моніторингу земель та геоінформатики,

Національний університет водного господарства та природокористування

Мороз О.С. – к.с.-г.н., доцент кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства,

Національний університет водного господарства та природокористування

Солодка Т.М. – к.с.-г.н., доцент кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства,

Національний університет водного господарства та природокористування

Метою наших досліджень є вивчення та моніторинг вологозапасів осушуваних торфових ґрунтів під час проведення на них структурних меліорацій.

Багаторічні (з 1985 р.) дослідження проводяться на низинних торфових ґрунтах Західного Полісся України, що характеризуються деревино-очеретяно-осоковим і очеретяно-осоковим ботанічним складом, середнім ступенем розкладу торффу, невисоким умістом мінеральної частини (8,3–10,6%), низьким умістом калію і фосфору та слабоекислою реакцією ґрунтового розчину. Варіанти дослідження включали різні норми і види меліорантів, що використовувалися для проведення структурних меліорацій торфових ґрунтів на тлі мінерального удобрення $P_{60}K_{120}$; контроль без мінеральних добавок; фон+200 т/га піску; фон+400 т/га піску; фон+200 т/га глини; фон+100 т/га піску+100 т/га глини.

Формування вологості і вологозапасів осушуваних торфових ґрунтів зумовлюється випаданням опадів і капілярного підтоку вологи від ґрунтових вод, а також транспірації і випаровування. Помітного покращення водного режиму та вологозапасів торфових ґрунтів можна досягнути внесенням мінерального компоненту. Внесені мінеральні добавки в торфові ґрунти у вигляді піску або глини сприяли перерозподілу прихідних і витратних статей водного балансу (продуктивні запаси вологи збільшилися, а сумарне випаровування зменшилося), що призвело до того, що навіть у сухі роки на піскованих і глинованих ділянках не спостерігалось дефіциту вологи в кореневмісному шарі. Дослідження показують, що внесення в торфовий ґрунт 200 т/га піску чи 100 т/га глини дає змогу за несприятливого режиму ґрунтових вод за рахунок зміни складу і властивостей цих ґрунтів поліпшити їх аерацію і забезпеченість рослин водою. У посушливі періоди в оструктурених ґрунтах створюється запас доступної вологи, а у вологі роки підвищується аерація, що в кінцевому підсумку забезпечує зростання врожайності сільськогосподарських культур на 25–30%.

Ключові слова: моніторинг, вологозапаси, водний режим, торфові ґрунти, структурні меліорації.

Furman V.M., Lusak A.V., Moroz O.S., Solodka T.M. Monitoring of moisture reserves of drained peat soils during structural reclamation

The purpose of our research is to study and monitor the moisture reserves of drained peat soils during structural reclamation.

Long-term (since 1985) studies have been conducted on lowland peat soils of Western Polissya of Ukraine, characterized by wood-reed-sedge and reed-sedge botanical composition, medium degree of peat decomposition, low mineral content (8.3... 10.6%), low content of potassium and phosphorus and weakly acid reaction of soil solution. Variants of the experiment included different norms and types of ameliorants used for structural reclamation of peat soils against the background of mineral fertilizer P60K120: control without mineral additives; background + 200 t/ha of sand; background + 400 t/ha of sand; background + 200 t/ha of clay; background + 100 t/ha of sand + 100 t/ha of clay.

The formation of moisture and moisture reserves of drained peat soils is due to precipitation and capillary flow of moisture from groundwater, as well as transpiration and evaporation. Significant improvement of the water regime and moisture reserves of peat soils can be achieved by adding a mineral component. Mineral additives applied into peat soils in the form of sand or clay contributed to the redistribution of income and expenditure items of water balance (productive moisture reserves increased and total evaporation decreased), which led to the fact that even in dry years on sandy and clay areas there was no moisture deficit in the root layer. The studies show that the introduction into peat soil of 200 t/ha of sand or 100 t/ha of clay allows us, under unfavorable soil conditions, by changing the composition and properties of these soils, to improve their aeration and water supply of plants. In dry periods, the stock of available moisture is created in the structured soils, and in wet years, aeration increases, which ultimately provides an increase in crop yields by 25–30%.

Key words: *monitoring, moisture reserves, water regime, peat soils, structural reclamation.*

Постановка проблеми. Серед проблем сучасного землеробства не останнє місце належить скороченню посівних площ, що призводить до пошуку шляхів підвищення родючості ґрунтів і продуктивності сільськогосподарських культур для забезпечення потреб суспільства в продуктах харчування і сировині для переробної промисловості.

Достатньо потужний резерв у цьому плані становлять торфові ґрунти, що мають найвищу потенційну родючість, яка повною мірою проявляється тільки після комплексного регулювання режимів і властивостей цих ґрунтів як середовища проживання рослин шляхом їх меліорації за рахунок осушення. Про меліорацію земель як комплекс організаційно-господарських і технологічних заходів, що відіграє провідну роль у створенні необхідної стійкості і надійності захисту сільськогосподарського виробництва від несприятливих природних факторів і є одним з основних заходів, що забезпечує пропорційний розвиток усього агропромислового комплексу, зараз можна почути багато суперечливих думок. Це і не дивно, адже з плином часу багато що змінюється: соціально-економічні, виробничі та побутові умови; людина, і її думки та бажання; забувається багато речей, що були напередодні; відбувається переоцінка пріоритетів. Усе, що було прогресивним, переходить у розряд недосконалого і необґрунтованого.

Як складник оптимізації природного середовища меліорація спрямована на поліпшення земельних угідь із метою оптимального використання природнього потенціалу ґрунтів. Проте гідроморфні (у тому числі торфові) ґрунти мають низку особливостей, що пов'язано з їх генезисом, складом та властивостями. Вони характеризуються невисоким рівнем природної родючості, низькою екологічною стійкістю, що вимагає застосування комплексу заходів з їх окультурення та збереження родючості [1, с. 112].

Проблема відродження та розвитку меліорації ґрунтів і меліоративно збалансованого землекористування залишається актуальною [2, с. 8].

Для вирішення суперечливих питань, що виникають, та вивчення ефективності застосовуваних заходів необхідне проведення спостережень за станом ґрунтів,

що у чинному законодавстві має назву моніторингу ґрунтів. Це один із заходів у галузі охорони земель.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сьогодні моніторинг ґрунтів найбільш повно здійснюють регіональні центри «Облдержродючість» у рамках ґрунтового-агрохімічного обстеження земель та агрохімічної паспортизації земельних ділянок.

Теоретичні питання та практичні рекомендації з проведення моніторингу земель і ґрунтового покриву розробляло багато науковців. Серед вітчизняних хотілося б відзначити М.В. Вишиванюка, Ю.М. Дмитрука, В.В. Медведєва, Р.М. Панаса та ін.

В.В. Медведєв [3], аналізуючи стан моніторингу ґрунтів в Україні та оцінюючи попередні його результати, вважає, що можна використовувати декілька комбінацій моніторингу ґрунтового покриву, зважаючи на його строкатість. А мережа повинна бути створена з урахуванням європейських підходів та досвіду. Він вважає, що для функціонування моніторингу ґрунтів доцільно використовувати обов'язкові індикатори на ключових ділянках спостережень. До таких індикаторів відносять водні властивості ґрунту, серед яких поряд із вологістю стійкого в'янення найменшою вологоємністю та водопровідністю передбачається моніторинг вологозапасів на початок і кінець вегетації.

Одним із найголовніших завдань ґрунтового моніторингу є довгостроковий і сезонний контроль над вологозапасами ґрунтів [4, с. 345–346].

Моніторинг основних параметрів водного режиму є ключовим елементом загальної системи еколого-меліоративного моніторингу на осушуваних ґрунтах [5, с. 2].

Особливо велике практичне значення має вивчення закономірностей формування та динаміки вологозапасів у кореневмісному шарі ґрунту за вегетаційний період, коли йде максимальне споживання вологи сільськогосподарськими культурами, і певний дефіцит або надлишок вологи може спричинити значення продуктивності рослин [6, с. 153].

Повною мірою це відноситься і до моніторингу водного режиму та вологозапасів осушуваних торфових ґрунтів, оскільки нині виникла велика проблема з подальшим їх використанням [1, с. 9].

Загальному поліпшенню водного режиму та вологозапасів на тлі осушувальних гідротехнічних меліорацій сприяє проведення на них структурних меліорацій – збагачення їхнього орного шару мінеральними добавками.

Цей спосіб меліоративного поліпшення відомий досить давно як за кордоном, так і в Україні завдяки працям багатьох дослідників: Ю.О. Пессі (1959), В.В. Калініної (1961), В.І. Белковського (1972), С.Т. Вознюка (1990), Д.В. Лико (1990) та ін.

Згідно із сучасною систематикою меліорацій [7, с. 6–7], структурна меліорація за видом є структурною зміною твердої фази орного шару ґрунту, що виконується способом піскування або глинування.

Зміна водних властивостей торфу під дією мінеральних добавок впливає на формування водного режиму торфових ґрунтів. Спостереження за динамікою ґрунтової вологи показали, що у вологі періоди року на піскованих ділянках вона нижча, ніж на контролі, а в сухі – навпаки, уміст доступної для рослин вологи вищий на ділянках із піскуванням [2, с. 55].

При цьому, зважаючи на глобальні кліматичні зміни завдання регулювання водно-повітряного режиму торфових ґрунтів необхідно вирішувати як складову частину проблеми управління гідрологічним режимом території у цілому [2, с. 32].

Аналізуючи вищезгадане, можна зробити висновок, що необхідно відновити і продовжити дослідження, що стосуються вивчення змін в осушуваних торфових

ґрунтах як компонента екосистеми, а особливо під час проведення на них структурних меліорацій. У цьому контексті особливо важливим має стати моніторинг водного режиму та вологозапасів цих ґрунтів.

Постановка завдання. Метою наших досліджень є вивчення та моніторинг вологозапасів осушуваних торфових ґрунтів під час проведення на них структурних меліорацій.

Об'єкт досліджень. Багаторічні (з 1985 р.) дослідження проводяться на низинних торфових ґрунтах Західного Полісся України, що характеризуються деревинно-очеретяно-осоковим і очеретяно-осоковим ботанічним складом, середнім ступенем розкладу торфу, невисоким умістом мінеральної частини (8,3–10,6%), низьким умістом калію і фосфору та слабкислою реакцією ґрунтового розчину.

Варіанти досліду включали різні норми і види меліорантів, що використовувалися для проведення структурних меліорацій торфових ґрунтів на фоні мінерального удобрення $P_{60}K_{120}$: контроль без мінеральних добавок; фон+200 т/га піску; фон+400 т/га піску; фон+200 т/га глини; фон+100 т/га піску+100 т/га глини.

Виклад основного матеріалу дослідження. Формування вологості і вологозапасів осушуваних торфових ґрунтів, особливо в теплий період року, забезпечується переважно за рахунок випадання опадів і капілярного підтоку вологи від фунтових вод, а також транспірації і випаровування.

Дані досліджень водного режиму торфових ґрунтів показують, що максимальні вологозапаси і найбільша вологість у кореневмісному шарі цих ґрунтів складаються ранньою весною, що зумовлено високим стоянням ґрунтових вод, випадаячими опадами, таненням мерзлого шару і незначним випаровуванням.

Так, вологість 0–45 см шару торфового ґрунту на період квітня становила для середніх за забезпеченістю опадами років 78–80%, а для сухих років – 68–72% ПВ, а величина вологозапасів коливалася в межах 311–306 мм (рис. 1).

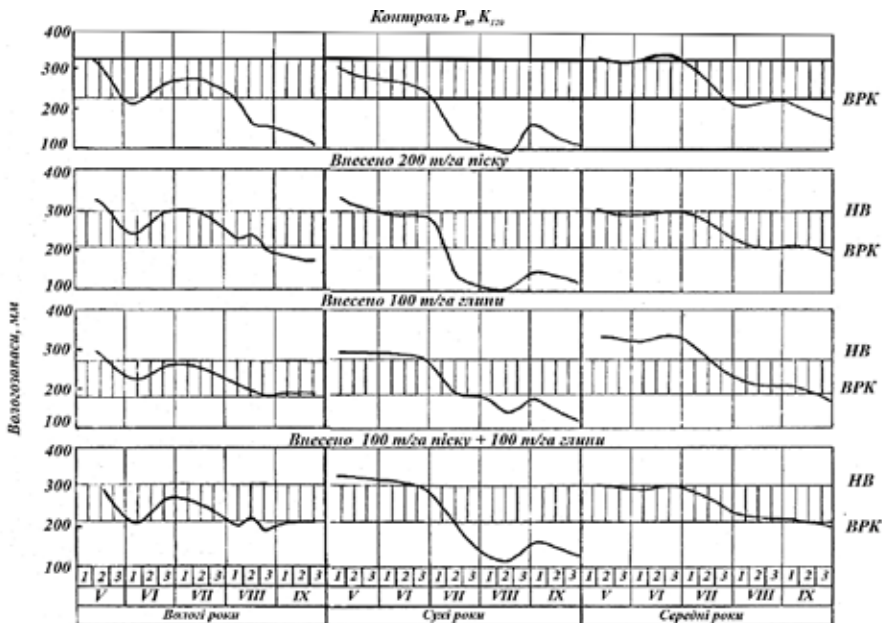


Рис. 1. Зміна вологозапасів в 0–45 см шарі торфового ґрунту за роки досліджень

У табл. 1 наведено дані тривалості періодів різного зволоження торфового ґрунту за структурних меліорацій. Із наведених даних видно, що перезволоження верхніх шарів ґрунту за піскування за тривалістю на 8–20 днів менше, ніж на контролі.

Так, якщо в 0–45 см шарі торфового ґрунту вологість на рівні 80% ПВ відстежувалася на протязі 50 днів, то на оструктурених – лише 30 днів.

Таблиця 1

**Тривалість періодів різного зволоження торфових ґрунтів
за структурних меліорацій**

Рік	Варіант дослідів	Шар ґрунту, см.	Надлишкове зволоження >80% ПВ	Оптимальне 60–80%ПВ	Недостатнє зволоження 40–60%ПВ	Гостра нестача вологи 20–40% ПВ
1	2	3	4	5	6	7
Вологий	Контроль (без піску)	0–15	5	48	44	62
		15–30	15	38	36	70
		30–45	50	39	70	–
	Внесено 200т/га піску	0–15	8	107	28	16
		15–30	19	118	14	8
		30–45	48	35	20	6
Сухий	Контроль (без піску)	0–15	50	33	70	
		15–30	78	60	15	
		30–45	123	30	–	
	Внесено 200т/га піску	0–15	30	61	62	
		15–30	71	60	22	
		30–45	117	36	–	
Середній	Контроль (без піску)	0–15		10	68	45
		15–30		24	38	61
		30–45		30	33	60
	Внесено 200т/га піску	0–15		19	57	47
		15–30		25	78	20
		30–45		20	95	8
Середній	Контроль (без піску)	0–15		–	126	37
		15–30		100	40	23
		30–45		25	138	18
	Внесено 200т/га піску	0–15		15	130	18
		15–30		83	60	20
		30–45		60	103	–
	Внесено 100т/га глини	0–15		53	100	–
		15–30		97	56	–
		30–45		79	74	–

У вологі, сухі і близькі до середнього року внесення піску забезпечує формування оптимальної вологості торфових ґрунтів протягом усього періоду вегетації культур. Гострий недолік вологи 20–40% ПВ у кореневмісному шарі триває найбільше в сухі роки на контролі, а недостатнє зволоження 40–60% ПВ сильно варіює. У гостропосушливі роки внесення піску в торфовий ґрунт також забезпечує істотне поліпшення водного режиму цих ґрунтів переважно за рахунок зменшення тривалості періодів недостатнього зволоження і гострого недоліку вологи. На варіантах із внесенням 200 т/га піску ці періоди порівняно з непіскуваними варіантами зменшилися в 1,5 рази. Піскування торфових ґрунтів позначається також на загальних і продуктивних запасах вологи. Це пов'язано зі зміною водоутримуючої здатності і випаровуваності торфових ґрунтів після піскування.

Регресійний і кореляційний аналіз даних досліджень, проведених на торфових ґрунтах і ділянках із внесенням мінерального компонента, показав, що зв'язок між рівнями ґрунтових вод і вологістю, рівнями ґрунтових вод і вологозапасами описується рівнянням прямої (рис. 2, табл. 2). Коефіцієнт кореляції коливається в межах 0,6–0,64.

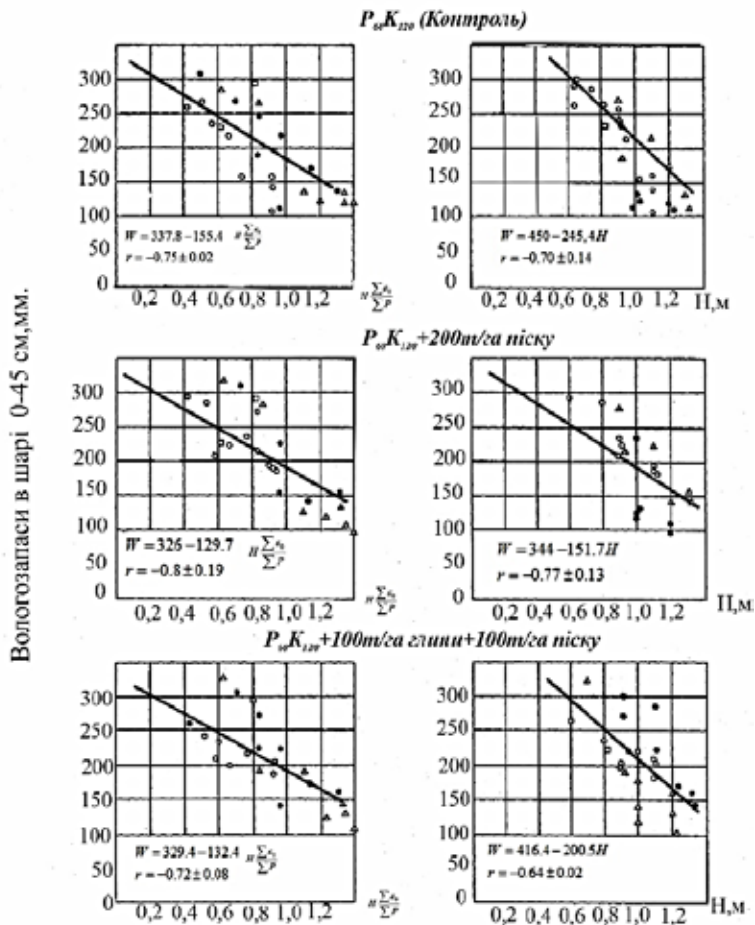


Рис. 2. Залежність між вологозапасами (W), рівнями ґрунтових вод (H)

$$\text{і метеорологічними факторами } H \frac{\sum \varepsilon_0}{\sum P}$$

Таблиця 2

Результати регресійного та кореляційного аналізу даних по вологозапасах у шарі 0–45 см (W), рівню ґрунтових вод (H), опадах (P) та випаровуванню (E)

Варіант досліджу	Вид рівняння	Коефіцієнт кореляції, г
Торфовий ґрунт	$W = 450,0 - 245,4H$	$-0,70 \pm 0,14$
Контроль	$W = 337,8 - 155,4H \frac{\sum E_0}{P}$	$-0,75 \pm 0,02$
Торфовий ґрунт + 200 т/га піску	$W = 344,0 - 151,7H$	$-0,74 \pm 0,13$
	$W = 326,0 - 129,7H \frac{\sum E_0}{P}$	$-0,80 \pm 0,19$
Торфовий ґрунт + 100т/га піску + 100т/га глини	$W = 416,4 - 200,5H$	$-0,64 \pm 0,02$
	$W = 329,4 - 132,4H \frac{\sum E_0}{P}$	$-0,72 \pm 0,08$

Поряд із цим проведений статистичний аналіз показує, що більш тісний зв'язок вологозапасів кореневмісного шару виявляється залежно від рівня ґрунтових вод, опадів і випаровуваності. Коефіцієнт кореляції цих залежностей становить 0,72–0,80.

Під час аналізу виявлено вплив мінеральних добавок на вологозапаси ґрунту. Так, аналізуючи рівняння, представлені в табл. 2, за умови, коли рівень ґрунтових вод дорівнює нулю, можна відзначити, що з внесенням мінеральних добавок у торфовий ґрунт знижується його вологоємність.

Отже, отримані рівняння підтверджують існуючий у природі зв'язок вологоємності ґрунтів із внесеними мінеральними добавками і дають можливість прогнозувати вологозапаси меліорованих торфових ґрунтів про рівні ґрунтових вод, опади і випаровуваність. Співставлення даних фактичних вологозапасів на варіантах дослідів і розрахованих по рівняннях показало, що в 80% результати отримані з відхиленням, не перевищуючим 10%.

Висновки і пропозиції. Помітного покращення водного режиму та вологозапасів торфових ґрунтів можна досягнути внесенням мінерального компоненту. Внесені мінеральні добавки в торфові ґрунти у вигляді піску або глини сприяли перерозподілу прихідних і витратних статей водного балансу (продуктивні запаси вологи збільшилися, а сумарне випаровування зменшилося), що призвело до того, що навіть у сухі роки на піскованих і глинованих ділянках не спостерігалось дефіциту вологи в кореневмісному шарі.

Дослідження показують, що внесення у торфовий ґрунт 200 т/га піску чи 100 т/га глини дає змогу за несприятливого режиму ґрунтових вод за рахунок зміни складу і властивостей цих ґрунтів поліпшити їх аерацію і забезпеченість рослин водою. У посушливі періоди в оструктурених ґрунтах створюється запас доступної вологи, а у вологі роки підвищується аерація, що в кінцевому підсумку забезпечує зростання врожайності сільськогосподарських культур на 25–30%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Веремеєнко С.І. Охорона ґрунтів та відновлення їх родючості : навчальний посібник. Рівне : НУВГП, 2010. 219 с.

2. Балюк С.А., Ромащенко М.І., Трускавецький Р.С. Проблеми екологічних ризиків та перспективи розвитку меліорації земель в Україні. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2018. № 87. С. 5–10.

3. Медведев В.В. Мониторинг почв Украины. Концепция, предварительные результаты, задачи. Харьков : Антиква, 2002. 428 с.

4. Назаренко І.І., Польчина С.М., Нікорич В.А. Ґрунтознавство : підручник. Чернівці : Книги-XXI, 2008. 400 с.

5. Ладика М.М. Моніторинг одного режиму на осушуваних заплавлених територіях у басейні р. Трубіж. 36. Intellectual potential of the XXI century 2017. Сельское хозяйство – Водное хозяйство и мелиорация земель. С. 11. URL: <https://www.sworld.com.ua/konferu7-317/84.pdf> (дата звернення: 07.06.2021).

6. Веремєєнко С.І. Еволюція та управління продуктивністю ґрунтів Полісся України : монографія. Луцьк : Надстир'я, 1997. 314 с.

7. Торфово-земельний ресурс Північно-Західного регіону України : монографія. Рівне : НУВГП, 2017. 116 с.

УДК 631.671:631.559:631.674.4:631.674.6:633

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.37>

ВОДОСПОЖИВАННЯ ТА ВРОЖАЙНІСТЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ЗА ПІДҐРУНТОВОГО КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ

Шатковський А.П. – д.с.-г.н., член-кореспондент

Національної академії аграрних наук України,

заступник директора з наукової роботи,

Інститут водних проблем і меліорації Національної академії аграрних наук України

Мельничук Ф.С. – д.с.-г.н., старший науковий співробітник, директор,

Державне підприємство «Центральна лабораторія якості води та ґрунтів»

Інституту водних проблем і меліорації

Національної академії аграрних наук України

Ретьман М.В. – к.с.-г.н., старший науковий співробітник,

Інститут водних проблем і меліорації Національної академії аграрних наук України

Гуленко О.І. – аспірант,

Інститут водних проблем і меліорації Національної академії аграрних наук України

Калілей В.В. – аспірант,

Інститут водних проблем і меліорації Національної академії аграрних наук України

У статті наведено результати експериментальних досліджень із вивчення впливу способу укладання поливних трубопроводів (ПТ) краплинного зрошення на параметри водного режиму ґрунту, урожайність та коефіцієнти водоспоживання польових сільськогосподарських культур. Польові дослідження проведено у період 2018–2020 рр. на землях Кам'янсько-Дніпровської дослідної станції ІВПіМ НААН і Брилівського дослідного поля ІВПіМ НААН на культурах нуту, соняшнику, сої і кукурудзи на зерно.

За результатами експериментальних досліджень підтверджено, що спосіб укладання поливних трубопроводів достовірно впливає на параметри формування водного режиму ґрунту і урожайність польових сільськогосподарських культур. Так, за підґрунтового краплинного зрошення було проведено меншу кількість вегетаційних поливів (13–23) порівняно з поверхневим укладанням ПТ (18–29). За цього як загальна норма зрошення (на 0,62–1,11 тис м³/га),

так і сумарне водоспоживання рослин (на 0,56–1,12 тис м³/га) також були достовірно нижчими за умови внутрішньогрунтового укладання ПТ.

Різниця у врожайності як нуту (4,26–4,22 т/га), так і сояшнику (4,24–4,00 т/га) за різних варіантів укладання ПТ була у межах похибки польового досліду – НІР₀₅ становила 0,34 та 0,32 т/га відповідно.

Найвищу врожайність зерна як сої, так і кукурудзи отримано за класичного варіанту краплинного зрошення – 5,87 і 20,69 т/га відповідно, тоді як за внутрішньогрунтового укладання поливних трубопроводів урожайність цих культур була достовірно нижча – 4,14 т/га і 16,44 т/га. НІР₀₅ у цих дослідках становив 0,49 та 1,93 т/га відповідно.

Менші коефіцієнти водоспоживання отримано за вирошування нуту і сояшнику із внутрішньогрунтовим укладанням поливних трубопроводів системи краплинного зрошення – 1296 м³/т і 1020 м³/т. За вирошування сої і зернової кукурудзи менші коефіцієнти водоспоживання були за краплинного зрошення з поверхневим укладанням поливних трубопроводів – 999 м³/т і 267 м³/т відповідно.

Ключові слова: поливні трубопроводи, підгрунтове краплинне зрошення, сумарне водоспоживання, коефіцієнт водоспоживання.

Shatkovskiy A.P., Melnychuk F.S., Retman M.S. Gulenko O.I., Kalilei V.V. Water consumption and productivity of agricultural crops under subsurface drip irrigation

The article presents the results of experimental studies of the influence of the method of laying irrigation pipelines (IP) of drip irrigation on the parameters of the water regime of the soil, yield and water consumption coefficients of field crops. Field studies were carried out in the period of 2018–2020 on the lands of the Kam'iansko-Dniprovsk research station of IWPaLR NAAS on chickpea, sunflower, soybeans and corn for grain.

According to the results of experimental studies, it was confirmed that the method of laying irrigation pipelines reliably affects the parameters of the formation of the water regime of the soil and the yield of field crops. So, with subsurface drip irrigation, a smaller number of vegetation irrigations was carried out (13–23) compared to the surface laying of irrigation pipelines IP (18–29). Therefore, both the general irrigation rate (by 0.62–1.11 thousand m³/ha) and the total water consumption of plants (by 0.56–1.12 thousand m³/ha) were also significantly lower with the subsurface laying of irrigation pipelines.

The difference in the yield of both chickpea (4.26–4.22 t/ha) and sunflower (4.24–4.00 t/ha) with different options for laying of irrigation pipelines was within the error of the field experiment – LSD_{0,5} was 0.34 and 0.32 t/ha, respectively.

The highest grain yield of both soybeans and corn was obtained in the classical version of drip irrigation – 5.87 and 20.69 t/ha, respectively, while with the subsurface laying of irrigation pipelines, the yield of these crops was significantly lower – 4.14 t/ha and 16.44 t/ha. LSD_{0,5} in these experiments was 0.49 and 1.93 t/ha, respectively.

Lower water consumption coefficients were obtained when growing chickpeas and sunflower with subsurface laying of irrigation pipelines of the drip irrigation system – 1296 м³/т and 1020 м³/т. When growing soybeans and grain corn, lower water consumption coefficients were under drip irrigation with surface laying of irrigation pipelines – 999 м³/т and 267 м³/т, respectively.

Key words: irrigation pipelines, subsurface drip irrigation, total water consumption, water consumption coefficient.

Постановка проблеми. За даними Українського гідрометеорологічного інституту ДСНС та НАН України [1], за останні 30 років середньорічна температура в Україні зросла майже на 1 °С. Це практично дорівнює підвищенню температури повітря на всій Земній кулі за останнє сторіччя [2].

До основних наслідків змін клімату належить зміна гідрологічного режиму, зменшення кількості та погіршення якості водних ресурсів і забезпеченості ними всіх галузей економіки, а в першу чергу – аграрного виробництва. Значне зростання дефіциту природного вологозабезпечення перетворило його на лімітуючий чинник сталого розвитку аграрного сектору економіки держави [2].

Відомо багато заходів, які спрямовані на мінімізацію негативного впливу посух, проте найефективнішим та кардинальним вирішенням проблеми є зрошувальні меліорації [3]. Положеннями «Стратегії зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року» [4] визначено ключові напрями державної політики в галузі меліорації. Зокрема, положення про те, що розвиток зрошення повинен

базуватися виключно на новій техніко-технологічній основі, у тому числі на впровадженні сучасних ресурсо- та енергоефективних, а також екологічно безпечних способів зрошення.

Найбільшою мірою цим критеріям відповідають способи мікрозрошення, конструктивними ознаками яких є дискретне, з мінімальними непродуктивними втратами, під відносно низьким тиском та низькою інтенсивністю подавання поливної води і добрив у зону інтенсивного розвитку кореневої системи рослин [4]. Перелічені конструктивні ознаки передусім реалізовано на системах краплинного зрошення (КЗ) із наземним і внутрішньогрунтовим розміщенням поливних трубопроводів (ПТ) [5].

Отже, актуальним було проведення досліджень із вивчення формування продуктивності польових сільськогосподарських культур за різних способів укладання поливного трубопроводу за краплинного способу зрошення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Продуктивність переважної більшості сільськогосподарських культур за умов підгрунтового укладання поливних трубопроводів краплинного зрошення є достатньо вивченою у різних ґрунтово-кліматичних умовах [6–10]. Поряд із цим у кліматичних умовах Степу України проведено лише точкові дослідження, якими вивчено вплив підгрунтового краплинного зрошення на продуктивність вітчизняних гібридів зернової кукурудзи [11–13].

Постановка завдання. Метою досліджень було встановлення параметрів водного режиму ґрунту та врожайності польових сільськогосподарських культур (сої, нуту, соняшнику, кукурудзи) в умовах Степу України.

Матеріали і методи досліджень. Польові дослідження проведено на землях Кам'янсько-Дніпровської дослідної станції ІВПіМ НААН (соя і кукурудза, Запорізька область) та Брилівського дослідного поля ІВПіМ НААН (нут і соняшник, Херсонська область) протягом 2018–2020 рр. Вивчали два варіанти: краплинне зрошення (КЗ) із наземним укладанням поливних трубопроводів (ПТ) та підгрунтове краплинне зрошення з укладанням ПТ на глибину 25 см. Умовним контролем був варіант без зрошення. Дослідження проводили за загальноприйнятими методиками: розміщення ділянок – систематичне, повторність – чотириразова, площа облікових ділянок – 30 м² [14; 15], гібрид кукурудзи – ДКС 5276 (ФАО 460), сорт сої – Оксана, сорт нуту – Буджак, гібрид соняшнику – Український F1.

Польові дослідження проводили на типових для конкретної зони ґрунтах. Для визначення та уточнення властивостей і характеристик ґрунтів на дослідних ділянках щороку двічі (восени та навесні) відбирали проби та закладали ґрунтові розрізи згідно з ДСТУ 4287 [16] (табл. 1).

Таблиця 1

Зведені дані водно-фізичних та агрохімічних властивостей ґрунтів дослідних ділянок (шар ґрунту – 0–50 см)

Дослідні ділянки	Ґрунтові відміни	Щільність складення, т/м ³	НВ від маси	Вміст, мг/100 г ґрунту			
				гумусу, %	N л. г.	P ₂ O ₅	K ₂ O
КДДС ІВПіМ НААН	чорнозем звичайний середньосуглинковий	1,37	18,8	1,70	7,2	51,5	15,8
Брилівське дослідне поле	темно-каштановий легкосуглинковий	1,47	16,5	1,44	7,0	32,3	9,3

Рівень передполивної вологості у дослідіах – 80% від НВ ґрунту. Для призначення строків поливу використано інструментальні комплекси: мультисенсорний зонд AquaSpy CTG-02, зонд Drill and Drop компанії Sentek та станцію вологості ґрунту iMetos із датчиками Echo Probe EC-5 [17]. Ураховуючи технологічну специфіку підґрунтового краплинного зрошення, сходи рослин на цьому варіанті дослідіа отримували за рахунок природніх вологозапасів ґрунту [18]. Статистичний аналіз результатів дослідіаень проводили за дисперсійним, кореляційним і регресійним методами з використанням програми Statistica 6.0.

Виклад основного матеріалу дослідіаень. Результати проведених польових дослідіаень показали, що фактичні режими зрошення, параметри водоспоживання та врожайність культур формувалися залежно від способу укладання ПТ і метеорологічних умов вегетаційного періоду у розрізі років дослідіаень. Нами було усереднено параметри водного режиму ґрунту за різних способів зрошення у розрізі років дослідіаень (табл. 2).

Таблиця 2

Параметри водного режиму ґрунту за вирощування польових сільськогосподарських культур залежно від конструкцій системи краплинного зрошення

Спосіб зрошення	Кількість поливів	Норма зрошення, м ³ /га	Продуктивні опади, м ³ /га	Ґрунтова волога, м ³ /га	Сумарне водоспоживання, м ³ /га
Нут					
Краплинне зрошення	29	5400	680	500	6580
Підґрунтове КЗ	23	4290	680	540	5470
Без зрошення	–	–	680	990	1670
Соняшник					
Краплинне зрошення	21	3420	680	540	4640
Підґрунтове КЗ	17	2800	680	600	4080
Без зрошення	–	–	680	960	1640
Соя					
Краплинне зрошення	20	3850	1672	340	5862
Підґрунтове КЗ	15	2800	1672	498	4970
Без зрошення	–	–	1672	888	2560
Кукурудза					
Краплинне зрошення	18	3220	1672	633	5525
Підґрунтове КЗ	13	2410	1672	638	4720
Без зрошення	–	–	1672	1028	2700

Аналізуючи дані табл. 2, констатуємо, що внутрішньоґрунтове укладання ПТ за рахунок мінімізації фізичного випаровування вологи з поверхні ґрунту потребувало проведення меншої кількості вегетаційних поливів (на 4–6).

Це, своєю чергою, достовірно знижувало загальну норму зрошення (на 0,62–1,11 тис м³/га) та сумарне водоспоживання рослин (на 0,56–1,12 тис м³/га). В умовах зрошення максимальних витрат води потребували рослини сої за класичного краплинного зрошення – 5,86 тис м³/га, мінімальних – посіви соняшника за внутрішньогрунтового укладання ПТ – 4,08 тис м³/га. Закономірно, що відсутність зрошення значно знижувала інтенсивність процесів сумарного водоспоживання рослин, величини якого у розрізі культур на цьому варіанті досліду становили від 1,64 до 2,70 тис м³/га. Водночас найбільший об'єм спрацювання доступної ґрунтової води рослинами сільськогосподарських культур відзначаємо на варіанті без зрошення – від 0,89 до 1,03 тис м³/га.

Різниця в урожайності як нуту (4,26–4,22 т/га), так і соняшнику (4,24–4,00 т/га) за різних варіантів укладання ПТ була у межах похибки польового досліду – НІР₀₅ становив 0,34 та 0,32 т/га відповідно.

Найвищу врожайність зерна як сої, так і кукурудзи отримано за класичного варіанту краплинного зрошення – 5,87 і 20,69 т/га відповідно, тоді як за внутрішньогрунтового укладання поливних трубопроводів урожайність цих культур була достовірно нижча – 4,14 т/га і 16,44 т/га. НІР₀₅ у цих дослідах становила 0,49 т/га і 1,93 т/га відповідно (табл. 3).

Таблиця 3

**Урожайність та коефіцієнти водоспоживання польових
сільськогосподарських культур залежно від конструкцій
системи краплинного зрошення**

Спосіб зрошення	Урожайність, т/га	Коефіцієнт водоспоживання, м ³ /га
Нут		
Краплинне зрошення	4,26	1544,6
Підгрунтове краплинне зрошення	4,22	1296,2
Без зрошення	0,72	2319,4
НІР ₀₅	0,34	168,0
Соняшник		
Краплинне зрошення	4,24	1094,3
Підгрунтове краплинне зрошення	4,00	1020,0
Без зрошення	1,15	1426,1
НІР ₀₅	0,32	110,2
Соя		
Краплинне зрошення	5,87	998,6
Підгрунтове краплинне зрошення	4,14	1200,5
Без зрошення	1,38	1855,1
НІР ₀₅	0,49	98,6
Кукурудза		
Краплинне зрошення	20,69	267,0
Підгрунтове краплинне зрошення	16,44	287,1
Без зрошення	3,85	701,3
НІР ₀₅	1,93	39,5

Інтегральним параметром ефективності використання води, як показує досвід вітчизняних і зарубіжних дослідників [19], є коефіцієнт водоспоживання культури, яким визначають питомі витрати води на формування одиниці врожаю продуктивних органів рослин [20].

У наших досліджах менші коефіцієнти водоспоживання отримано за вирощування нуту і соняшнику із внутрішньогрунтовим укладанням поливних трубопроводів системи краплинного зрошення – 1296 м³/т та 1020 м³/т. За класичного варіанту укладання поливних трубопроводів коефіцієнт водоспоживання культур зростає на 19,1% (до 1545 м³/т) і 7,3% (до 1094 м³/т) відповідно (табл. 3).

Натомість за вирощування сої і зернової кукурудзи менші коефіцієнти водоспоживання були за краплинного зрошення з поверхневим укладанням поливних трубопроводів – 999 м³/т і 267 м³/т відповідно. За внутрішньогрунтового їх укладання на глибину 25 см цей параметр збільшувався на 20,1% (до 1200 м³/т) і на 7,5% (до 287 м³/т) для сої і кукурудзи відповідно.

Висновки і пропозиції. За результатами експериментальних досліджень підтверджено, що спосіб укладання поливних трубопроводів достовірно впливає на параметри формування водного режиму ґрунту і врожайність польових сільськогосподарських культур: нуту, соняшнику, сої і зернової кукурудзи. Установлено, що впровадження підґрунтового краплинного зрошення є більш доцільним на відносно посухостійких культурах: нуті і соняшнику. За вирощування цих сільськогосподарських культур варіант із внутрішньогрунтовим укладанням поливних трубопроводів краплинного зрошення забезпечив практично ідентичні параметри їхньої врожайності за нижчих коефіцієнтів водоспоживання рослин. За вирощування сої і кукурудзи варіант класичного краплинного зрошення забезпечив вищу врожайність на тлі менших коефіцієнтів водоспоживання рослин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Projections of air temperature and relative humidity in Ukraine regions to the middle of the 21st century based on regional climate model ensembles / S.V. Krakovska et al. *Геоінформатика*. 2018. № 3(67). С. 62–77.
2. Вплив сучасних кліматичних змін на водні ресурси та сільськогосподарське виробництво / М.І. Ромащенко та ін. *Меліорація і водне господарство*. 2020. № 2. С. 5–22. URL: <https://doi.org/10.31073/mivg202001-235>.
3. Наукові основи адаптації систем землеробства до змін клімату в Південному Степу України : монографія / Р.А. Вожегова та ін. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2018. 751 с.
4. Стратегія зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 14.08.2019 № 688-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/688-2019-%D1%80> (дата звернення: 21.07.2021).
5. Стан і перспективи застосування мікрозрошення в умовах змін клімату / М.І. Ромащенко та ін. *Меліорація і водне господарство*. 2020. № 2. С. 31–38. URL: <https://doi.org/10.31073/mivg202001-262>.
6. Patel, N., Rajput, T.B. Effect of subsurface drip irrigation on onion yield. *Irrigation Science*. 2009. № 27. P. 88–97. URL: <https://doi.org/10.1007/s00271-008-0125-0>.
7. Hanson, B., May, D. Effect of subsurface drip irrigation on processing tomato yield, water table depth, soil salinity, and profitability. *Agricultural Water Management*. 2004. Volume 68. Issue 1, 15. P. 1–17. URL: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2004.03.003>.
8. Kalfountzos, D., Alexiou, I., Kotsopoulos, S. et al. Effect of Subsurface Drip Irrigation on Cotton Plantations. *Water Resour Manage*. 2007. 21. P. 1341–1351. URL: <https://doi.org/10.1007/s11269-006-9085-4>.

9. Payero, J., Tarkalson, D., Davison, S., Petersen, J. Effect of irrigation amounts applied with subsurface drip irrigation on corn evapotranspiration, yield, water use efficiency, and dry matter production in a semiarid climate. *Agricultural Water Management*. 2008. Volume 95. Issue 8. P. 895–908. URL: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2008.02.015>.
10. Najafi, P., Tabatabaei, S. Effect of using subsurface drip irrigation and ET-HS model to increase WUE in irrigation of some crops. *Irrigation and Drainage*. 2007. Volume 56. Issue 4. P. 477–486. URL: <https://doi.org/10.1002/ird.322>.
11. Продуктивність ліній – батьківських компонентів гібридів кукурудзи залежно від способів поливу та густоти рослин у Південному Степу / Р.А. Вожегова та ін. *Вісник аграрної науки*. 2020. Т. 98. № 2. С. 58–63. URL: <https://doi.org/10.31073/agroviznyk202002-09>.
12. Лавриненко Ю.О., Іванів М.О. Продуктивність та адаптивна здатність гібридів кукурудзи залежно від способів поливу і вологозабезпечення в посушливій Степу України. *Зернові культури*. 2019. Т. 3. № 2. С. 207–216. URL: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0079>.
13. Біометричні показники гібридів кукурудзи та їх зв'язок з урожайністю зерна за різних способів поливу та вологозабезпеченості у Посушливому Степу України / О.В. Аверчев та ін. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 111. С. 3–13. URL: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.111.1>.
14. Методика польового дослідження (зрошуване землеробство) / В.О. Ушкаренко та ін. Херсон : Грінь Д.С., 2014. 448 с.
15. Методичні рекомендації з проведення досліджень за краплинного зрошення / за ред. М.І. Ромашенка. Київ : ДПА, 2014. 46 с.
16. Якість ґрунту. Відбирання проб: ДСТУ 4287:2004. Київ : Держстандарт України, 2004. 12 с.
17. Шатковський А.П., Журавльов О.В. Управління краплинним зрошенням на основі використання Інтернет-метеостанцій iMetos®. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2016. № 2(59). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/6489/6373>.
18. Підґрунтове краплинне зрошення: технічні та технологічні аспекти. / А.П. Шатковський та ін. *Зерно*. 2020. № 12. С. 62–66.
19. Yang, L., Heng, T., Yang, G., Wang, J., Analysis of factors influencing effective utilization coefficient of irrigation water. *Water*. 2021. № 13. P. 189. URL: <http://doi.org/10.3390/w13020189>.
20. Ушкаренко В.О. Зрошуване землеробство. Київ : Вища школа, 1995. 328 с.

ЕКОЛОГІЯ, ІХТІОЛОГІЯ ТА АКВАКУЛЬТУРА

ECOLOGY, ICHTHYOLOGY AND AQUACULTURE

УДК 635.9/582.581.5

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.38>

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ОНОВЛЕННЯ ОСНОВНОГО АСОРТИМЕНТУ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН ПАРКІВ ТА СКВЕРІВ МІСТА ХЕРСОНА

Боїко Т.О. – к.біол.н., доцент кафедри лісового та садово-паркового господарства,
Херсонський державний аграрно-економічний університет

Боїко П.М. – к.біол.н., доцент кафедри екології та сталого розвитку
імені Ю.В. Пилипенка,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

Дворна А.В. – здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти,
Херсонський державний аграрно-економічний університет

Території загального користування міста Херсон мають досить одноманітний склад дерев та кущів. Ці об'єкти зеленого господарства створювались у післявоєнний період минулого століття, більшість з них знаходяться у незадовільному стані та потребують часткової реконструкції та оновлення. Оновлений асортимент рослин має відповідати таким критеріям як зимостійкість, посухостійкість, рослини мають бути довговічними та стійкими як до впливу патогенних організмів, так і до впливу поллютантів у повітрі. Запропоновані рослини мають відрізнятися високими декоративними якостями та гіпоалергенними властивостями. Ми пропонуємо асортимент рослин, який включає дерева (33 види), кущі (14 видів) та ліани (3 види). Переважна кількість запропонованих видів – листопадні породи (42 види, 84% від загальної кількості видів), і лише 8 видів вічнозелених рослин (16%). Переважна більшість запропонованих покритонасінних та голонасінних видів є посухостійкими, зимостійкими та стійкими до забруднювачів атмосферного повітря. Стійкими до ураження виявились види родів *Spiraea* та *Forsythia*, *Acer monspessulanum* L., *Gleditsia triacanthos* L., *Gymnocladus dioicus* (L.) C. Koch., *Quercus rubra* L., *Ginkgo biloba* L., *Platycladus orientalis* (L.) Franco, *Mahonia aquifolium* (Pursh.) Nutt., *Tilia platyphyllos* Scop., *Sophora japonica* L. Інші види потребують догляду, регулярного застосування прийомів агротехніки для підвищення їх стійкості до патогенних організмів. Серед запропонованих видів низка є довговічними (*Ginkgo biloba* L., *Fraxinus excelsior* L., *Fraxinus americana* L., *Gleditsia triacanthos* L., *Gymnocladus dioicus* (L.) C. Koch., *Picea pungens* Engelm., *Platycladus orientalis* (L.) Franco, *Quercus robur* L., *Quercus rubra* L., *Ulmus laevis* Pall., *Tilia platyphyllos* Scop.) та відносно довговічними (*Acer monspessulanum* L., *Acer saccharinum* L., *Acer saccharophorum* K.Koch., *Aesculus pavia* L., *Tilia cordata* Mill., *Populus alba* L.).

Ключові слова: озеленення урбанізованих територій, зимостійкість, посухостійкість, довговічність, деревні породи

Boiko T.O., Boiko P.M., Dvorna A.V. Proposals for renewing the assortment of woody plants in parks and public gardens of Kherson

Public areas of the city of Kherson have a fairly uniform composition of trees and shrubs. These green facilities were created in the postwar period of the last century. Most of them are in poor condition and require reconstruction and partial upgrades. The updated range of plants must meet such criteria as winter hardiness, drought resistance, plants must be durable and resistant to both pathogens and pollutants in the air. The proposed plants have different high decorative qualities and hypoallergenic properties. We offer a range of plants that includes

trees (33 species), shrubs (14 species) and lianas (3 species). Most of the proposed species are deciduous species (42 species, 84% of species), and only 8 species are evergreen plants (16%). The vast majority of the proposed angiosperms and gymnosperms are drought-resistant, winter-hardy and resistant to air pollutants. Species of *Spiraea* & *Forsythia*, *Acer monspessulanum* L., *Gleditsia triacanthos* L., *Gymnocladus dioicus* (L.) C. Koch., *Quercus rubra* L., *Ginkgo biloba* L., *Platycladus orientalis* (L.) Franco, *Mahonia aquifolium* (Pursh.) Nutt., *Tilia platyphyllos* Scop., *Sophora japonica* L. proved to be resistant to infestation. Other species need care, regular use of agricultural techniques to increase their resistance to pathogens. Among the proposed species are a number of durable (*Ginkgo biloba* L., *Fraxinus excelsior* L., *Fraxinus americana* L., *Gleditsia triacanthos* L., *Gymnocladus dioicus* (L.) C. Koch., *Picea pungens* Engelm., *Platycladus orientalis* (L.) Franco, *Quercus robur* L., *Quercus rubra* L., *Ulmus laevis* Pall., *Tilia platyphyllos* Scop.) and relatively durable (*Acer monspessulanum* L., *Acer saccharinum* L., *Acer saccharophorum* K.Koch., *Aesculus pavia* L., *Tilia cordata* Mill., *Populus alba* L.). We offer to spread as much as possible plants that combine decorative qualities with resistance to urban conditions: *Acer saccharinum*, *Acer monspessulanum*, *Berberis thunbergii* DC., *Ephedra equisetina*, *Ginkgo biloba*, *Koelreuteria bipinnata*, *Lonicera tatarica* L., *Malus niedzwedzkyana*, *Juniperus sabina* L., *Juniperus communis* L., *Spiraea japonica*, *Sophora japonica*, *Syringa josikaea*, *Syringa persica*, *Quercus rubra*, *Quercus borealis*, *Xanthoceras sorbifolium*.

Key words: landscaping of urban areas, winter hardiness, drought resistance, durability, trees, shrubs

Постановка проблеми. Сучасні умови міста характеризуються зростаючою роллю антропогенних чинників. Задля зменшення їхнього негативного впливу на довкілля та здоров'я людини в місті створені зелені насадження різного функціонального призначення. Деревні рослини парків, скверів та бульварів міста виконують низку функцій: санітарно-гігієнічну, екологічну, іонізуючу, фітомеліоративну та естетичну. Оскільки ці об'єкти зеленого господарства створювались у післявоєнний період минулого століття, більшість із них знаходиться в незадовільному стані та потребує часткової реконструкції та оновлення [1–3]. Оновлений асортимент рослин має відповідати таким критеріям, як зимостійкість і посухостійкість. Рослини мають бути довговічними та стійкими до впливу як патогенних організмів, так і поллютантів у повітрі. Запропоновані рослини мають відрізнятися високими декоративними якостями та гіпоалергенними властивостями.

Згідно з аналізом літературних джерел і власних спостережень, в умовах Херсона добре адаптувались як місцеві деревні породи, так і інтродуценти. Однак частина видів, термін експлуатації яких вже добігає кінця (такі види, як *Robinia pseudoacacia* L., *Populus italica* (Du Roi) Moench, *Gleditsia triacanthos* L.), потребують заміни новими, більш декоративними та довговічними видами. Крім того, бажано враховувати й сезонний аспект міста. Задля забезпечення привабливості зелених зон в осінньо-зимовий період необхідно збільшити частку вічнозелених видів.

Асортимент деревних декоративних рослин ділиться на основний, додатковий та обмежений. Основу об'єктів загального користування мають становити види з основного асортименту (близько 70%). Це мають бути види, добре адаптовані до місцевих рослинно-кліматичних умов. Перевага віддається деревам першої величини та великим кущам, які зможуть ефективно виконувати екологічну та архітектурно-планувальну функції [4].

Матеріали та методи дослідження. Об'єктами дослідження стали рекреаційні насадження загального користування міста Херсон. Камеральну обробку та гербаризацію зразків рослин виконували за загальноприйнятою методикою ботанічних досліджень, визначення видів проводили за довідковою літературою [5], видові назви рослин узгоджені з довідниками [6; 7].

Оцінку зимостійкості деревних видів проводили за 5-ти бальною шкалою, запропонованою М.А. Кохно та О.М. Курдюком [8]: 1) відсутність зимостійкості:

рослина вимерзає та гине; 2) рослина обмерзає до кореневої шийки, але відновлюється; 3) вимерзає більшість однорічних пагонів; 4) частково вимерзають однорічні пагони; 5) цілком виражена зимостійкість.

У польових умовах посухостійкість оцінювали за 5-бальною шкалою А.Я. Огороднікова [9], де: 1) рослини не посухостійкі: ріст пригнічений, усихають листки і пагони, потім масове усихання багаторічних гілок і загибель більшості або всіх рослин; 2) рослини слабо посухостійкі: ріст дуже слабкий, масове в'янення та опіки листя, в'янення верхівок пагонів, масова суха вершинність; 3) рослини середньої посухостійкості: ріст слабкий, частково пошкоджується листя, передчасний листопад; 4) рослини посухостійкі: пошкодження надземних органів слабкі або відсутні, однак можливе передчасне опадання частини листя; 5) рослини високо посухостійкі: ознаки впливу посухи непомітні, можлива тимчасова втрата тургору листками.

Стійкість до атмосферних забруднювачів розглядали за 3-бальною шкалою Н.В. Гетко: 3) малостійкі види; 2) відносно стійкі; 1) стійкі [10].

Стійкість до шкідників та хвороб визначали за 5-бальною шкалою Б.Л. Козловського зі співавторами [11].

Результати дослідження. Ревізія породного складу та фітосанітарного стану парків і скверів Херсона виявила низку проблем. Території загального користування міста Херсон мають досить одноманітний склад дерев і кущів. Основою паркових насаджень є види родів *Acer L.*, *Populus L.*, *Fraxinus L.*, а також *Robinia pseudoacacia L.*, *Gleditsia triacanthos L.*, *Catalpa speciosa* (Warder ex Barney) Warder ex Engelm., *Platanus orientalis L.*, *Platyclusus orientalis* (L.) Franco, *Ulmus laevis* Pall, *Sophora japonica L.*, *Tilia cordata* Mill. тощо [12; 13].

Створення довговічних високо декоративних композицій потребує поєднання рослин різних життєвих форм [14]. Тому пропонується асортимент містить як дерева (33 види), кущі (14 видів), так і ліани (3 види) (табл. 1). Переважна кількість запропонованих видів – листопадні породи (42 види, 84% від загальної кількості видів), а також вічнозелені рослини – 8 видів (16%).

Таблиця 1

Еколого-біологічні показники деревних рослин основного асортименту об'єктів озеленення міста Херсон

№ п/п	Вид	Життєва форма	Зимостійкість	Посухостійкість	Стійкість до хвороб та шкідників	Стійкість до атмосферних забруднювачів
1	2	3	4	5	6	7
Pinophyta						
1	<i>Ginkgo biloba L.</i>	Д	5	4	5	1
2	<i>Juniperus sabina L.</i>	К	5	4	3	1
3	<i>Juniperus communis L.</i>	К	4	3	4	1
4	<i>Juniperus virginiana L.</i>	Д	5	3	4	1
5	<i>Picea pungens Engelm.</i>	Д	5	3	4	2

Закінчення таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7
6	<i>Picea pungens</i> Engelm. f. <i>glauca</i> Reg.	Д	5	3	4	2
7	<i>Platycladus orientalis</i> (L.) Franco	Д	5	4	5	1
8	<i>Thuja occidentalis</i> L.	Д	5	3	3	2
<i>Magnoliophyta</i>						
9	<i>Acer monspessulanum</i> L.	Д	5	5	5	1
10	<i>Acer saccharinum</i> L.	Д	5	4	5	2
11	<i>Acer saccharophorum</i> K.Koch	Д	5	4	5	1
12	<i>Acer tataricum</i> L.	Д	5	4	5	1
13	<i>Aesculus pavia</i> L.	Д	5	4	4	1
14	<i>Berberis vulgaris</i> L.	К	5	4	5	1
15	<i>Berberis thunbergii</i> DC.	К	5	3	5	1
16	<i>Betula pendula</i> Roth.	Д	5	4	4	1
17	<i>Buxus sempervirens</i> L.	К	5	4	3	1
18	<i>Forsythia europaea</i> Deg. et Bald.	К	5	5	5	1
19	<i>Forsythia viridissima</i> Lindl.	К	5	4	5	1
20	<i>Fraxinus americana</i> L.	Д	4	4	4	1
21	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	Д	4	4	4	1
22	<i>Fraxinus lanceolata</i> Borkh.	Д	4	4	4	1
23	<i>Gleditsia triacanthos</i> L.	Д	5	5	5	1
24	<i>Gymnocladus dioica</i> (L.) C. Koch.	Д	5	4	5	1
25	<i>Juglans regia</i> L.	Д	3	4	3	1
26	<i>Lonicera caprifolium</i> L.	Л	5	4	4	1
27	<i>Lonicera tatarica</i> L.	К	5	4	4	1
28	<i>Mahonia aquifolium</i> (Pursh.) Nutt.	К	5	5	5	1
29	<i>Morus alba</i> L.	Д	5	5	4	1
30	<i>Padus avium</i> Mill.	Д	5	4	4	1
31	<i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) Planch.	Л	5	5	4	1
32	<i>Parthenocissus tricuspidata</i> (Siebold & Zucc.) Planch.	Л	5	5	4	1
33	<i>Platanus orientalis</i> L.	Д	5	4	4	1
34	<i>Platanus occidentalis</i> L.	Д	5	4	4	1
35	<i>Populus alba</i> L.	Д	5	5	4	1
36	<i>Populus simonii</i> Carriere	Д	4	3	4	1
37	<i>Quercus robur</i> L.	Д	5	5	4	1
38	<i>Quercus rubra</i> L.	Д	5	4	5	1
39	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	Д	4	4	4	1
40	<i>Salix alba</i> L.	Д	5	2	4	1
41	<i>Sambucus nigra</i> L.	К	5	3	4	1
42	<i>Sophora japonica</i> L.	Д	5	5	5	1
43	<i>Sorbus aucuparia</i> L.	Д	4	4	5	1
44	<i>Spiraea vanhouttei</i> Zab.	К	5	5	5	1
45	<i>Spiraea media</i> Schmidt	К	5	5	5	1
46	<i>Spiraea japonica</i> L.	К	5	5	5	1
47	<i>Syringa vulgaris</i> L.	К	5	5	4	1
48	<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.	Д	5	5	5	1
49	<i>Tilia cordata</i> Mill.	Д	5	5	4	2
50	<i>Ulmus laevis</i> Pall.	Д	5	5	4	1

Примітки: Д – дерево, К – кущ, Л – ліана

На нашу думку, слід збільшити частку вічнозелених рослин у рекреаційно-озеленувальних об'єктах. Їхні крони створюють декоративний ефект насаджень, що особливо важливо в осінньо-зимовий період. Вічнозелені голонасінні дерева можна формувати як в монокультурні насадження, так і в полікультурні, поєднуючи вічнозелені та листопадні рослини.

Нами проаналізовано низку еколого-біологічних показників деревних рослин, які враховуються під час вирощуванні рослин в умовах аридного клімату. В якості рослин основного асортименту нами запропоновані види, які поєднують такі важливі властивості, як посухостійкість, зимостійкість, стійкість до хвороб і шкідників, а також стійкість до забруднюючих речовин в атмосфері.

Одним із важливих показників є посухостійкість рослин. Аналіз показав, що більшість запропонованих покритонасінних видів є посухостійкими або високо посухостійкими. Серед запропонованих голонасінних рослин є види середньо посухостійкі: *Juniperus communis*, *J. virginiana*, *Picea pungens*, *Picea pungens* Engelm. f. *glauca*, *Thuja occidentalis*. В посушливі роки в цих видів засихають окремі гілки.

Важливою адаптивною рисою рослин основного асортименту є зимостійкість. Запропоновані дерева та кущі мають 4-5 балів зимостійкості за шкалою М.А. Кохна та О.М. Курдюка. Лише у *Juglans regia* в окремі роки підмерзають однорічні пагони, що значно зменшує його декоративність у міських насадженнях.

На довговічність і декоративність рослин впливає їхня стійкість до хвороб та шкідників. Останнім часом міграції та недотримання карантинних вимог вплинули на поширення агресивних інвазійних видів патогенів. Аналіз видів за шкалою Б.Л. Козловського зі співавторами показав, що лише невеликий спектр деревних порід є стійким до ураження. Ними виявились види родів *Spiraea* та *Forsythia*, *Acer monspessulanum*, *Gleditsia triacanthos*, *Gymnocladus dioicus*, *Quercus rubra*, *Ginkgo biloba*, *Platycladus orientalis*, *Mahonia aquifolium*, *Tilia platyphyllos*, *Sophora japonica*. За даними літературних джерел, ці види також характеризуються як стійкі.

Aesculus hippocastanum, який у 100% насаджень уражається каштановою міллю, ми пропонуємо поступово замінити стійким до цього шкідника *Aesculus pavia*.

Більшість видів потребують догляду, регулярного застосування прийомів агротехніки задля підвищення їхньої стійкості до патогенних організмів.

Аналіз стійкості деревних рослин до забруднювачів атмосферного повітря показав, що більшість із запропонованих видів є стійкими до цього фактору в умовах Херсона. Однак такі види, як *Acer saccharinum* та *Tilia cordata* часто мають опіки листя, через що дерева втрачають декоративність і можуть передчасно скидати листя [15]. *Picea pungens*, *Picea pungens* f. *glauca* та *Thuja occidentalis* також часто мають опіки хвої через забруднення повітря.

Серед запропонованих видів низка є довговічними, які в сенільну стадію вступають у віці 50 і більше років: *Ginkgo biloba*, *Fraxinus excelsior*, *Fraxinus americana*, *Gleditsia triacanthos*, *Gymnocladus dioicus*, *Picea pungens*, *Platycladus orientalis*, *Quercus robur*, *Quercus rubra*, *Ulmus pumila*, *Tilia platyphylla*. Відносно довговічні види *Acer monspessulanum*, *Acer saccharinum*, *Acer saccharophorum*, *Aesculus pavia*, *Tilia cordata*, *Populus alba* вступають в сенільну стадію у віці 30–50 років. Інші види є недовговічними, що вступають у сенільну стадію до 30 років.

До основного асортименту ми також пропонуємо включити види, наведені в різних «Червоних списках»: *Quercus robur* (ЧС Херсонської області), *Aesculus hippocastanum*, *Juglans regia*, *Platanus orientalis*, *Thuja occidentalis* (ЧС МСОП) [16; 17], *Forsythia europaea* (ЄЧС) [18].

Висновки та пропозиції. Розширення біологічного різноманіття основного асортименту деревних порід парків та скверів Херсона сприятиме покращенню естетичних, санітарно-гігієнічних та екологічних функцій цих насаджень. Нами запропоновано збільшити частку вічнозелених рослин задля формування ефектного сезонного аспекту, а також максимально поєднати рослини різних життєвих форм: дерева (33 види), кущі (14 видів), ліани (3 види), серед яких листопадні породи (42 види, 84% від загальної кількості видів), вічнозелених рослин – 82 видів (16%). Запропоновані види проаналізовано та підбрано за такими еколого-біологічними властивостями, як зимостійкість, посухостійкість, стійкість до хвороб і шкідників, стійкість до забруднювачів атмосферного повітря та їхня довговічність.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Boiko T., Boiko P., Dementieva O. An analysis of the current state of dendrological objects protected by the city of Kherson. 19-th International multidisciplinary scientific geoconference SGEM 2019. 2019. ISSUE: 6.2. P. 343–348. DOI: <https://doi.org/10.5593/sgem2019/6.2>
2. Скок С.В., Стратічук Н.В. Науково-методичні аспекти оцінки сталого розвитку міських екосистем. *Екологічні науки* : науково-практичний журнал. Київ : ДЕА, 2020. № 1(28). С. 367–378.
3. Boiko T., Dementieva O., Omelianova V., Strelchuk L. Ornamental woody plants assortment expansion in landscaping the cities of Southern Ukraine. *20-th International multidisciplinary scientific geoconference SGEM 2020*. 2020. P. 595–602.
4. Козловский Б.Л., Куропятников М.В., Федоринова О.И. Основной и дополнительный ассортимент древесных растений для зеленого строительства на Юго-Западе Ростовской области. *ИВД*. 2013. № 2 (25). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnoy-i-dopolnitelnyy-assortiment-drevesnyh-rasteniy-dlya-zelenogo-stroitelstva-na-yugo-zapade-rostovskoy-oblasti>.
5. Доброчаева Д.Н., Котов М.И., Прокудин Ю.Н. Определитель высших растений Украины. 2 изд. Киев : Фитосоцицентр, 1999. 548 с.
6. Кохно М.А. Каталог дендрофлоры Украины. Київ : Фітосоціоцентр, 2001. 72 с.
7. Mosyakin S.L., Fedoronchuk M.M. Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist; ed. S.L. Mosyakin. Kiev : M.G. Kholodny Inst. of Botany, 1999. 345 с.
8. Кохно Н.А., Курдюк А.М. Теоретические основы и опыт интродукции растений на Украине. Киев : Наукова думка. 1994. 185 с.
9. Огородников А.Я. Методика визуальной оценки биоэкологических свойств древесных растений в населённых пунктах степной зоны. *Интродукция растений. Ростов-на-Дону* : Изд-во Рост. Ун-та. 1993. С. 50–58.
10. Гетко Н.В. Газоустойчивость и поглотительная способность растений в условиях Белоруссии: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.05 – ботаника. Минск, 1972. 24 с.
11. Козловский Б.Л., Огородников А.Я., Огородникова Т.К., Куропятников М.В., Федоринова О.И. Цветковые древесные растения Ботанического сада Ростовского университета (экология, биология, география). *Ростов-на-Дону*. 2000. 144 с.
12. Бойко Т.О. Таксономічна структура і стан вуличних насаджень міста Херсон. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2019. Т. 29, № 8. С. 51–55.
13. Дворна А.В. Аналіз перспективних інтродуцентів для створення насаджень загального призначення міста Херсон. *Студ.наук. роб. Суми*. 2021. 31 с.
14. Омелянова В., Котовська, Ю. Використання реліктових рослин для озеленення територій «Наукові читання імені В. М. Виноградова»: II-га Всеукраїнська науково-практична конференція. 21-22 травня 2020 року. Херсон : 2020. С. 36–38 с.

15. Бойко Т. Фітосанітарний стан зелених насаджень міста Херсон. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2020. Т. 30, № 4. С. 67–72.
16. The IUCN Red List of Threatened Species. 2012. URL: <http://www.iucnredlist.org>
17. Boiko T., Boiko P., Breus D. Optimization of shelterbelts in the steppe zone of Ukraine in the context of sustainable development. 18-th International multidisciplinary scientific geoconference SGEM 2018. 2018. Vol. 18. Issue: 3.2. DOI: 10.5593/sgem2018/3.2
18. Европейский Красный список животных и растений, находящихся под угрозой исчезновения во всемирном масштабе. Нью-Йорк : Изд-во ООН, 1992. 167 с.

УДК 502.31:631.147

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.39>

ОЦІНКА СИСТЕМИ ОРГАНІЧНОЇ СЕРТИФІКАЦІЇ ДИКОРОСЛОЇ ПРОДУКЦІЇ

Василенко О.В. – к.с.-г.н., доцент кафедри екології та безпеки життєдіяльності,
Уманський національний університет садівництва

Гурський І.М. – к.с.-г.н., доцент кафедри екології та безпеки життєдіяльності,
Уманський національний університет садівництва

Шевченко Н.О. – к.екон.н., доцент кафедри екології та безпеки життєдіяльності,
Уманський національний університет садівництва

У цій роботі представлено огляд системи сертифікації дикорослої продукції, яка охоплює різні параметри, поточний сценарій та стратегії упровадження. Основною метою такої органічної сертифікації є офіційне запевнення зацікавлених сторін в тому, що певний об'єкт сертифікації (у цьому випадку – дикоросла флора) повністю відповідає екологічним критеріям, які вказують на наявність поліпшених екологічних характеристик.

Стурбованість тривожною ситуацією щодо стану природних ресурсів дикорослих рослин (лікарських трав, лісових ягід тощо), а також якості сировини привела до ідеї органічної сертифікації задля збереження та управління цими ресурсами.

Основна частина органічних сушених лікарських трав, заморожених і сушених диких ягід (переважно чорниця) на світовому органічному ринку – це продукція дикорослих рослин (близько 13 тисяч тон щорічно). Сертифіковані площі для збору дикорослих органічних трав та ягід у світі складають близько 36 млн. га. Основні країни-експортери цієї продукції – Фінляндія, Замбія, Танзанія. Загалом серед органічних площ у світі площі несільськогосподарського призначення (переважно збір дикорослих видів рослин) складають в середньому 32%.

За даними федерації органічного руху України, нині існує 50 органів іноземної сертифікації, діяльність яких дозволена в Україні. Частка операторів органічного ринку серед переробників сировини та заготівельників органічних дикоростучих рослин складає близько 13%.

У цій статті синтезовано всі головні вимоги сертифікуючих органів щодо заготівлі дикорослої сировини, дотримання яких дозволить впевнитися в екологічній якості продукції, сприяти збереженню біологічного різноманіття та ефективному управлінню природними ресурсами нашої країни. Таким чином, удосконалення цього сектору торгівлі й дотримання вимог органічної сертифікації таких товарів дозволить Україні розширити асортимент експортованої органічної продукції, збільшити обсяг експорту та підтримати позитивну динаміку до євроінтеграції.

Ключові слова: органічна продукція, органічна сертифікація, дикоросла продукція, біологічне різноманіття.

Vasylenko O.V., Hurskyi I.M., Shevchenko N.O. Assessment of the organic certification system for wildy growing products

This article presents an overview of the certification system for wildy growing products, covering various parameters, the current scenario and implementation strategies. The main purpose of such organic certification is to formally assure stakeholders that a particular certification object (in this case wild flora) fully meets the environmental criteria that indicate improved environmental performance.

Concerns about the state of natural resources of wild plants (medicinal herbs, wild berries, etc.) and the quality of raw materials led to the idea of organic certification for the purpose of conservation and management of these resources.

The main part of organic dried medicinal herbs and frozen or dried wild berries (mainly blueberries) on the world organic market is the wildy growing products (about 13 thousand tons per year). Certified areas for picking wild organic herbs and berries in the world are about 36 million hectares. The main exporters of this product are Finland, Zambia and Tanzania. In general, among organic areas in the world, non-agricultural areas (mainly wild plants harvesting) average 32%.

According to the Federation of the Organic Movement of Ukraine, today there are 50 foreign certification bodies whose activity is allowed in Ukraine. And the share of organic market operators among processors of raw materials and producers of organic wild plants is about 13%.

This article synthesizes all the basic requirements of certification bodies for the procurement of wildy growing raw materials, compliance with which will ensure the environmental quality of products and contribute to the conservation of biodiversity and effective management of natural resources of our country. Thus, the improvement of this trade sector and compliance with the requirements of organic certification of such goods will allow Ukraine to expand the range of exported organic products, increase exports and maintain positive dynamics towards European integration.

Key words: organic products, organic certification, wildy growing products, biodiversity.

Постановка проблеми. Надмірний збір дикорослих лікарських рослин та ягід задля ринкового продажу може бути головною проблемою збереження та розвитку біологічного різноманіття, а також загрожувати самим видам, середовищу їхнього існування та засобам існування. Органічна сертифікація здатна покращити цю практику, особливо коли продажі здійснюються для більш заможних споживачів, які знають про етичне екологічне маркування [1].

Основною метою органічної сертифікації є офіційне запевнення зацікавлених сторін в тому, що певний об'єкт сертифікації повністю відповідає екологічним критеріям, які зазначають наявність поліпшених екологічних характеристик [2]. Але нині системи сертифікації органічних дикорослих продуктів недостатньо суворі, щоб мати значний вплив. Збирання дикої продукції (ягоди, горіхи, різні частини лікарських рослин, гриби, березовий чи кленовий сік тощо) задля продажу зазвичай відбувається у віддалених місцях, де мала ймовірність наукової експертизи. Закордонний досвід сприяння збереженню біорізноманіття в таких місцях передбачає деякі основні вимоги до ефективного управління природними ресурсами. Вони включають визначені сфери управління, різноманітні повноваження місцевих органів влади, участь громади у складанні та реалізації планів управління та адаптованість до місцевих умов у процедурах управління.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Загальний термін «органічне сільське господарство» був запроваджений Міжнародною федерацією органічного руху (IFOAM) більше тридцяти років тому [3]. За цей час тема виробництва органічної продукції у світі і, зокрема, в Україні досліджувалася багатьма науковцями (Артиш В. А., Горб О. О., Борисова Н. М., Берлач Н. А., Головченко Д. С., Захарова Н. В., Гребенюк М. В., Зіновчук О. Т., Дудар О. І., Корніцька В. І., Ковальчук С. В., Кисіль Ю. О., Тараріко В. М., Камінський С. В., Писаренко П. М., Скрипчук Г. М. та іншими). Наукові праці цих дослідників стали основою вивчення органічного руху в Україні. В них висвітлено аналіз стану маркетингу органічної

продукції та досліджено проблеми розвитку органічного виробництва в Україні. Разом з цим нині відсутні наукові дослідження щодо органічної сертифікації не вирощеної, а дикорослої продукції, зокрема лісових ягід та лікарських рослин.

Постановка завдання. Нині Україна має значний потенціал для експорту органічної продукції; країна вже досягла певних результатів і має непогані перспективи щодо такої торговельної діяльності. Але однією з обов'язкових умов експорту органічної продукції в ЄС та інші країни є її сертифікація [4].

Мета цієї роботи – дослідження й оцінка існуючої системи органічної сертифікації дикорослої продукції. Для цього потрібно проаналізувати низку питань. По-перше, слід установити частку дикорослої продукції у загальному обсязі експорту органічних товарів, провести аналіз світового та вітчизняного досвіду сертифікації органічної дикорослої продукції, а також основних типів застосовуваних стандартів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Світовий ринок органічної продукції становить більше 65 млрд. доларів США та має стійку тенденцію до збільшення. Згідно з останніми дослідженнями інституту органічного сільського господарства (FiBL), у світі 164 країни займаються виробництвом органічної сільськогосподарської продукції. Площі, зайняті під органічним господарюванням, становлять у середньому 38 млн. га, включаючи землі перехідного періоду. До найважливіших країн-виробників органічної продукції відносяться Австралія (12 млн. га), Аргентина (3,6 млн. га), США (2,2 млн. га), Китай (1,9 млн. га) та Іспанія (1,6 млн. га) (табл. 1). Світовими регіонами з найбільшими площами органічних сільськогосподарських угідь є Океанія (12,2 млн. га, або 32% світових органічних земель) та Європа (11,2 млн. га, або 30%), Латинська Америка (6,8 млн. га), Азія (3,2 млн. га), Північна Америка (3 млн. га), Африка (1,1 млн. га).

Мета нашої роботи – дослідження сертифікації органічних дикорослих рослин, тому крім типових органічних сільськогосподарських угідь виділяють також органічні несільськогосподарські землі (понад 31 млн. га), серед яких найбільшу площу займають території для збору дикорослих рослин та аквакультура, ліси й пасовища несільськогосподарського призначення. Загалом у світі налічується майже 70 млн. га органічних сільськогосподарських угідь та несільськогосподарських територій.

Основна частина органічних сушених лікарських трав та заморожених і сушених диких ягід (переважно чорниці) – це продукція дикорослих рослин (близько 13 тисяч тон щорічно на ринку). У 2018 році площі для збору дикорослих сертифікованих органічних диких трав та ягід склали близько 36 млн. га. Основні країни-експортери цієї продукції – Фінляндія (11,3 млн. га), Замбія (3,2 млн. га), Танзанія (2,4 млн. га). Серед органічних площ у світі території несільськогосподарського призначення (збір дикорослих рослин, бджільництво та інші) складають у середньому 32% [5].

Розширення ринку органічних товарів в Україні стримується певними чинниками, що гальмують його подальший розвиток, а саме: недосконалий науковий супровід органічного сектору торгівлі, низький рівень обізнаності населення щодо переваг органічної продукції, переважання експорту органічної сировини, відсутність державної підтримки, відсутність ефективної системи державного контролю за якістю продукції, недосконалість роботи системи захисту прав споживачів [6; 7].

Нині вітчизняна система органічного сільського господарства включає 421 тисяч гектарів органічних земель. Україна за цим показником займає 11-те місце серед європейських країн та 20-те – серед усіх країн світу. За останні п'ять років розмір органічних угідь збільшився на 54%.

Експортна орієнтація органічного виробництва України на світовий ринок характеризується позитивною динамікою. Це сприяє зростанню національної економіки держави й переходу до екологічної конверсії сільського господарства відповідно до Постанови Ради ЄС № 834/2007 щодо органічного виробництва та маркування органічних продуктів [8], Регламенту Комісії ЄС № 889/2008 «Детальні правила щодо органічного виробництва, маркування і контролю для впровадження Постанови Ради (ЄС) № 834/2007» [9], Закону України № 5448-д «Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції» [10], в яких передбачено основні механізми адаптації вітчизняної системи контролю якості органічної продукції до європейського законодавства та надання державної підтримки виробникам органічної продукції.

Окрім того, правові механізми функціонування процесу органічного виробництва та відповідного збуту передбачено в Угоді про асоціацію між Європейським Союзом та Україною, де зазначено, що «співпраця має сприяти заохоченню сучасного і сталого сільськогосподарського виробництва, але з урахуванням захисту навколишнього середовища і тварин, зокрема через поширення методів органічного виробництва; підвищення конкурентоспроможності сільськогосподарського сектору, ефективності ринків, умов для інвестування; заохочення політики якості сільськогосподарської продукції та інше» [11].

З 1 січня 2021 р. вступив у дію новий Регламент Європейського Союзу 2018/848 про виробництво та маркування органічної продукції. Згідно з IFOAM EU, екологічні схеми виробництва органічної продукції повинні бути ретельно обґрунтованими задля того, щоб сприяти розвитку екологічної конверсії, що, в свою чергу, забезпечить реалізацію цілей зеленої економіки, включаючи органічне землеробство.

Під час становлення ринку органічної продукції особливого значення набуває система сертифікації органічної продукції. У кожній із країн ЄС систему сертифікації зазвичай представляє третя незалежна сторона, яка здійснює контроль виробництва та сертифікацію окремо від операторів ринку, залучених до органічного виробництва.

За даними федерації органічного руху України, нині існує 50 органів іноземної сертифікації, діяльність яких дозволена в Україні [12]. Крім того, в Україні налічується 429 операторів органічного ринку, з яких 375 є виробниками, решта – переробники та заготівельники так званих дикоросів [13].

Лікарські та ароматичні рослини, дикі ягоди є невід’ємною частиною біорізноманіття планети. В більшості країн, багатих на такі ресурси, практики збору диких рослин є джерелом засобів для існування великої кількості сільських жителів, тому дикоросла рослинність відіграє значну роль у соціально-економічному розвитку їхніх громад. Стурбованість тривожною ситуацією щодо стану природних ресурсів дикоросів, якості сировини, а також соціальна експлуатація сільських громад призвела до ідеї органічної сертифікації задля збереження та управління цими ресурсами. З одного боку, сертифікація дикорослої сировини враховує екологічні, соціальні та економічні перспективи цих органічних ресурсів на ринку, з іншого боку, вона забезпечує участь багатьох зацікавлених сторін у вдосконаленні сектора торгівлі заготовленими дикоросами [14].

Система сертифікації дикорослої продукції сформована на чітких вимогах щодо її заготівлі (за даними «Органік стандарт»):

1. Збір дикорослих продуктів, які можуть вважатися органічними, повинен відбуватися на добре визначених територіях збору. Перелік вимог до таких територій досить жорсткий. Насамперед вони не повинні оброблятися будь-якими

агрохімічними засобами принаймні три роки. Для того, щоб це засвідчити, потрібно документальне підтвердження від власника території, або, якщо це державна власність, від відповідного органу, що здійснює державний контроль цієї території (лісництво, адміністрація громади тощо). Крім того, для кожної території збору має існувати бланк від сертифікаційного органу, що називається «Опис території збору». Крім того, кожна територія збору повинна щорічно інспектуватися. По-друге, існують чіткі рекомендації стосовно мінімальних відстаней від території збору до певних (потенційно небезпечних) об'єктів (50 км від радіаційних джерел, 5 км від урбанізованих територій, 1 км від індустріальних територій, 300 м від комунікацій та інтенсивних сільськогосподарських угідь, 100 м від сміттєзвалищ і кладовищ).

2. Для всієї території збору цієї сертифікованої органічної продукції повинні бути наявними карти з масштабом щонайменше 1:50000, де вказані межі території збору та зроблені відмітки про потенційні джерела забруднення.

3. На інтенсивних полях збір дикоросів заборонений, навіть якщо ці поля є органічними. Між інтенсивними сільськогосподарськими угіддями такий збір також забороняється. Ці землі мають бути виключені з територій збору та обов'язково позначені на карті. З некультивованих та екстенсивних полів можлива сертифікована заготівля дикорослої продукції, але за наступних умов: власник землі має бути проінформованим і надати відповідний дозвіл; землі є перелоговими протягом останніх 10 років; вказані в п. 1 цього переліку мінімальні дистанції дотримані.

4. Усі законодавчі вимоги щодо збору дикорослої продукції повинні враховуватися. Це означає, що популяція рослин не буде знищена, рослини з Червоної книги не повинні збиратися. В разі відсутності системи офіційних дозволів на обсяг збору має бути підтвердження від незалежних експертів щодо екологічно раціонального збору для кожного виду (моніторинг запасів тощо). Отже, збір дикоросів повинен бути екологічно безпечним та не загрожувати екосистемі.

5. Стосовно збирачів також існує перелік вимог: обов'язковою є наявність завчасно визначеного їхнього переліку, проведення інструктажу перед збором дикорослої продукції (фіксація в журналах), заборона збирати органічну та неорганічну продукцію разом.

За даними FIBL IFOAM, в Україні сертифіковано 550 тис. га дикоросів. В Україні існують сертифіковані компанії, які здійснюють збір органічної дикорослої продукції. Наприклад, підприємство «Рівнехолод» територіально зручно розташоване щодо центрів заготівлі дикорослих ягід (Полісся та екологічно чистий район України – Карпати).

Висновки і пропозиції. Отже, це дослідження дозволяє зробити висновок, що Україна має значний потенціал задля подальшого розвитку органічного виробництва, збирання сировини й торгівлі, що можна пояснити сприятливими природно-кліматичними умовами, родючими землями та зростаючим попитом на органічну продукцію як всередині країни, так і на експорт. Нині в нашій країні прийнята нормативно-правова база щодо здійснення органічного виробництва й торгівлі, яка включає правила сертифікації та маркування органічної продукції.

Рівень розвитку цієї сфери має велику перспективу. Це стосується й такого обмеженого сектору економіки, як торгівля місцевими дикоросами. Стурбованість тривожною ситуацією щодо стану природних ресурсів дикорослих рослин та якості сировини призвела до ідеї органічної сертифікації задля збереження та управління цими ресурсами. З одного боку, сертифікація дикорослої сировини

враховує екологічні, соціальні та економічні перспективи цих органічних ресурсів на ринку, з іншого – вона забезпечує участь багатьох зацікавлених сторін у вдосконаленні сектора торгівлі заготовленими дикоросами. Таким чином, удосконалення цього сектору торгівлі та дотримання вимог органічної сертифікації таких товарів дозволить Україні розширити асортимент експортованої органічної продукції, збільшити обсяги експорту та підтримувати позитивну динаміку в напрямку євроінтеграції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Rudge J., Hamilton A. Developing organic certification for more sustainable harvesting of wild medicinal plants. *1st IFOAM Conference on Organic Wild Production*. 2006.
2. Давиденко О. Перспективи виходу українських виробників органічної продукції на європейський ринок з урахуванням вимог ЄС до екологічності продукції. *Знання європейського права*. 2021. Вип. 2. С. 66–69. DOI: <https://doi.org/10.32837/chem.v0i2.207>
3. Лупенко Ю. О. *Стратегічні напрями розвитку сільського господарства України на період до 2020 року* / за ред. Ю. О. Лупенка, В. Я. Месель-Веселяка. Київ : ННЦ «ІАЕ», 2012. 182 с.
4. Шумейко О. Органічне агровиробництво України: тенденції розвитку та виклики інституціонального забезпечення. *Вісник Тернопільського національного економічного університету*. 2016. Вип. 2. С. 33–42.
5. The World of Organic Agriculture – Statistics and Emerging Trends 2017 / Organic Farming and Market Development in Europe and the European Union. URL: <http://orgprints.org/31187/1/willer-et-al-2017-europe.pdf> (дата звернення 15.07.2021).
6. Зоря П. С. Виробництво екологічно чистої продукції: проблеми та виклики сьогодення. *Економіка і управління*. 2014. № 3. С. 45–50.
7. Танчик С. П., Цюк О. А., В'ялий С. О. Розвиток органічного землеробства в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2009. Вип. 1. С. 11–15.
8. Постанова Ради (ЄС) № 834/2007 від 28 червня 2007 року стосовно органічного виробництва і маркування органічних продуктів, та скасування Постанови (ЄС) № 2092/91. URL: http://organicstandard.com.ua/files/standards/ua/ec/EU%20Reg_834_2007%20Organic%20Production_UA.pdf (дата звернення 16.07.2021).
9. Регламент Комісії (ЄС) № 889/2008 «Детальні правила щодо органічного виробництва, маркування і контролю для впровадження Постанови Ради (ЄС) №834/2007». URL: http://organicstandard.com.ua/files/standards/ua/ec/EC_Reg_889_2008_Implementing_Rules_UA.pdf (дата звернення 16.07.2021).
10. Закон України № 5448-д «Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції». URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2496-19> (дата звернення 16.07.2021).
11. Угода про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони. URL: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/MU14097.html (дата звернення 15.07.2021).
12. Федерация органічного руху в Україні. URL: <https://organic-platform.org/federacziya-organichnogo-ruhu-ukrayiny-2/> (дата звернення 15.07.2021).
13. Organic Market Development in Ukraine. Available at. URL: <https://ukraine.fibl.org/en/ua-about-project.html> (дата звернення 15.07.2021).
14. Ray R., Asokan A., Bhattacharya P., Prasad R. The potential of certification for conservation and management of wild MAP resources. *Biodiversity and Conservation*. 2009 (18). P. 3441–3451. DOI: 10.1007/s10531-009-9653-z.

УДК 504.054

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.40>

ПРОГНОЗУВАННЯ ТА ОЦІНКА ВПЛИВУ НОВОГО ЖИТЛОВОГО РАЙОНУ НА ЕКОЛОГІЧНУ БЕЗПЕКУ ЕДАФОТОПІВ УРБОЕКОСИСТЕМИ

Василенко О.В. – к.с.-г.н., доцент кафедри екології та безпеки життєдіяльності,
Уманський національний університет садівництва

Шевченко Н.О. – к.екон.н., доцент кафедри екології та безпеки життєдіяльності,
Уманський національний університет садівництва

Сорока Л.В. – к.с.-г.н., старший викладач кафедри екології
та безпеки життєдіяльності,
Уманський національний університет садівництва

На основі проведеного дослідження з визначення первинних змін ґрунтів нового житлового району урбоєкосистеми та основних ланцюгів їхніх наслідків обґрунтовано особливості побудови ступінчастої матриці, яку можна застосовувати задля ефективного прогнозування стану навколишнього середовища під час будівництва нових житлових районів урбоєкосистеми, що дозволить чітко окреслити причинно-наслідкові зв'язки основних первинних впливів на урбоедафотоп. Розроблена частина матриці показує, до яких чотирьох первинних впливів можуть призвести три варіанти житлово-комунального будівництва з причинно-наслідковими зв'язками для кожного з них. На відміну від матриці взаємодії компонентів цей метод наочно показує не тільки напрямок, але й сутність зв'язків різного порядку між компонентами природного середовища.

Крім того, вивчено динаміку біологічної активності ґрунту урбоєкосистеми, що дає змогу виявити та краще зрозуміти закономірності процесів перетворення ґрунтової органічної речовини, враховуючи антропогенний вплив на ґрунт та його властивості. Встановлено, що целюлозолітична активність ґрунту лісопаркового біоценозу урбоєкосистеми, розташованого в житловому густонаселеному районі новобудов, має середню інтенсивність. Це можна пояснити значним антропогенним навантаженням на біоценоз. Такі несприятливі міські умови, як, насамперед, забруднення ґрунтів, їхнє ущільнення і висушування, є головною причиною гальмування процесу розкладу, який відбувається під впливом ферментативної діяльності мікроорганізмів.

Доведено, що в разі порівняння різних видів біоценозів біологічна активність ґрунту краще проявлятиметься в тому з них, який має менше антропогенне навантаження. Сприценоз у межах дендропарку «Софіївка» має ґрунти з показником «дуже сильна» целюлозолітична активність (83,4–81,2% у червні–липні).

Ключові слова: урбоєкосистема, екологічна безпека, прогнозування, целюлозолітична активність, едафотопи.

Vasylenko O.V., Shevchenko N.O., Soroka L.V. Forecasting and assessment of a new residential area impact on the ecological safety of edaphotopes in the urban ecosystem

Based on our own research, aimed at the determination of primary changes in the soils of a new residential area in the urban ecosystem, and the main chains of their consequences, we substantiate the peculiarities of creating a step matrix, which can be used to effectively predict the state of the environment in newly built residential areas of the urban ecosystem and to clearly outline the cause-and-effect relationships for the primary impacts on urban edaphotopes. The developed part of the matrix shows what four primary impacts can be caused by three options of housing and communal construction with cause-and-effect relationships for each of the four primary impacts. In contrast to the matrix of interaction of components, this method clearly shows not only the direction but also the essence of various types of connections between the components of the natural environment.

In addition, the dynamics of biological activity of the soil in the urban ecosystem is studied, which makes it possible to identify and better understand the patterns of transformation of soil organic matter, taking into account the anthropogenic impact on the soil and its properties. It was found that the cellulolytic activity of the soil in the forest-and-park biocenosis of the urban

ecosystem, which is located in a densely populated residential area of new buildings, was of medium intensity. This can be explained by a significant anthropogenic load on the biocenosis. Such unfavorable urban conditions, primarily soil contamination, compaction and drying, are the main reason for the inhibition of the decomposition process, which occurs under the influence of enzymatic activity of microorganisms.

It is proved that the biological activity of the soil will be better manifested in the biocenosis that has less anthropogenic load. Stripocenosis (barrier strips) within the arboretum Sofivka has soils with an indicator of "very strong" cellulolytic activity (83.4–81.2% in June-July).

Key words: *urban ecosystem, ecological safety, forecasting, cellulolytic activity, edaphotopes.*

Постановка проблеми. У сучасному урбанізованому середовищі сконцентровані серйозні екологічні проблеми – забруднення атмосфери, недостатність чистої води, постійне розростання промислових територій, деградація ґрунтового покриву та зелених насаджень [1].

Нині приблизно 50% населення планети проживає в містах, тоді як на рубежі дев'ятнадцятого і двадцятого століть ця число складало лише 10%. Відповідно до прогнозу доля міського населення в усьому світі до 2025 р. складатиме 75%. Лише ці цифри вже демонструють успіх міської моделі життя, винайдені більше семи тисяч років тому [2].

Тим не менше, занадто великий успіх одного разу може призвести до колапсу, оскільки час показав, що міські регіони в значній мірі визначають проблеми навколишнього середовища регіону. Вже зараз внесок міст у всесвітнє забруднення довкілля складає більше 75%. Крім того, міста забирають більше 70% потреб людської енергії [3].

Найактуальнішим питанням щодо нових урбанізованих територій є зміна ґрунтового покриву, що призводить до зменшення його потенційної можливості виконувати екологічні функції у повному обсязі. Під час урботехногенного забруднення ґрунт виступає в ролі депо забруднювачів, тому що накопичує їх упродовж десятиріч у різних формах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вирішенням актуальних питань екологічної безпеки едафотопів займаються нині науковці різних країн світу та, зокрема, України (Jonansen, 2001; Хоружая, 2002; Медведєва, 2004; Волкова, 2005; Linde et al., 2007; Цветкова та інші, 2008, 2009, 2016). Під час прогнозування стану ґрунту урбоекосистем науковці насамперед звертають увагу на проблеми їхньої фізичної і хімічної трансформації, а також на зміни інтенсивності мікробіологічних процесів (Reichman, 2002; Speir, Van Schaik, 2003; Долгова, Филина, 2004; Цветкова, Клименко, 2005; Девятова, 2006; Degryse et al., 2008; Горбов, Безуглова, 2013 та інші).

Постановка завдання. Враховуючи важливість поставленої проблеми, мета нашої роботи – прогнозування процесу трансформації ґрунту, виділеного під житлово-комунальне будівництво, а також вивчення біологічної активності ґрунтів урбоекосистем нових житлових масивів на прикладі міста Умань. Задля прогнозування процесу трансформації ґрунту використовували метод ступінчастої матриці Соренсена; задля визначення біологічної активності ґрунтів застосовували метод Мішустіна, Вострової, Петрової (за інтенсивністю розкладання полотна) [4]. Робота з вивчення трансформації ґрунтів урбоекосистем тривала протягом 2019–20120 років.

Дослідження біологічної активності ґрунту урбоекосистеми дасть можливість виявити і краще зрозуміти закономірності процесів перетворення ґрунтової органічної речовини, враховуючи антропогенний вплив на ґрунт і його властивості.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для того, щоб спрогнозувати вплив людської діяльності на ґрунти, необхідно чітко уявляти їхню екологічну

роль у біосфері. За новою концепцією, ґрунти є геомембраною планети, їх розглядають як напівпроникну земну оболонку, здатну вибірково відображати, поглинати чи пропускати й трансформувати енергетичні та матеріальні потоки між внутрішніми та зовнішніми оболонками землі. Ґрунти є механізмом, що регулює взаємодію між геосферами, а також між біотою, літосферою, гідросферою та атмосферою в межах біосфери планети [5].

Для визначення первинних змін ґрунтів нового житлового району урбоєкосистеми та основних ланцюгів їхніх наслідків нами застосована ступінчаста матриця, розроблена Дж. Соренсеном [6]. Цей метод передбачає складання переліку варіантів землекористування та характерних для них типів впливів. Надалі визначаються пов'язані з цими впливами початкові зміни стану окремих компонентів природного середовища й наступні трансформації, викликані вже порушеннями в природному середовищі.

На відміну від матриці взаємодії компонентів цей метод наочно показує не тільки напрямок, але й сутність зв'язків різного порядку між компонентами природного середовища. Він дає можливість простежити за динамікою впливів, тобто показати можливі зміни як під час спорудження, так і після завершення будівництва об'єкта. Але в разі збільшення кількості аналізованих показників метод стає громіздким і складним для аналізу. Тому його застосування можливе для проектів з обмеженою кількістю впливів.

За допомогою матриць можна чітко виявити наявність зв'язків (первинних або вищого порядку) між пов'язаними компонентами природного середовища. Розглянемо фрагмент такої матриці, який показує, до яких чотирьох первинних впливів можуть призвести три варіанти житлово-комунального будівництва з причинно-наслідковими зв'язками для кожного з чотирьох первинних впливів (рис. 1).

Перевагою цього методу прогнозування впливу житлово-комунального будівництва на едафопоти урбоєкосистеми є те, що він наочно показує напрямок і сутність зв'язків різного порядку. Проте внаслідок складності його використання і великої кількості показників його застосування обмежено третім порядком впливу.

Однією з найпоширеніших антропогенних змін міських ґрунтів є утворення так званого культурного шару міста. Процес будівництва нових житлових районів, а саме зняття верхнього родючого шару ґрунту, накопичення будівельного сміття і таке інше призводить до зміни хімічного складу міських ґрунтів, оскільки зменшується доступ до них кисню, вологи й тепла, сповільнюється ґрунтотворний процес, оскільки послаблюється життєдіяльність мікроорганізмів. Саме тому актуальним є дослідження, що включатиме порівняння біологічної активності едафотопів із різним ступенем гемеробії.

Целюлозолітичну активність ґрунту відносять до показників його актуальної біологічної активності, що відображає біологічний потенціал ґрунту, процеси трансформації органічної речовини, а також характеризує енергію кругообігу вуглецю ґрунтовими мікроорганізмами та визначає рівень ґрунтової родючості й продуктивності біоти [7]. Тому дослідження інтенсивності та спрямованості процесу розпаду клітковини залежно від природних та антропогенних факторів має велике значення.

Нами проаналізовано целюлозолітичну активність ґрунтів лісопаркового біоценозу та стрипоценозу за методом Мішустіна, Вострової, Петрової (за інтенсивністю розкладання полотна) (табл. 1). Лісопарковий біоценоз «Греків ліс» знаходиться в зоні новобудов міського району, а класичний стрипоценоз (зелені смуги різної величини і конструкції) розташований у зоні дендропарку «Софіївка», віддаленій від антропогенного впливу.

ПРИЧИННІ ФАКТОРИ

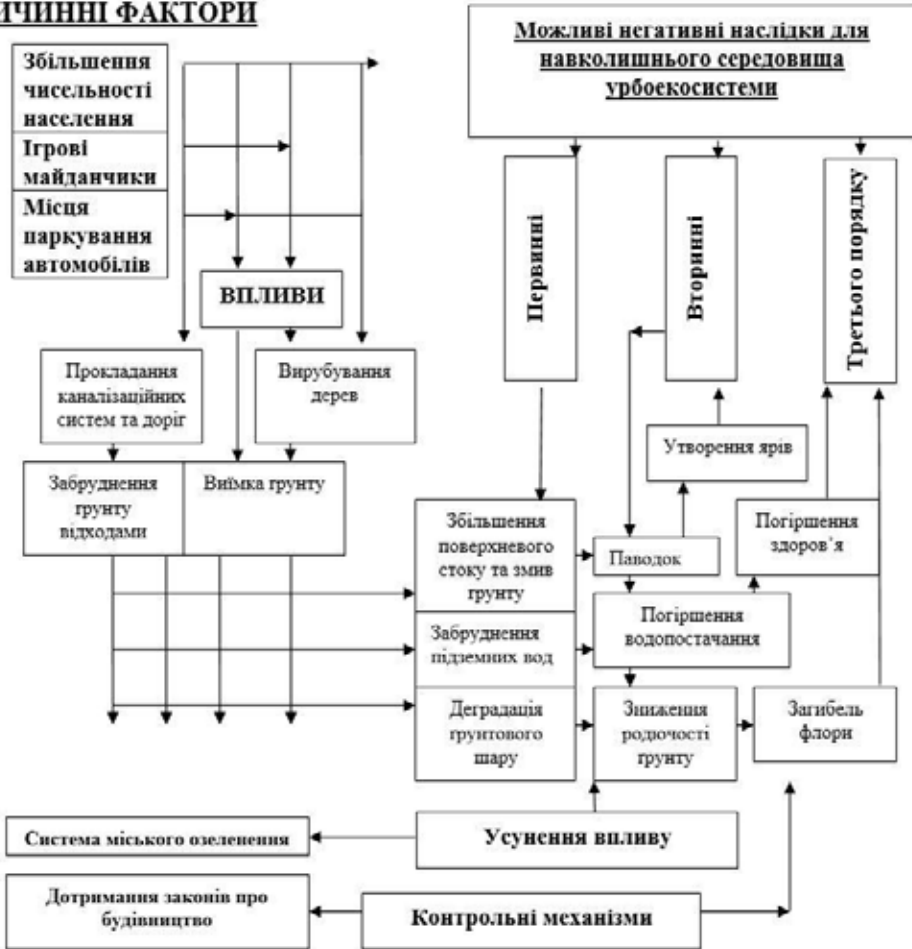


Рис. 1. Трансформація ґрунту внаслідок житлово-комунального будівництва (частина ступінчатої матриці Соренсена)

Таблиця 1

Шкала інтенсивності руйнування целюлози (%) за вегетаційний період

Ступінь процесу руйнування	Оцінка
< 10	дуже слабка
10–30	слабка
30–50	середня
50–80	сильна
> 80	дуже сильна

Висновок щодо інтенсивності руйнування целюлози за цією шкалою наведений у таблиці 2.

Таблиця 2

**Целюлозолітична активність ґрунтів різних видів біоценозів міста Умань
(середнє за 2019–2020 рр.)**

Місяць проведення дослідження	Відсоток зменшення ваги за вегетаційний період, %	Оцінка целюлозолітичної активності
Лісопарковий біоценоз		
Червень	61,7	Сильна
Липень	49,2	Середня
Серпень	40,8	Середня
Сприпоценоз		
Червень	83,4	Дуже сильна
Липень	81,2	Дуже сильна
Серпень	67,8	Сильна

Отже, згідно з отриманими результатами можна зробити висновок, що за порівняння різних видів біоценозів біологічна активність ґрунту краще проявлятиметься в тому, який має менше антропогенне навантаження. Сприпоценоз у межах дендропарку «Софіївка» має ґрунти з показником «дуже сильна» целюлозолітична активність (83,4–81,2% у червні–липні). Це можна пояснити кращими умовами зволоження, а також реакцією рН, близькою до нейтральної 6,9–7,3 (залежно від року дослідження).

Натомість целюлозолітична активність ґрунту лісопаркового біоценозу була нижчою. Це можна пояснити антропогенним навантаженням на біоценоз, оскільки він розташований у житловому густонаселеному районі новобудов. Несприятливі міські умови, насамперед забруднення ґрунтів, їхнє ущільнення і висушування, є головною причиною гальмування процесу розкладу, який відбувається переважно під впливом ферментативної діяльності мікроорганізмів.

Результати дослідження біологічної активності таких міських ґрунтів свідчать, що в сильно змінених ґрунтах міських біоценозів кількість мікробних організмів є значно меншою, ніж, наприклад, у біоценозах із меншим антропогенним навантаженням.

Можна припустити, що зниження целюлозолітичної активності ґрунту зменшує й об'єм гуміфікації або гумусоутворення. Крім того, на швидкість розкладу та гумусоутворення впливає багато інших факторів: клімат, материнська порода, рельєф, видовий склад рослин. В умовах міста всі ці фактори гіпертрофовані; насамперед змінені такі фактори, як водно-повітряний режим ґрунтів, механічний і хімічний склад, особливо ґрунтів нових житлових кварталів.

На показники целюлозолітичної активності ґрунтів також вплинула й реакція ґрунтового розчину: рН ґрунтів лісопаркової зони, що межують із зоною новобудов, знаходиться в інтервалі 7,0–8,0 (сильно лужна група). Причиною цього є наявність у всіх міських ґрунтах значної кількості будівельного сміття з присутністю в ньому вапна, яке, крім того, надходить у ґрунт ще й під час будівництва та видування штукатурки зі стін.

Висновки і пропозиції. Отже, аналіз результатів дослідження дозволяє відзначити наступне:

- ступінчаста матриця, розроблена Дж. Соренсеном, може застосовуватися задля ефективного прогнозування стану навколишнього середовища під час будівництва нових житлових районів урбоєкосистеми. Зокрема, вона дозволяє чітко окреслити причинно-наслідкові зв'язки для основних первинних впливів на урбоєдафотоп та наочно показує напрямлення і сутність зв'язків різного порядку;

- целюлозолітична активність ґрунту лісопаркового біоценозу має середній рівень, що можна пояснити антропогенним навантаженням на біоценоз, оскільки

він розташований у житловому густонаселеному районі новобудов. Такі несприятливі міські умови, як, насамперед, забруднення ґрунтів, їхнє ущільнення і висушування, є головною причиною гальмування процесу розкладу, який відбувається переважно під впливом ферментативної діяльності мікроорганізмів;

– за порівняння різних видів біоценозів біологічна активність ґрунту краще проявлятиметься в тому з них, який має менше антропогенне навантаження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Alzemeneva E. V., Mamaeva Yu. V. Identity of the urban environment. *Engineering and Construction Bulletin of the Caspian Region*. 2021. Vol. 112. P. 40–47. DOI: 10.52684/2312-3702-2021-36-2-40-47.

2. Jongman R.H.G. Ecology of the European urban environment. In: The resourceful city: management approaches to efficient cities fit to live in, T. Deelstra et al. (eds.). Proc. MAB-11 Workshop, Amsterdam. KNAW. 1991. P. 37–52.

3. Kochetkova T., Aleinikova H. Comfort of the urban environment. *Bulletin of Belgorod State Technological University named after. V. G. Shukhov*, 2019. P. 66–72. DOI: 10.34031/2071-7318-2019-4-11-66-72.

4. Мишустин Е. Н., Емцев В. Т. Микробиология. 3-е изд., перераб. и доп. Москва : Агропромиздат, 1987. 368 с.

5. Позняк С. П. Актуальні проблеми ґрунтознавства і географії ґрунтів: навч. посібник. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2017. 272 с.

6. Kumara K. K. W. A. Computing the matrix powers of matrix. *International Journal of Advanced Research*. 2021. No 9. P. 681–683. DOI: 10.21474/IJAR01/12892.

7. Марченко С. А., Кожевин П. А. Функциональная реакция микробного сообщества почвы как индикатора загрязнения стойкими органическими загрязнителями. *АгроXXI*. 2008. № 7. С. 31.

УДК 543.3+556.114 (282.247.32)

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.41>

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ ДНІПРОВСЬКО-БУЗЬКОЇ ЕСТУАРНОЇ ЕКОСИСТЕМИ ЗА ГІДРОХІМІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

Кутіщев П.С. – к.біол.н, доцент,

завідувач кафедри водних біоресурсів та аквакультури,
Херсонський державний аграрно-економічний університет

Коржов Є.І. – к.географ.н., старший науковий співробітник
кафедри водних біоресурсів та аквакультури,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

Гончарова О.В. – к.с.-г.н., доцент кафедри водних біоресурсів та аквакультури,
Херсонський державний аграрно-економічний університет

Козлов Л.В. – аспірант кафедри водних біоресурсів та аквакультури,
Херсонський державний аграрно-економічний університет

У статті наведено результати сучасних досліджень, що характеризують екологічний стан води Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми в умовах довготривалої трансформації стоку Дніпра. Встановлено, що за еколого-санітарними та трофо-сапробіологічними

показниками вода відноситься до класу «достатньо чиста» – «помірно забруднена» залежно від району досліджень. Вміст головних іонів та мінералізація води Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми свідчить про поступове осолонення. Виявлено тенденцію підвищення солоності від основного русла Дніпра до західної частини Дніпровського лиману на рівні 430,0–4040,0 мг/дм³, досягаючи в певні періоди 8709,0 мг/дм³.

На рівень підвищення мінералізації впливає скорочення витрат води у Дніпрі, які на сучасному етапі в порівнянні з минулими багаторічними даними скоротилися більш ніж у 2,5 рази, складаючи в середньому за рік 441 м³/с проти 1340 м³/с. Унаслідок перерозподілу природного стоку Дніпра та загального скорочення прісноводного стоку річок України, а також підвищення солоності води в Дніпровсько-Бузькій естуарній екосистемі суттєво знизилася загальна чисельність і, як наслідок, улови цінних прохідних, напівпрохідних і місцевих жилих видів риби. Кількісні та якісні зміни хімічних компонентів та розчинених газів у воді, концентрація біогенних елементів впродовж вегетаційного періоду є визначальними факторами формування та інтенсивності біологічних процесів на шляху від продуцентів до консументів різного трофічного рівня. Проведене нами дослідження абіотичних параметрів Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми в сучасний період доводять, що трансформація річкового стоку разом із антропогенним впливом призвели до погіршення гідрологічного та гідрохімічного режиму води, негативним чином вплинули не тільки на існування й умови розмноження іхтіофауни, але і на умови існування кормових гідробіонтів.

За вмістом іонів хлору, мінералізації води, амонійного азоту, нітратного і нітритного азоту, фосфору, фосфатів найбільш напруженим є Дніпровсько-Бузький лиман, трансформуючись від категорії «чисті» води до категорії «дуже брудні» води.

Ключові слова: Дніпровсько-Бузька естуарна екосистема, гідрохімічний режим, біогенні елементи, мінералізація, абіотичні параметри.

Kutishchev P.S., Korzhov Ye.I., Honcharova O.V., Kozlov L.V. Ecological assessment of water quality of the Dnieper-Buh estuary ecosystem according to hydrochemical indicators

The article presents the results of modern research that characterizes the ecological state of the water of the Dnieper-Buh estuarine ecosystem in the conditions of long-term transformation of the Dnieper runoff. It was found that according to ecological and sanitary and trophosaprobiological indicators, the water belongs to the class «sufficiently clean» – «moderately polluted» depending on the study area. The content of main ions and water mineralization of the Dnieper-Bug estuarine ecosystem indicates gradual salinization, the tendency of increasing salinity from the main channel of the Dnieper to the western part of the Dnieper estuary at the level of 430,0–4040,0 mg/dm³ reaching 8709,0 mg/dm³.

The level of mineralization increase is influenced by the reduction of water consumption in the Dnieper, which at the present stage has decreased more than 2,5 times compared to previous long-term data, averaging 441 m³/s against 1340 m³/s per year. As a result of redistribution of natural runoff of the Dnieper and general reduction of freshwater runoff of rivers of Ukraine, as well as increasing salinity in the Dnieper-Buh estuarine ecosystem, the total number and as a result of catching valuable passable, semi-passable and local residential fish species has decreased significantly. Quantitative and qualitative changes in chemical components and dissolved gases in water, the concentration of nutrients during the growing season, are determining factors in the formation and intensity of biological processes on the way from producers to consumers of different trophic levels. Our studies of abiotic parameters of the Dnieper-Buh estuarine ecosystem in the modern period prove that the transformation of river runoff along with anthropogenic impact, led to the deterioration of hydrological and hydrochemical regime of water; negatively affected not only the existence and breeding conditions of ichthyofauna, but also under the conditions of existence of forage aquatic organisms.

In terms of chlorine ions, water mineralization, ammonium nitrogen, nitrate and nitrite nitrogen, phosphate phosphates, the most intense is the Dnieper-Buh estuary, changing in the category of «clean» water to «very dirty».

Key words: Dnieper-Buh estuary ecosystem, hydrochemical regime, nutrients, mineralization, abiotic parameters.

Постановка проблеми. Гідротехнічне будівництво в багатьох країнах світу задля задоволення зростаючих потреб населення, промисловості, сільського господарства на тлі позитивного впливу для соціально-економічного розвитку має негативний вплив на водні екосистеми, порушуючи їхні природні умови, якість води, біопродуктивність [21]. Зміни абіотичних і біотичних умов середовища

Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми одразу після побудови Каховської ГЕС стали важливим об'єктом досліджень і результатом багатьох наукових фундаментальних праць [3–5; 7; 14; 17; 18; 20; 25; 27–29]. Негативні зміни, які й нині продовжують відбуватися, призводять до негативних наслідків як екологічного, так і соціально-економічного спрямування, що характеризується загальним погіршенням якості води, зниженням біологічного різноманіття, скороченням рибних запасів, появою інвазивних видів [2; 8–13; 15; 16; 19; 23; 24; 26; 31–36]. Негативні зміни, обумовлені гідробудівництвом на акваторії Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми, спричинили ріст безповоротного водоспоживання, погіршення умов природного відтворення риб, скорочення нерестових і нагульних площ. Унаслідок зарегулювання, перерозподілу та зменшення прісноводного стоку, а також підвищення солоності води в Дніпровсько-Бузькій естуарній екосистемі суттєво знизилася загальна чисельність і, як наслідок, улови цінних прохідних, напівпрохідних і місцевих жилих видів риб [27]. Кількісні та якісні зміни хімічних компонентів та газів у воді, концентрація біогенних елементів протягом вегетаційного періоду є визначальними факторами формування та інтенсивності перебігу біологічних процесів на шляху від продуцентів до консументів різного трофічного рівня. Хімічний і газовий режими відіграють виключну роль в екологічних особливостях поширення гідробіонтів. Зміни мінералізації води значно впливають на формування видового складу гідробіонтів і ступінь видового біологічного різноманіття [23].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дніпровсько-Бузька естуарна екосистема – це гіперекосистема, яка складається з Дніпровсько-Бузької гирлової області, що тягнеться від греблі Каховської ГЕС і гирла р. Південний Буг до Кінбурнської протоки, яка з'єднує Дніпровсько-Бузький лиман з Чорним морем і включає в себе об'єднані приморські райони двох річок (Дніпра й Південного Бугу). Приморський район Дніпра складається з пригирлової та гирлової (дельта) ділянок. Пригирлова ділянка (понижся Дніпра) розташована між греблею Каховської ГЕС та м. Херсон. Гирлова ділянка Дніпра являє собою розвинену дельту, яка ділиться на великі та малі рукава й численні протоки. До найбільших рукавів, якими Дніпро впадає в Дніпровсько-Бузький лиман, відносяться Рвач, Бакай і Конка. Дніпровсько-Бузький естуарій є гирловим узмор'ям Дніпра [3]. В умовах трансформованого стоку Дніпра основні фактори, які формують загальний екологічний стан Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми, залежать від режиму роботи каскаду водосховищ, змінно-нагінних явищ, підтоку ґрунтових вод у певні гідрологічні фази, гідрометеорологічних умов, а також ступеню антропогенного навантаження на екосистему [23].

Стік Дніпра формується на 94% від загального притоку та величини річкових вод, гідрофізичних процесів у приморській ділянці річки, Дніпровському та Бузькому лиманах [3]. Стік Південного Бугу незначний і знаходиться протягом багатьох десятиліть майже на одному рівні – 2,6 км³/рік, коливаючись при цьому від 1,04 км³/рік у 1915 році до найбільшої зафіксованої позначки – 6,26 км³/рік у 1980 році [1]. Останні дослідження абіотичних параметрів Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми свідчать про те, що трансформація річкового стоку разом із антропогенним впливом призвели до погіршення гідрологічного та гідрохімічного режиму води, негативним чином вплинули не тільки на існування й умови розмноження іхтіофауни, але і на умови існування кормових гідробіонтів [15; 16; 23; 29].

Зважаючи на прискорений характер деструкційних процесів, важливим питанням є визначення сучасного екологічного стану водного середовища як умови помешкання іхтіофауни задля розробки стратегії раціонального ведення рибного господарства в Дніпровсько-Бузькій естуарній екосистемі.

Постановка завдання. Мета роботи – визначення якості водного середовища та оцінювання екологічного стану поверхневих вод Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми за гідрохімічними параметрами, а саме за критерієм мінералізації, забрудненням компонентами сольового складу, еколого-санітарними критеріями. Завданнями дослідження є становити сучасний гідрохімічний режим, склад головних іонів та мінералізації в поверхневих горизонтах води впродовж вегетаційного періоду (весна-осінь), склад біогенних елементів у різних районах.

Відбір фізико-хімічних проб здійснювали протягом вегетаційного періоду 2017–2020 рр. на акваторії Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми з різних горизонтів товщі води, в глибинних частинах, включаючи вертикальний відбір на фарватері в низці створів спостережень і з поверхні води в прибережних ділянках. Хімічний аналіз проб води виконувався за атестованими методиками в гідрохімічній лабораторії Херсонського державного аграрно-економічного університету та в польових умовах на судні задля оперативного визначення кисню, рівня рН, температури за допомогою портативного мультимонітору AZ86031 (оксиметр, рН-метр, кондуктометр) і багатопараметричного фотометра Palintest 7100. У пробах води визначалися параметри та інгредієнти, що характеризують загальні хімічні властивості природних вод: розчинений кисень – $\text{мг}/\text{O}_2 \text{ дм}^3$, концентрація головних іонів та мінералізація води: HCO_3^- , $\text{мг}/\text{дм}^3$; Cl^- , $\text{мг}/\text{дм}^3$; SO_4^{2-} , $\text{мг}/\text{дм}^3$; загальна жорсткість, $\text{мг-екв.}/\text{дм}^3$; Σ^- , $\text{мг}/\text{дм}^3$; склад біогенних елементів – NO_2^- , $\text{мгN}/\text{дм}^3$; NO_3^- , $\text{мгN}/\text{дм}^3$; NH_4^+ , $\text{мгN}/\text{дм}^3$; PO_4^{3-} , $\text{мгP}/\text{дм}^3$; опосередковано вміст органічної речовини: перманганатне окислення – ПО; біохімічне споживання кисню – БСК₅, $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$; окислюваність – $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$; сірководень – $\text{мг}/\text{дм}^3$. Відбір проб води проводили на акваторії Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми протягом вегетаційного періоду (весна, літо, осінь) за сіткою станцій. Для визначення станціями горизонтів відбору проб за районами досліджень був використаний принцип районування, запропонований раніше [4] (рис. 1).

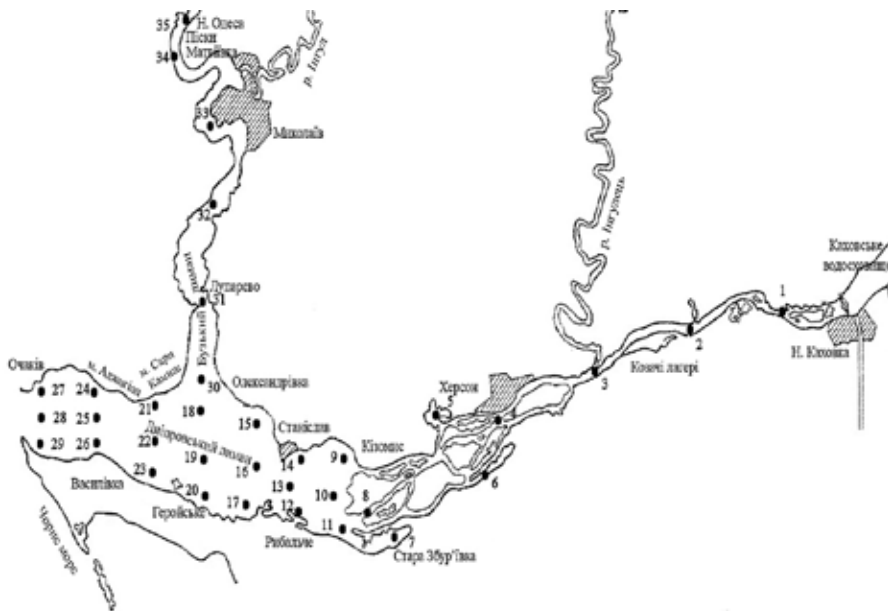


Рис. 1. Карта-схема станцій відбору гідрохімічних проб [4]

Виклад основного матеріалу. Внаслідок довготривалої експлуатації Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми в умовах трансформації стоку Дніпра сучасний фізико-хімічний режим його поверхневих вод практично сформований і достатньо стабільний. Вода пониззя Дніпра і Дніпровсько-Бузького лиману має лужну реакцію, значення рН знаходяться в межах 7,4-8,7. Вміст розчиненого кисню у воді характеризується середнім рівнем концентрації за всю акваторію Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми, коливаючись протягом вегетаційного періоду від 4,8 до 7,5 мгО₂/дм³ (табл. 1).

Таблиця 1

Хімічні показники і газовий режим

Станції спостережень	Період вегетаційного сезону	Розчинений кисень, мгО ₂ /дм ³	Сірководень, Н ₂ S, мг/дм ³	Водневий показник, рН	Біохімічне споживання кисню-5, мгО/дм ³	Окисність перманганатна, мгО/дм ³	
Основне русло Дніпра	Весна	7,5	0,07	7,8	2,9	8,3	
	Літо	6,5	0,15	8,33	3,8	11,0	
	Осінь	5,8	0,09	8,54	2,7	7,0	
Рукав Рвач	Весна	6,5	0,11	8,09	2,2	8,5	
	Літо	5,6	0,28	7,88	2,8	10,6	
	Осінь	7,1	0,01	8,72	3,2	8,1	
Дніпровсько-Бузький лиман	Східний р-н	Весна	7,2	0,26	8,12	3,0	8,2
		Літо	7,1	0,18	7,66	3,2	12,3
		Осінь	6,9	0,00	8,53	2,9	8,8
	Центральний р-н	Весна	6,8	0,15	8,4	1,9	8,5
		Літо	6,2	0,36	8,1	2,9	12,5
		Осінь	7,5	0,00	8,49	2,8	8,3
	Західний р-н	Весна	5,5	0,62	8,7	1,5	8,4
		Літо	4,8	1,05	7,83	2,2	12,3
		Осінь	6,1	0,00	7,4	2,0	9,0
	Бузький лиман	Весна	6,3	0,04	8,31	2,5	9,5
		Літо	5,5	0,57	7,37	2,6	13,0
		Осінь	4,8	0,24	8,4	1,9	8,95

Кисневий режим пониззя Дніпра має тенденцію до зниження концентрації розчиненого кисню протягом вегетаційного періоду від весни до осені.

Весною концентрація розчиненого кисню у воді складала 7,5 мгО₂/дм³, влітку – 5,8 мгО₂/дм³. Нижче головного стоку Дніпра, в гирловій ділянці рукава Рвач, тенденція схожа, але показники розчиненого кисню протягом вегетаційного періоду мали більші коливання і змінювалися від весни до осені з 6,5 (у весняний період) до 5,6–7,1 мгО₂/дм³ (у літньо-осінній період).

Характер кисневого режиму змінюється у східній частині Дніпровського лиману, що характеризується майже рівномірними показниками концентрації розчиненого кисню протягом вегетаційного періоду на рівні 6,9–7,2 мгО₂/дм³.

Рівень концентрації кисню в центральному районі Дніпровського лиману протягом вегетаційного періоду має більш динамічні зміни, характерні для пониззя Дніпра, коливаючись відповідно від 6,2 до 7,5 мгО₂/дм³. У весняний період концентрація розчиненого кисню становила 6,8 мгО₂/дм³, влітку – 6,2, восени – 7,0 мгО₂/дм³. Західний район виявився найбільш нестабільним за рівнем зміни кисневих показників води від весни до осені, що пов'язано з перемішуванням водних мас Дніпровського та Бузького лиманів на тлі впливу морської води Чорного моря, сгінно-нагіних явищ і пануючих вітрів в осінній період [3]. Навесні середньомісячний показник вмісту розчиненого кисню у воді становив 5,5 мгО₂/дм³, влітку – 4,84, а восени показник збільшувався до 6,1 мгО₂/дм³. Серед інших досліджуваних районів найбільш несприятливим за рівнем концентрації розчиненого кисню виявився західний район Дніпровського лиману та Бузький лиман. Рівень розчиненого кисню має тенденцію до скорочення від весни до осені; відповідно у весняний період цей показник складав – 6,3 мгО₂/дм³, влітку – 5,5 мгО₂/дм³, восени відмічено мінімальне значення – 4,8 мгО₂/дм³.

Вміст розчиненого сірководню (H₂S) за весь період дослідження значно коливався від 0,0 до 1,05 мг/дм³. У пониззі Дніпра сірководень у воді серед інших досліджуваних районів був на низькому рівні. Навесні концентрація H₂S становила 0,07 мг/дм³, влітку відмічені максимальні значення – 0,15 мг/дм³, а восени H₂S зменшується майже до первинного весняного рівня – 0,09 мг/дм³. Таким чином, за рівнем концентрації сірководню у воді основне русло Дніпра характеризується найбільш низькими показниками концентрації сірководню в динаміці протягом вегетаційного періоду. Натомість гирлова частина Дніпровського лиману в районі рукава Рвач характеризується підвищеним вмістом сірководню в літній період – 0,28 мг/дм³. На тлі низької концентрації кисню в цей період на рівні 5,6 мгО₂/дм³ періодично виникають заморні явища. В центральному районі в літній період також відмічені високі концентрації сірководню на рівні 0,36 мг/дм³, збільшуючись в напрямку до західного району – 1,05 мг/дм³. Окрім продукційно-деструкційних процесів, багатолітнього накопичення відмерлої органічної речовини на дні водойми, формування придонного анаеробного шару, на підвищений рівень сірководню в західній і центральній частині Дніпровського лиману в літній період впливає морська вода Чорного моря, яка разом із солоними язиками в період згінно-нагонних явищ простягається практично до гирлових ділянок Дніпровського лиману. В північно-західній частині Чорного моря спостерігається погіршення екологічного стану, що супроводжується значним забрудненням морських вод, бурхливим розвитком евтрофікаційних процесів, широкомасштабними явищами гіпоксії, появою сірководневих зон, які на фоні критичних рівнів вмісту кисню у воді супроводжуються заморними явищами [6].

Бузький лиман у системі Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми є несприятливим районом за концентрацією розчинених газів для різних гідрологічних періодів. Рівень H₂S у середньому за літній період становив 0,57 мг/дм³, знижуючись восени до 0,24 мг/дм³ на фоні низьких значень кисню до межі 4,8–5,5 мгО₂/дм³. Найважливішими показниками якості води, пов'язаними із забрудненням органічними речовинами, є ХПК, перманганатна окисненість (ПО) та біохімічне споживання кисню (БСК5). Окисненість характеризує рівень вмісту у воді органічних і мінеральних речовин. Склад органічної речовини в Дніпровсько-Бузькій гирловій області формується під дією багатьох факторів, основними з яких є: біохімічні продукційно-деструкційні процеси та їхні трансформації; перемішування води заплавних систем, основного русла Дніпра, Дніпровського лиману,

Бузького лиману та морської води північно-західної частини Чорного моря; надходження поверхневих стоків, атмосферних опадів, промислово-побутових стічних вод; співвідношення у воді легко- та важко окислювальних речовин.

Отримані результати свідчать, що вода в Дніпровсько-Бузькій естуарній екосистемі за еколого-санітарними (трофо-сапробіологічними) та за визначеними показниками відноситься до класу «достатньо чиста» – «помірно забруднена» залежно від району дослідження (табл. 2).

Таблиця 2

Еколого-сапробіологічні показники якості води Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми (за Романенко В.Д., Жукинський В.М., Оксіюк О.П.) [22]

ПО, мгО/дм ³	БСК, мгО/дм ³	Водневий показник, РН
<i>Основне русло Дніпра</i>		
8,8	3,1	8,2
III – Слабко забруднена	IV – Помірно забруднена	III – Слабко забруднена
β-Мезосапробна	α-Мезосапробна	β-Мезосапробна
<i>Рукав Рвач</i>		
9,1	3,1	8,2
III – Слабко забруднена	IV – Помірно забруднена	III – Слабко забруднена
β-Мезосапробна	α-Мезосапробна	β-Мезосапробна
<i>Східний район</i>		
9,8	2,7	8,1
III – Слабко забруднена	IV – Помірно забруднена	III – Досить чиста
β-Мезосапробна	α-Мезосапробна	β-Мезосапробна
<i>Центральний район</i>		
9,8	2,5	8,3
III – Слабко забруднена	IV – Помірно Забруднена	III – Слабко забруднена
β-Мезосапробна	α-Мезосапробна	β-Мезосапробна
<i>Західний район</i>		
9,9	1,9	8,0
III – Слабко забруднена	III – Слабко забруднена	III – Досить чиста
β-Мезосапробна	α-Мезосапробна	β-Мезосапробна
<i>Бузький лиман</i>		
10,5	2,3	8,0
IV – Помірно забруднена	IV – Помірно забруднена	III – Досить чиста
α-Мезосапробна	α-Мезосапробна	β-Мезосапробна

За рівнем перманганатної окисненості всі райони Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми відносяться до класу якості води III – слабо забруднена (β-мезосапробна), окрім Бузького лиману. Показник перманганатної окисненості в цьому районі найвищий – 10,5 мгО/дм³. Показник біохімічного споживання кисню за класом забруднення характеризується як IV – помірно забруднена (α-мезосапробна), крім західного району, де показник БСК був найнижчим – 1,9 мгО/дм³, який відноситься до класу якості води III – слабо забруднена (β-мезосапробна). Водневий показник за всіма районами Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми коливався від 8,0 до 8,3. Найчистішим за рівнем рН виявився Бузький лиман, а також східний і західний райони Дніпровського лиману – 8,0 (III – досить чиста).

Унаслідок проведених досліджень виявлена закономірність збільшення мінералізації води від основного русла Дніпра до західної частини Дніпровського лиману, що відповідає характеру мінералізації води, встановленому попередніми дослідженнями, та зумовлена переважно впливом морської води зі сторони північно-західної частини Чорного моря та скороченням рівня річкового стоку [3; 7; 23; 34]. Середній сезонний показник мінералізації води в основному руслі Дніпра склав $430,0 \text{ мг/дм}^3$, у рукаві Рвач – $740,0 \text{ мг/дм}^3$. У східному районі Дніпровського лиману мінералізація води різко збільшується до середнього сезонного показника – $1702,0 \text{ мг/дм}^3$, в центральному районі коливання становили від $1465,0$ до $4287,0 \text{ мг/дм}^3$, складаючи в середньому протягом вегетаційного періоду показник $2897,0 \text{ мг/дм}^3$. Найбільші коливання солоності відзначено в західному районі лиману – від $1088,0$ до $8709,0 \text{ мг/дм}^3$, середній сезонний показник при цьому склав $4040,0 \text{ мг/дм}^3$ (рис. 2).

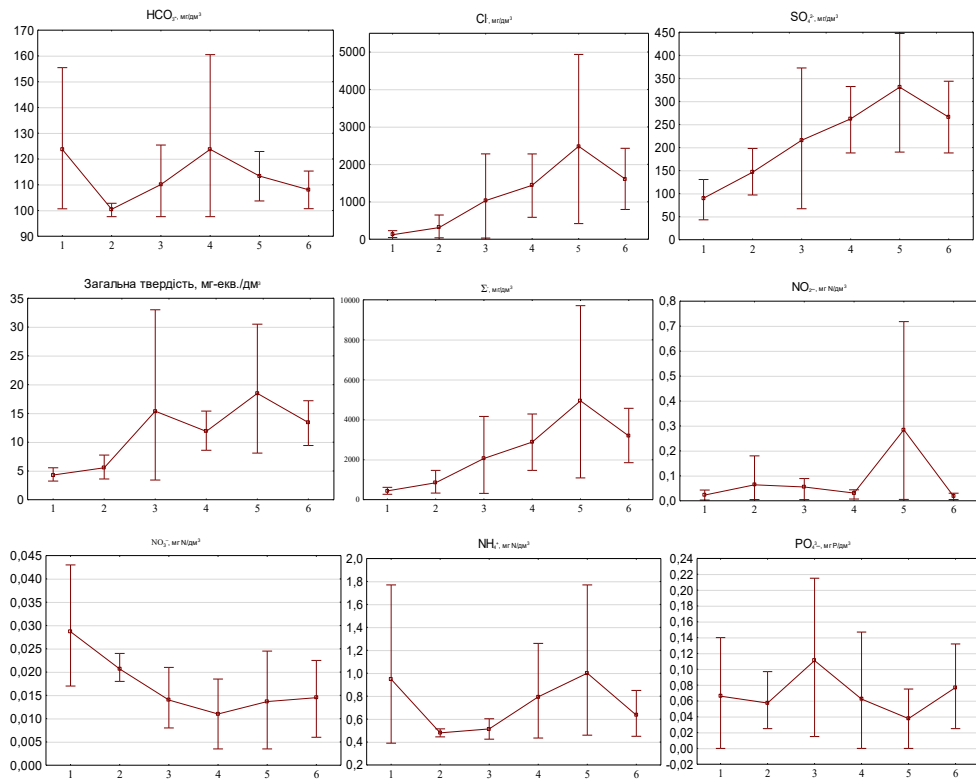


Рис. 2. Вміст головних іонів та мінералізація води Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми: 1 – основне русло Дніпра, 2 – рукав Рвач, 3 – Східний р-н, 4 – Центральний р-н, 5 – Західний р-н, Бузький лиман

Унаслідок повільної течії прісної води в основному руслі Дніпра формується природна протитечія морської води в придонних шарах води, яка доходить до гирлових ділянок Дніпровського лиману. Комплекс сучасних факторів впливу значним чином впливатиме на тенденцію підвищення мінералізації води, скорочуючи межу прісної Дніпровської води під тиском морської води північно-західної частини Чорного моря.

Концентрація нітритного азоту (NO_3^-) зменшується від основного русла Дніпра в бік західної частини Дніпровського лиману від 0,026 до 0,013 мг N/дм³, що пояснюється збільшенням солоності в цьому напрямку. Середня сезонна концентрація амонійного азоту (NH_4^+) в різних районах Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми становила від 0,48 до 0,77 мг N/дм³. Найбільша концентрація відмічена в західному районі Дніпровського лиману – 0,77 мг N/дм³. Характерною особливістю є широкий діапазон коливань амонійного азоту протягом вегетаційного періоду в основному руслі Дніпра, в центральному та західному районі лиману. Вміст розчиненого у воді мінерального фосфору (PO_4^{3-}) протягом вегетаційного періоду змінювався в широких межах – від 0,0 до 0,215 мг P/дм³, коливаючись за середніми сезонними показниками за районами від 0,038 до 0,103 мг P/дм³. Високі концентрації середнього сезонного показника мінерального фосфору відмічено у східній частині Дніпровського лиману на рівні 0,103 мг P/дм³, що пов'язано з високим рівнем деструкційних процесів унаслідок річкового стоку і стічних вод підприємств та населених пунктів.

Окрім сгінно-нагонних явищ і впливу морської води, на підвищення мінералізації істотним чином впливає сучасний низький рівень попусків прісної води з Каховської ГЕС на рівні 243–642 м³/с (рис. 3). Наведені багаторічні дані останнього десятиріччя порівняно з багатолітніми показниками річкового стоку протягом 1986–2013 рр. наочно свідчать про суттєве скорочення річкового стоку більше ніж у 2 рази.

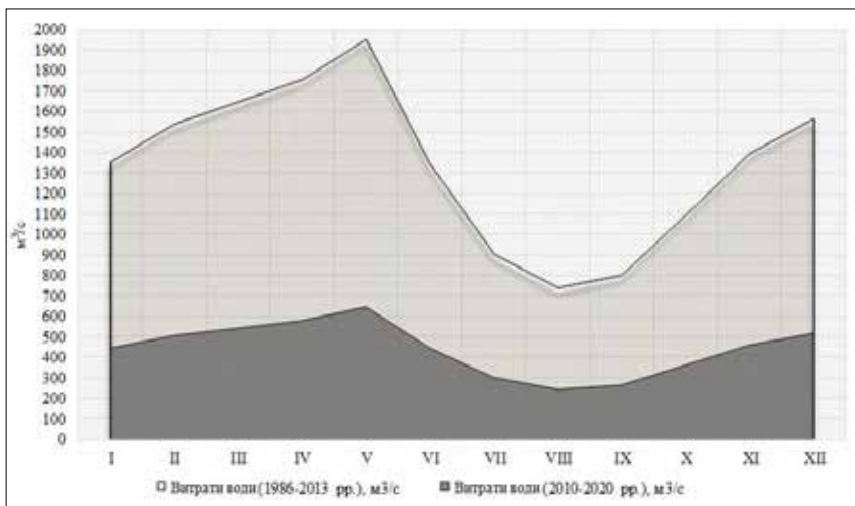


Рис. 3. Середні багаторічні показники витрат води

Найвиразнішим показником є рівень річкового стоку протягом року, який за останнє десятиріччя суттєво скоротився на фоні об'ємів стоку за багаторічний період минулих років. Піковий показник річкового стоку останнього десятиріччя (2010–2020 рр.) склав 642 м³/с проти 1951 м³/с у минулі роки (1986–2013 рр.). Мінімальний показник зафіксовано в літній період у серпні місяці на рівні 343 м³/с проти мінімальних 738 м³/с середніх значень за багаторічний період до 2013 року.

Унаслідок проведених досліджень концентрації мінералізації води та основних біогенних елементів у поверхневих горизонтах Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми встановлено, що за екологічним станом напруженим слід вважати

Дніпровсько-Бузький лиман за вмістом іонів хлору, мінералізацією води, вмістом амонійного азоту, нітратного і нітритного азоту, вмістом фосфору фосфатів, змінюючись із категорії «чисті» води до категорії «дуже брудні».

З огляду на визначення впливу величини тих чи інших хімічних елементів у воді доцільним є аналіз рівня їхніх кореляційних зв'язків в умовах Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми (табл. 3).

Таблиця 3

Ступінь кореляційної залежності гідрохімічних показників Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми

Показники	HCO_3^- , мг/дм ³	Cl ⁻ , мг/дм ³	SO_4^{2-} , мг/дм ³	Заг. тв., мг-екв./дм ³	Σ^- , мг/дм ³	NO_2^- , мг N/дм ³	NO_3^- , мг N/дм ³	NH_4^+ , мг N/дм ³	PO_4^{3-} , мг P/дм ³
HCO_3^- , мг/дм ³	1,00	0,33	0,26	0,28	0,33	0,37	-0,01	0,93	-0,32
Cl ⁻ , мг/дм ³	0,33	1,00	0,99	0,99	1,00	0,59	-0,79	0,59	-0,25
SO_4^{2-} , мг/дм ³	0,26	0,99	1,00	0,99	0,99	0,68	-0,83	0,55	-0,24
Заг. тв., мг-екв./дм ³	0,28	0,99	0,99	1,00	0,99	0,66	-0,80	0,56	-0,14
Σ^- , мг/дм ³	0,33	1,00	0,99	0,99	1,00	0,60	-0,79	0,59	-0,25
NO_2^- , мг N/дм ³	0,37	0,59	0,68	0,66	0,60	1,00	-0,55	0,66	0,01
NO_3^- , мг N/дм ³	-0,01	-0,79	-0,83	-0,80	-0,79	-0,55	1,00	-0,25	-0,05
NH_4^+ , мг N/дм ³	0,93	0,59	0,55	0,56	0,59	0,66	-0,25	1,00	-0,36
PO_4^{3-} , мг P/дм ³	-0,32	-0,25	-0,24	-0,14	-0,25	0,01	-0,05	-0,36	1,00

Рівень кореляційних залежностей гідрохімічних показників виявлений за такими показниками: гідрокарбонат кальцію (HCO_3^-) має кореляційний вплив на амонійний азот (NH_4^+) – 0,93; концентрація іонів хлору (Cl^-) високо корелює з вмістом сульфатів, загальною твердістю і загальною мінералізацією води (Σ^-) на рівні 0,99-1,00; амонійний азот (NH_4^+) має кореляційний зв'язок із вмістом гідрокарбонату кальцію (HCO_3^-) на рівні 0,93; зворотна кореляційна залежність відзначена між рівнем нітратного азоту (NO_3^-) і сульфатами (SO_4^{2-}).

Висновки і перспективи подальших досліджень. Екологічна та фізіологічна роль у житті гідробіонтів різних трофічних рівнів значним чином залежить від режиму хімічних елементів у воді. Негативні процеси, які продовжують відбуватися, мають сталий характер за рівнем органічного забруднення і підвищення загальної солоності Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми, що, в свою чергу, призводить до прискореної евтрофікації. Окрім екологічної деградації, у сформованих умовах опинилися продуценти і консументи різних трофічних рівнів, що відобразилося на загальній біологічній продуктивності, зменшенні видового різноманіття, трофічного статусу або повного зникнення на фоні появи чужорідних інвазивних видів. У сформованих умовах тривалої трансформації Дніпровсько-Бузька естуарна екосистема відноситься до високопродуктивних водойм,

має значні надлишкові маси органічної речовини та високий біопродукційний потенціал за рівнем розвитку кормової бази, яка не використовується повністю за відсутності достатньої кількості ефективних споживачів. В якості заходу, який суттєвим чином може стримати процес евтрофікації, пропонується щорічна інтродукція достатньої кількості ефективних споживачів за рахунок риб-біомеліораторів – білого і строкатого товстолобиків, білого амуру, коропа відповідно до визначення рівня запасів кормових гідробіонтів із застосуванням ресурсозберігаючої технології.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Безсонов Є.М. Визначення рівня екологічної безпеки регіону методом токсико-енергетичного відгуку біотичних компонентів водних екосистем : автореф. дис... канд. техн. наук : 21.06.01. Львів, 2018. 20 с.
2. Білик Г.В., Коржов Є.І. Огляд основних аспектів впливу кліматичних змін на сучасний стан іхтіофауни Дніпровсько-Бузької гирлової області. *Наукові читання, присвячені Дню науки. Екологічні дослідження Дніпровсько-Бузького регіону*. Вип. 12. Збірник наукових праць. Херсон, 2019. С. 3–10.
3. Гейна К.М., Кутіщев П.С., Шерман І.М. Екологічна трансформація Дніпровсько-Бузької гирлової системи та перспективи рибогосподарської експлуатації : монографія. Херсон, 2015. 300 с.
4. Жукинский В.Н., Журавлева Л.А., Иванов А.И. и др. Днепровско-Бугская эстуарная экосистема : Київ : Наукова думка, 1989. 239 с.
5. Жукинский В.Н. Устьевые области рек и лиманы северо-западного Причерноморья : Природа Украинской ССР. Моря и внутренние воды. Киев : Наукова думка, 1987. 224 с.
6. Звіт про НДР «Оцінка стану екосистем Чорного та Азовського морів у 2017 році». 2017 р. 63 с.
7. Коржов Є.І., Гончарова О.В. Формування режиму солоності вод Дніпровсько-Бузької гирлової області під впливом кліматичних змін у сучасний період. *Actual problems of natural sciences: modern scientific discussions* : колективна монографія. Riga : Izdevniecība «Baltija Publishing», 2020. P. 315–330.
8. Коржов Є. І. Антропогенний вплив на екосистему пониззя Дніпра та можливі шляхи його послаблення : наукові праці Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту. Вип. 267. Київ : Ніка-Центр, 2015. С. 102–108.
9. Коржов Є.І., Жежеря В.А., Дубняк С.С. До питання змін кисневого режиму водних мас руслової мережі пониззя Дніпра під час згідно нагінних явищ : наукові читання, присвячені Дню науки. *Екологічні дослідження Дніпровсько-Бузького регіону*. Вип. 11. Збірник наукових праць. Херсон, 2018. С. 7–12.
10. Коржов Є.І., Кутіщев П.С., Гончарова О.В., Дяченко В.В. Оцінка можливих негативних екологічних наслідків скорочення об'ємів надходження прісних вод до Дніпровсько-Бузького лиману. *Водні екосистеми та збереження їх біорізноманіття* : збірник наукових праць. Житомир : ПНУ, 2020. С. 13–15.
11. Коржов Є.І., Кучерява А.М. Вплив інтенсивності водообмінних процесів на окремі елементи гідрохімічного режиму водойм пониззя Дніпра. *Сучасна гідроecологія: місце наукових досліджень у вирішенні актуальних проблем* : збірник матеріалів ІV наук.-практ. конф. для молодих вчених, присвяченої 100-річчю Національної академії наук України. Київ, 2017. С. 35–37.
12. Коржов Е.И. Влияние климатических изменений на территории Украины на термический и ледовый режимы устьевое участка Днепра. *Водные ресурсы, экология и гидрологическая безопасность* : сборник трудов VII междунар. науч. конф. молодых ученых и талантливых студентов ФГБУН ИВПРАН, 11–13 декабря 2013 г. Москва : ИВП РАН, 2013. С. 51–54.

13. Коржов Е.И. Некоторые экологически значимые аспекты водного режима Нижнего Днепра. *Наукові читання присвячені Дню науки. Вип. 3* : збірник наукових праць. Херсон : ІП Вишемирський В.С., 2010. С. 4–9.
14. Костяницын М.Н. Гидрология устьевой области Днепра и Южного Буга. М. : Гидрометеиздат, 1964. 336 с.
15. Кутішев П.С., Вітюков Ю.Є. Особливості розвитку *Cercopagis pengoi* в Дніпровсько-Бузькому лимані і зв'язок з промисловим рибальством. *Таврійський науковий вісник*. 2007. Вип. 54. С. 164–170.
16. Кутішев П.С. Нові види безхребетних вселенців Дніпровсько-Бузької естуарної системи : матеріали наук.-практ. конф. *Кліматичні зміни та сільське господарство* (м. Київ, 13-14 березня 2018 р.) Київ, 2018. С. 329–333.
17. Межжерин С.В., Верлатый Д.Б. Проходные и пресноводные рыбы Нижнеднепровской эстуарной системы в начале XXI ст. Киев : 2018. 90 с.
18. Коржов Є.І. Науково-практичні рекомендації щодо покращення стану водних екосистем гирлової ділянки Дніпра шляхом регулювання їх зовнішнього водообміну. Херсон, 2018. 52 с.
19. Овечко С.В., Коржов Є.І., Гільман В.Л. Науково-практичні рекомендації щодо покращення екологічного стану слабопроточних водойм пониззя Дніпра. Херсон, 2015. 28 с.
20. Павлов П.И. Современное состояние запасов промысловых рыб нижнего Днепра и Днепро-Бугского лимана и их охрана : рукопись деп. ВИНТИ, № 27-64 деп. Київ, 1964. 298 с.
21. Романенко В.Д., Окслюк О.П., Жукинський В.Н. и др. Экологическая оценка воздействия гидротехнического строительства на водные объекты. Київ : Наук. думка, 1990. 256 с.
22. Романенко В.Д., Жукинський В.М., Окслюк О.П. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. Київ : Символ-Т, 1998. 28 с.
23. Щербак В.І., Шерман І.М., Кутішев П.С., Морозова А.О., Семенюк Н.Є., Луценко Д.А. Сучасний екологічний стан і біорізноманіття Дніпровсько-Бузької естуарної системи у зв'язку з промисловою іхтіофауною : наукова монографія. Херсон. ФОП Вишемирський В.С., 2020. 200 с.
24. Тімченко В.М., Карпова Г.О., Гуляева О.О., Коржов Є.І. та ін. Прогноз впливу можливої реконструкції Каховської ГЕС на екосистеми пониззя Дніпра та Каховського водосховища. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету: Серія «Біологія»*. 2015. № 3-4 (64). С.665–668.
25. Швец Г.И. Многовековая изменчивость стока Днепра. Москва : Гидрометеиздат, 1979. 84 с.
26. Шевченко І.В., Коржов Є.І., Кутішев П.С., Гончарова О.В., Шевченко В.Ю. Вплив абіотичних факторів на морфологічну варіабельність личинок *Fleuria lacustris* Kieffer, 1924 (Diptera, Chironomidae). *Гидробиологічний журнал*. 2020. Т. 56, №3 (333). С. 15–23.
27. Шерман І.М., Гейна К.М., Козій М.С., Кутішев П.С., Воліченко Ю.М. Рибництво та рибальство трансформованих річкових систем півдня України : наукова монографія. Херсон : Грінь Д.С., 2017. 345 с.
28. Шерман І.М., Кутішев П.С., Гейна К.М. Біологічні основи рибогосподарської експлуатації оселедцевих (*Clupeidae*) Дніпровсько-Бузької гирлової системи : наукова монографія. Херсон : Грінь, 2016. 208 с.
29. Шерман І.М., Кутішев П.С. Екологія живлення та харчові взаємовідносини промислових корошових Дніпровського лиману : наукова монографія. Херсон : Грінь, 2013. 247 с.
30. Шерман И.М. Ресурсосберегающая технология производства товарной рыбы в малых водохранилищах. *Ресурсосберегающая технология выращивания рыб* : матер. совещ. Стара Загора (НРБ), 1989. 33 с.

31. Korzhov Ye. Analysis of possible negative environmental and socio-economic consequences of freshwater drain reduction to the Dnieper-Bug mouth region. Perspectives of world science and education. Abstracts of the 8th International scientific and practical conference. CPN Publishing Group. Osaka, Japan, 2020. P. 84–90.

32. Korzhov Ye. I. Ecohydrological investigation of plain river section in the area of small hydroelectric power station influence. *Current state, challenges and prospects for research in natural sciences: collective monograph* / O.V. Averchev, I.O. Bidnyna, O.I. Bondar, L.V. Boyarkina etc. Lviv-Toruń: Liha-Pres, 2019. P. 135–154.

33. Korzhov Ye.I., Kucheriava A.M. Peculiarities of External Water Exchange Impact on Hydrochemical Regime of the Floodland Water Bodies of the Lower Dnieper Section. *Hydrobiological Journal*. Begell House (United States). 2018. Vol. 54, Issue 6. P. 104–113.

34. Korzhov Ye. I. Kutishchev P. S., Honcharova O. V. Influence of water balance elements change on the salinity regime of the Dnieper-Bug estuary. *Innovative development of science and education*. Abstracts of the 3rd International scientific and practical conference. ISGT Publishing House. Athens, Greece, 2020. P. 225–231.

35. Shevchenko I.V., Korzhov Ye.I., Kutishchev P.S., Honcharova O.V., Shevchenko V.Yu. Effect of Abiotic Factors upon Morphological Variability of *Fleuria lacustris* Larvae (*Diptera, Chironomidae*). *Hydrobiological Journal*. Begell House (United States). 2020. Vol. 56, Issue 5. P. 15–22.

36. Timchenko V.M., Korzhov Y.I., Guliyeva O.A., Batog S. V. Dynamics of Environmentally Significant Elements of Hydrological Regime of the Lower Dnieper Section. *Hydrobiological Journal*. Begell House (United States). 2015. Vol. 51, Issue 6. P. 75–83.

УДК 504.4.062.2

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.42>

ВІТЧИЗНЯНИЙ ТА МІЖНАРОДНИЙ ДОСВІД ВЕДЕННЯ ПЛАТНОГО ВОДОКОРИСТУВАННЯ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

Нікітіна О.В. – к.с.-г.н., доцент кафедри екології та безпеки життєдіяльності,
Уманський національний університет садівництва

Балабак А.В. – к.с.-г.н., доцент кафедри екології та безпеки життєдіяльності,
Уманський національний університет садівництва

Щетина М.А. – к.екоп.н., доцент кафедри екології та безпеки життєдіяльності,
Уманський національний університет садівництва

Стаття висвітлює актуальну проблему сьогодення в Україні, пов'язану з використанням водних ресурсів. Також проведено аналіз вітчизняного і зарубіжного досвіду ведення платного водокористування у сільському господарстві з метою раціоналізації й оптимізації використання водних та земельних ресурсів.

У статті розглянуто основні чинники, що визначають еколого-економічну ефективність використання водних ресурсів у зрошувальному землеробстві. Установлено, що меліоративному комплексу України на сучасному етапі її розвитку притаманні високі рівні ресурсоемності виробництва і значний ступінь антропогенного тиску на довкілля, що зумовлено впливом низки чинників, серед яких: високий ступінь зношеності основних виробничих фондів меліоративного призначення; застосування морально застарілих

технологій та обладнання з високим рівнем споживання водних і енергетичних ресурсів, а також відсутність систем оборотного водопостачання та очищення дренажних вод, що надходять зі зрошувальних угідь; нераціональна організація процесу водопостачання і поливу зрошувальних угідь; недосконалість екологічно орієнтованих нормативно-правових регуляторів використання водних ресурсів підприємствами меліоративного комплексу; низька ефективність застосування інструментів державної підтримки і стимулювання ресурсозбереження у зрошувальному землеробстві; відсутність платності за використання водних ресурсів підприємствами меліоративного комплексу, що перешкоджає формуванню ринкових відносин між суб'єктами сільського та водного господарства.

У статті наведено інформацію зі спеціального водокористування в Україні. Спеціальне водокористування здійснюється на підставі дозвільної системи та на платній основі. Порядок, правила, норми й оплата кожного напрямку спеціального водокористування встановлюються комплексом нормативно-законодавчих актів на загальнодержавному рівні і залежить від фінансової, екологічної та соціальної політики країни. Проаналізовано світову практику в підходах під час установа плати за використання води для різних категорій водокористувачів. Наведено показники дольової участі держави й організації водоспоживачів у фінансуванні одноразових та експлуатаційних витрат водного господарства.

Ключові слова: водокористування, водоспоживання, раціональне використання водних ресурсів, спеціальне водокористування, меліорація.

Nikitina O.V., Balabak A.V., Shchetyna M.A. Domestic and foreign experience of paid water use in agriculture

The article highlights the current problem in Ukraine related to the use of water resources. The analysis of domestic and foreign experience of paid water use in agriculture was also conducted in order to rationalize and optimize the use of water and land resources.

The article considers the main factors that determine the environmental and economic efficiency of water resources use in irrigated agriculture. It is established that the reclamation complex of Ukraine at the present stage of its development is characterized by a high level of resource intensity of production and a significant degree of anthropogenic pressure on the environment due to a number of factors, namely: high degree of depreciation of fixed assets; the use of obsolete technologies and equipment with a high level of consumption of water and energy resources, as well as the lack of circulating water supply and drainage water systems coming from irrigated lands; irrational organization of the process of water supply and irrigation of irrigated lands; imperfection of ecologically oriented normative-legal regulators of water resources use by enterprises of the reclamation complex; low efficiency of using the tools of state support and stimulation of resource saving in irrigated agriculture; lack of payment for the use of water resources by the enterprises of the reclamation complex, which hinders the formation of market relations between the subjects of agriculture and water management.

The article provides information on special water use in Ukraine. Special water use is carried out on the basis of a permit system and on a paid basis. The procedure, rules, norms and payment for each area of special water use are established by a set of regulations at the national level and depend on the financial, environmental and social policy of the country. The world practice in approaches to setting the fee for water use for different categories of water users is analyzed. Indicators of equity participation of the state and water consumer organizations in financing one-time costs and operating costs of water management are given.

Key words: water use, water consumption, rational use of water resources, special water use, reclamation.

Постановка проблеми. Система управління природокористуванням і охороною навколишнього середовища, яка сформована на початку 1990-х років, не відповідає принципам еколого-економічного збалансованого розвитку національної економіки й її окремих галузей. Відсутність реальних стимулів раціоналізації земле- і водокористування та охорони природи призвела до надзвичайно низької ефективності використання земельно-водних ресурсів.

Меліорація земель є головним чинником інтенсифікації сільського господарства, важливим складником забезпечення сталого виробництва сільськогосподарської продукції, особливо в роки з несприятливими кліматичними умовами. Послуги з подачі води сільгоспвиробникам є одними з основних у системі водного менеджменту в Україні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання поліпшення взаємодії водного та сільського господарства в умовах ринкових відносин варто вирішувати з позиції оптимізації кінцевих еколого-економічних результатів їхньої господарської діяльності [1].

Проаналізуємо основні чинники, що визначають еколого-економічну ефективність використання водних ресурсів у меліоративному землеробстві. Установлено, що зрошувальному комплексу України притаманні досить високий рівень ресурсоємності виробництва і вагомий ступінь антропогенного впливу на довкілля, що зумовлено впливом таких чинників, як:

- значний ступінь зношеності основних виробничих фондів зрошувального призначення, що визначає вагомі (до 60% від загальної кількості зрошувальних вод, що використовуються) обсяги втрат водних ресурсів під час поливу й транспортування зрошуваних угідь;

- використання морально застарілих обладнання та технологій із високим обсягом споживання енергетичних і водних ресурсів, а також відсутність систем оборотного водопостачання та очищення дренажних вод, що надходять зі зрошуваних угідь;

- нераціональна організація процесів водопостачання і поливу зрошувальних земель, пов'язана з відхиленням від оптимальних термінів поливу, порушенням його кратності, недотриманням рекомендованих поливних і зрошувальних норм, відсутністю експлуатаційних заходів щодо підтримання в належному стані зрошувальних каналів, дрен і трубопроводів;

- недосконалість нормативно-правових регулюючих механізмів екологічного використання водних ресурсів підприємствами зрошувального комплексу;

- малоефективні інструменти державного стимулювання і підтримки ресурсозбереження у зрошуваному землеробстві та другорядність їх функціонування в межах загальної політики держави з охорони природи;

- відсутність плати за водокористування підприємствами зрошувального комплексу, що стає перешкодою у формуванні ринкових відносин між суб'єктами водного та сільського господарства, а також призводить до низької ефективності застосування економічних механізмів регулювання використання водних ресурсів у зрошуваному землеробстві [2].

В економічному регулюванні раціонального водокористування важливе місце займає плата за воду як природний ресурс. В Україні платне водокористування введено з 80-х років ХХ ст. На основі нових методологічних підходів до визначення економічної оцінки води в 1992 р. розроблено так звану «рентну концепцію», на основі якої були визначені тимчасові тарифи на використання водних ресурсів для всіх водокористувачів, які за поданням Міністерства екобезпеки України були затверджені Кабінетом Міністрів України (1994) [1].

Постановка завдання. Метою статті є проведення аналізу вітчизняного і міжнародного досвіду ведення платного водокористування у сільському господарстві з метою раціоналізації та оптимізації використання водних та земельних ресурсів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Меліоровані землі фактично є страховим фондом Української держави. У межах України виділяють три природно-кліматичні зони: перезволожену Лісову (25% площі), недостатньо зволожену Лісостепову (35%) і посушливу Степову (40%) [3].

Зрошувані землі розміщені на площі 2,33 млн га. Основні площі зрошуваних земель зосереджені в зоні Степу – 2,0 млн га (86% від загальної площі зрошення), у зоні Лісостепу зрошується 324 тис га, Полісся – 9,5 тис га.

Елементом стимулювання розвитку зрошуваного землеробства в Україні є те, що сільгоспвиробникам, які використовують зрошувані землі, компенсується від 50% до 80% вартості спожитої води. Це є одним з інструментів державної підтримки села, затверджених постановою уряду України «Про невідкладні заходи щодо зменшення негативного впливу посухи та забезпечення формування ресурсів зерна урожаю 2007 року» від 4 червня 2007 р. № 794 [1].

Концепція плати за використання водних ресурсів базується на принципах відносин власності на водні ресурси України, Законі України «Про охорону навколишнього природного середовища», Водному кодексі України. Згідно з ним: спеціальне водокористування – це водокористування, право на здійснення якого купується водокористувачами в разі здійснення ними хоча б одного з окремих видів водокористування: вилучення (забір) води з водного об'єкта із застосуванням споруд або технічних пристроїв, скидання в нього оборотних вод і забруднюючих речовин, використання води, отриманої з водних об'єктів або від інших водокористувачів, і використання води без її вилучення з водних об'єктів для потреб гідроенергетики, рибного господарства та водного транспорту на підставі дозволу, виданого в установленому порядку [2].

Спеціальне водокористування здійснюється на підставі дозвільної системи та на платній основі. Порядок, правила, норми й оплата кожного напрямку спеціального водокористування встановлюються комплексом нормативно-законодавчих актів на загальнодержавному рівні і залежать від фінансової, екологічної та соціальної політики країни. Виконання умов беззбитковості й екологічної безпеки водокористування передбачає організацію процесу управління згідно з принципами сталого розвитку в збалансуванні інтересів усіх зацікавлених сторін: суб'єктів господарської діяльності, споживачів і навколишнього середовища [4].

Дані щодо спеціального використання води в Україні наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Інформація щодо використання води в Україні за даними державного обліку водокористування за формою 2ТП – водгосп (річна)

Показники	2018 р	2019 р	+/- 2018
1	2	3	4
1. Забір води з природних джерел, млн м ³ :			
- всього	11296	11111	-185
- у тому числі прісної води	10705	10596	-109
- у тому числі з підземних водних джерел (вкл. шахтно-кар'єрні)	1165	1157	-8
- у тому числі морської води	573,9	497,2	-76,7
2. Забезпечення валових потреб у воді у відсотках за рахунок			
- забору прісних вод із поверхневих джерел	84,45	84,95	+0,5
- забору вод із підземних джерел	10,31	10,41	+0,1
- у тому числі забору шахтно-кар'єрних вод	2,68	2,86	+0,18
- забору морської води	5,08	4,47	-0,61
- використання води в оборотних та повторнопослідовних системах	304,26	306,67	+2,41

Закінчення таблиці 1

1	2	3	4
3. Використано води всього, млн м ³ :			
- на питні та санітарно-гігієнічні потреби	1171	1148	-23
- на виробничі потреби	4499	4723	+224
- на зрошення	1591	1343	-248
- на сільськогосподарське водопостачання	75,91	76,65	+0,74
4. Використано підземних вод:			
- у тис м ³ /добу	2010,41	1966,58	-43,83
- у відсотках від забору підземних вод	62,98	62,04	-0,94
5. У тому числі використано підземних вод, тис м ³ /добу			
- на питні та санітарно-гігієнічні потреби	1262,46	1211,78	-50,68
- на виробничі потреби	504,93	500,82	-4,11
- на зрошення	19,78	19,53	-0,25
- на сільськогосподарське водопостачання	191,45	193,21	+1,76
6. Використано підземних вод, млн м ³ :			
- на питні та санітарно-гігієнічні потреби	460,8	442,3	-18,5
- на виробничі потреби	184,3	182,8	-1,5
- на зрошення	7,22	7,13	-0,09
- на сільськогосподарське водопостачання	69,88	70,52	+0,64
7. Скинуто підземних вод без використання (шахтно-кар'єрні)			
- у тис м ³ /добу	623,01	620,27	-2,74
- у відсотках від забору підземних вод	19,58	19,57	-0,01
8. Використано стічних вод, млн м ³	368,5	337,8	-30,7
9. Використано колекторно-дренажних вод, млн м ³	93,45	90,44	-3,01
10. Оборотно та повторно – послідовне водозабезпечення, млн м ³	34370	34074	-296

Види «спеціального водокористування», визначені ст. 48 Водного кодексу України, крім оплати безпосереднього обсягу використаної води, підлягають обов'язковому екологічному оподаткуванню. Відповідно до Податкового кодексу України, платежі за спеціальне водокористування складаються з двох напрямів: 1) зборів за спеціальне використання води водних об'єктів; 2) екологічного податку за скидання забруднюючих речовин безпосередньо у водні об'єкти.

У світовій практиці немає єдиних підходів до встановлення плати за водокористування для різних категорій водокористувачів. Практично скрізь платне водокористування здійснюється як відшкодування витрат, пов'язаних із формуванням, транспортуванням і розподілом води між водокористувачами, а також як чинник, сприяє вдосконаленню управління водними ресурсами та їх раціонального використання в інтересах усього суспільства [5].

Відшкодування витрат водного господарства реалізується в різних формах:

- плата за послуги з подачі спожитої кількості води;
- плата за одиницю водокористування (людина, користувач, зрошуваний гектар і т. д.);
- плата за перевищення ліміту спожитої води;

- плата за забруднення вод;
- продаж права на воду (плата за ліцензію);
- податок на підприємство, включаючи плату за послуги з подачі води;
- акціонерне право на воду.

Практично скрізь найвища оплата за послуги з подачі води припадає на промислово-комунальне водопостачання, яка повністю покриває частку витрат водного господарства на його обслуговування [5].

Іригаційні водоспоживачі через дотації державою покриття витрат водного господарства знаходяться у привілейованому становищі.

У країнах, що розвиваються, де впровадження платного водокористування знаходиться на початковому етапі, застосовуються заохочувальні заходи для іригаційних водоспоживачів у вигляді:

- лібералізації ринку сільгосппродукції;
- пільгового кредитування фермерів;
- пільгового оподаткування іригаційних водоспоживачів;
- залучення оплачуваної праці водокористувачів до робіт із підтримки водогосподарських об'єктів [2; 5].

На відміну від України принцип платності водокористування в сільському господарстві отримав визнання і широко застосовується в багатьох країнах світу, де за рахунок коштів, що стягуються у вигляді плати за воду, покриваються повністю або частково витрати на будівництво і експлуатацію водогосподарських систем. При цьому необхідно зазначити, що система платежів і механізм їх стягування у зарубіжних країнах різні і залежать від багатьох чинників. Так, наприклад, у Японії, Індії, Італії стягують водний збір, розмір якого залежить від площі зрошуваних земель або прибутковості сільськогосподарських культур. У таких країнах, як США, Франція, Мексика, використовується двоставкова система оплати за воду в зрошуваному землеробстві, що складається з постійної і змінної ставок [3; 5].

В основу постійної ставки покладено тільки ті витрати по експлуатації міжгосподарської частини зрошувальних систем, розмір яких не залежить від обсягу спожитих водних ресурсів. Змінна ставка відшкодовує ту частину витрат на експлуатацію і технічне обслуговування міжгосподарської частини зрошувальних систем, розмір якої залежить від обсягу води, що подається виробникам сільськогосподарської продукції [4].

У табл. 2 наведено показники дольової участі держави і організацій водоспоживачів у фінансуванні одноразових та експлуатаційних витрат водного господарства

Таблиця 2

Дольова участь держави й організацій водоспоживачів у фінансуванні одноразових і експлуатаційних витрат водного господарства

Держава	Капітальні вкладення в розвиток за рахунок, %		Експлуатаційні витрати за рахунок, %	
	держави	Водокористувачів і муніципалітетів	держави	Водокористувачів і муніципалітетів
Іспанія	70	30	50	50
Франція	50	50	0	100
Канада	75	25	50–70	30–50
Японія	100	0	0	100
США	70	30	50	50

Як видно з даних таблиці, на частку держав припадає від 50% до 100% одноразових витрат, а на частку водокористувачів – 25–50%. Що стосується експлуатаційних витрат, то тут держави або беруть на себе 50–70% витрат, або (як це у Франції й Японії) всі поточні витрати відносять на водокористувачів та муніципалітети.

Висновки і пропозиції. Результати аналізу вітчизняного і зарубіжного досвіду ведення платного водокористування у сільському господарстві свідчить про таке:

– система платного водокористування у сільському господарстві є ефективним засобом забезпечення раціонального використання водних і інших видів ресурсів;

– в основу визначення плати за воду покладено принцип відшкодування витрат на будівництво, експлуатацію та технічне обслуговування зрошувальних систем;

– розвиток платного водокористування відбувається за фінансової підтримки держави.

Отже, уведення платного водокористування як в Україні, так і в країнах зарубіжжя спрямоване на підвищення відповідальності водокористувачів за економне й ефективне використання водних ресурсів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Трушин Э.Ф. Об экономических принципах определения платы за водопользование в орошаемом земледелии аридной зоны. *Водные ресурсы*. 1994. Т. 21. № 3. С. 297–303.

2. Дубняк С.С., Дубняк С.А. Становлення басейнового принципу управління водними ресурсами України на основі екосистемних підходів. *Наук. записки Тернопільського педуніверситету. Серія «Біологія». Спецвипуск «Гідроекологія»*. 2005. № 3(26). С. 143–145.

3. Жовтоног О., Поліщук В. Роль асоціацій водокористувачів у сталому використанні зрошуваних земель. *Водне господарство України*. 2008. № 1. С. 17–25.

4. Костицький В.В. Екологія перехідного періоду: держава, право, економіка (економіко-правовий механізм охорони навколишнього природного середовища в Україні) : монографія. Київ : Український інформаційно-правовий центр, 2001. 390 с.

5. Семенова О.В. Налогообложение природных ресурсов в развитых странах. *Налоговый вестник*. 2010. № 4. С. 113–114.

UDC 504.062:332.143

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.43>

APPLICATION OF ECOLOGICAL AND ECONOMIC ANALYSIS TO THE EVALUATION OF PRODUCTION AND ECONOMIC ACTIVITY

Stratichuk N.V. – Ph.D., Associate Professor at the Department of Ecology and Sustainable Development named after Professor Yu.V. Pilipenko, Kherson State Agrarian and Economic University
<https://orcid.org/0000-0002-2637-3214>

The article considers the need to use environmental and economic analysis to conduct a full and comprehensive assessment of economic activity of agricultural enterprises. It is noted that the tools of ecological and economic analysis play an important role in ensuring the efficient operation of farms on the basis of sustainable development. So activity is the basis of the process of greening production. In the context of the global environmental crisis, greening is the main requirement of our time. In the socio-economic aspect, the basis of greening should be considered the transition to such methods and principles of management that would ensure optimal resource use, and in the technical – to implement innovative eco-technologies of production and nature management.

On the example of the limited liability company “ADEPT-AGRO” a generalized assessment of the production activities of the farm.

It is determined that the cost of crop production is formed from different economic content of cost items that characterize its structure and depend on production specialization, level of equipment and features of production organization.

The necessity of finding reserves to reduce the cost of cultivated products with the optimal combination of cost reduction and quality improvement is proved.

It is substantiated that for the implementation of a full range of measures for the greening of production activities in “ADEPT-AGRO”, a prerequisite is the transition to a progressive system of biosphere-protective land use, as well as areas of storage and processing of agricultural products.

As a result of the analysis, it was found that the production activity of the object of study is maximally adapted for radical changes in the direction of greening of rural business for this agricultural enterprise.

A model of greening of the production system of the object of study is proposed.

Key words: ecological and economic analysis, production, efficiency, productivity, profitability.

Стратічук Н.В. Застосування еколого-економічного аналізу для оцінки виробничо-господарської діяльності

У статті розглянуто необхідність застосування еколого-економічного аналізу для проведення повноцінної та всебічної оцінки господарської діяльності сільськогосподарських підприємств. Зазначено, що інструменти еколого-економічного аналізу відіграють важливу роль у забезпеченні ефективної діяльності господарств на засадах сталого розвитку. Так, діяльність є основою процесу екологізації виробництва. В умовах глобальної екологічної кризи екологізація є головною вимогою сучасності. У соціально-економічному аспекті базовою екологізації слід уважати перехід до таких методів та засад господарювання, які б забезпечували оптимальне ресурсовикористання, а в технічному – упровадження інноваційних екологічних технологій виробництва і природокористування.

На прикладі товариства з обмеженою відповідальністю «АДЕПТ-АГРО» проведено узасаднену оцінку виробничої діяльності фермерського господарства. Визначено, що собівартість продукції рослинництва формується з різних за економічним змістом статей витрат, які характеризують її структуру і залежать від виробничої спеціалізації, рівня устаткування й особливостей організації виробництва.

Доведено необхідність пошуку резервів зниження собівартості вирощуваної продукції за оптимального поєднання скорочення витрат і підвищення якості.

Обґрунтовано, що для здійснення повного комплексу заходів щодо екологізації виробничої діяльності в «АДЕПТ-АГРО» обов'язковою умовою є перехід до прогресивної системи біосферо-захисного землекористування, а також сфер зберігання та переробки одержаної сільськогосподарської продукції.

У результаті проведеного аналізу встановлено, що виробнича діяльність об'єкта дослідження максимально адаптована для докорінних змін у напрямі екологізації сільськогосподарського бізнесу для даного сільгосподарства.

Запропоновано модель екологізації виробничої системи об'єкта дослідження.

Ключові слова: еколого-економічний аналіз, виробництво, ефективність, урожайність, рентабельність.

Problem statement. In today's conditions, the creation and improvement of the economic mechanism of nature management is impossible without a comprehensive assessment of the situation in the interaction of economy and ecology, as well as the presentation of possible ways of ecological and economic development in the future. Each agricultural enterprise, each farm solves problems on a wide range of issues: determining the list of products; which market to enter with these products; what technologies to use for production; what resource structure is needed and how to allocate labor, material and financial resources [1]. Preliminary planning answers the question "what indicators must the company achieve over a period of time to remain profitable?". Growing concerns about the quality of the environment have focused the attention of agricultural enterprises on the possible environmental consequences of their activities. Farms should identify these effects and, if possible, completely eliminate their negative outcome [2]. To prevent negative consequences for the environment, each agricultural enterprise must conduct an environmental and economic analysis of its activities.

The main goal of sustainable development of Ukraine is to achieve and maintain regulatory indicators of quality of life and environment based on socio-economic development, balanced with the capabilities of the natural environment of the state, provided equal opportunities for present and future generations to use natural resources.

The problem of achieving the conditions of sustainable development requires for its solution appropriate mutually agreed actions of many subjects of production and economic activity. The environmental component should be considered as one of the determinants in solving the problems of achieving sustainable development and an acceptable level of economic security as individual entities, as well as individual regions and the state as a whole [3]. In recent decades, many scientific papers and representative conferences have been devoted to this area. This problem can be characterized by the variety of forms of manifestation of environmental impact, the composition and intensity of environmental impacts, the nature of social, economic, physiological and other consequences. A large number of indicators are used to quantify these effects. Each of the indicators usually covers individual manifestations of global environmental impact on the environment and recipients. Most indicators only partially characterize the relevant impacts and are not suitable for a comprehensive assessment of solutions aimed at radically improving the ecological state of the environment, the practical implementation of which takes place under many constraints, including resource [4].

Analysis of recent research. Such scientists as Melnyk L.G., Shapochka M.K., Kharichkov S.K., Khvesyk M.A., Tsarenko O.M., Pavlov V.I., Burkinisky B.V., Borshchevsky P.P., Veklych O.O. and other have been and continue to be engaged in the formation of fundamental theoretical principles of nature management, coverage of aspects of sustainable development and ecological and economic analysis in different years.

In his scientific works O.A. Veklych notes that the effectiveness and speed of the transition of the economy to an environmentally sound, sustainable path of development directly depends on the degree of development of environmental management processes at the microeconomic level of management [5]. In modern

economic conditions, the issue of application of ecological and economic analysis is important and relevant, as one of the main tools for assessing the ecological and economic development of individual enterprises, industries and regions.

Due to the diversity of environmental and economic indicators, due to the specifics of agriculture, it is necessary to analyze the indicators in accordance with their functional purpose, the place they occupy in the system of planning and regulation [6].

Task setting. The purpose of this article is to study the role of environmental and economic analysis to ensure the effective operation of farms on the basis of sustainable development, the use of a system of indicators to analyze the level of environmental friendliness of production in modern economic conditions.

Presentation of the main material of research. Kherson region is a powerful agro-industrial region with well-developed rural production, located in the south of Ukraine in the zone of risky agriculture, has a relatively high agricultural resource, which consists of agricultural land with an area of 1968,4 thousand hectares, including 1776,6 thousand hectares of arable land. The region has the highest rate of plowing of agricultural lands in Ukraine – 91.3%, which has led to the recent spread of erosion processes. Among the lands used in active cultivation, 437,1 thousand hectares are low-productive lands that do not provide a proper return on the material and energy resources invested in them.

Consider the application of environmental and economic analysis to assess the production and economic activity on the example of “ADEPT-AGRO” LLC, which is located in Skadovsk district, Kherson region. The farm is pursuing a course of intensification of crop production through the introduction of resource-saving technologies, the use of more productive varieties and hybrids of plants. Scientific support of agro-industrial production of the farm is provided by Spectrum-Agro LLC, which provides the latest technologies and qualified assistance to the farm.

To estimate the size of the farm, consider the area of agricultural land owned by ADEPT-AGRO LLC.

Table 1

Dynamics of agricultural lands “ADEPT-AGRO”

Years	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Area, ha	756	756	756	758	770	924	929

The object of our study practices the main stages of production that correspond to the cultivation of crops: the farm begins soil preparation immediately after the harvest of the predecessor. Peeling, plowing and cultivation are important pre-treatment measures. They make it possible to successfully combine the effective limitation of the number and spread of potentially dangerous species of weeds, pests and diseases with the preservation of moisture, the proper physical condition of the soil before the main cultivation.

On a farm of 929 hectares, 230 hectares are irrigated. Bringing the field to the sowing state takes place in a single technological cycle with the use of units equipped with loosening or trimming bodies, rollers or combined units.

Adept-Agro LLC is located in the steppe zone of the South, where saline soils are present. Peeling is carried out by disking in two directions to a depth of 6–8 cm to create a well-mulched topsoil. In the presence of only annual weeds and placement of wheat

after stubble predecessors, usually one high-quality peeling with disc cultivators to a depth of 6–8 cm.

Disking multiplies and stores the necessary microorganisms in the fertile topsoil. Reduces the degree of water and wind erosion, thereby increasing the biological activity of the soil. Allows you to get an environmentally friendly and safe harvest. Reduces labor costs during plant growing.

After the weeds have grown in the farm, the area is plowed with plows with plowshares in the unit with rollers. Depth of plowing depends on the need to plow post-harvest residues and manure. The main purpose of plowing is to saturate the soil with oxygen, improve the structure of the soil (it acquires a crumbly consistency, leveled), mix the components that make up the soil. Adept-Agro LLC does this for sowing spring crops in the spring.

For the period 2020–2021 of the sowing year, Adept-Agro LLC planned to sow winter wheat on the area of 280 hectares and 270 hectares of winter rape, 280 hectares of sunflower, 80 hectares of peas. Due to the dry autumn and late rains, the area under rapeseed was reduced to 180 hectares.

For sowing of winter wheat Adept-Agro LLC uses seeds which on a category correspond to 1–3 reproductions with germination for soft wheat not less than 92%, purity from seeds of weeds and other impurity not less than 98%, varietal purity not less than 98%, humidity not more than 15–15.5%.

The studied farm introduces intensive technologies of winter rape growing. Shrek rapeseed hybrid is used for sowing material. Of great importance is the quality of the seeds themselves: they use well-filled seeds, which have germination and germination energy close to 100%, as well as varietal purity, not less than 99%.

Much attention in the agricultural enterprise is paid to the application of fertilizers. Phosphorus-potassium fertilizers are applied to Adept-Agro LLC at the same time as sowing. But their dose should not exceed 10–15 kg / ha, etc., to prevent the suppression of plant seedlings.

When assessing the economic efficiency of agricultural production, it is necessary to take into account the specifics of the industry. Production in agriculture, as in any other industry, involves the use of natural potential. Therefore, all measures to develop agriculture and increase its efficiency should be aimed at preserving the environment.

The final indicator of agricultural activity of farms is the level of profitability. Its level indicates the efficiency of agricultural production.

During the study period in the company “ADEPT-AGRO» there is a profitability of growing all crops.

It should be noted that the bulk of the products grown on the farm are sold during the period of its harvest, when prices, which are formed under the influence of supply and demand, are at a fairly low level.

Most farmers do not have warehouses and other facilities for storing agricultural products. Therefore, to improve production efficiency, it is important to improve sales through marketing.

Estimated data indicate that the main types of products in the structure of cash receipts from sales are sunflower (58.08%), winter rape (21.32%) and winter wheat (9.35%). That is, the economy is highly specialized, and the production direction is sunflower. This is due to: the most favorable natural conditions for growing sunflower, which are inherent in this area; conditions of uncertainty under which a significant part of farmers are engaged in sunflower cultivation, as there is a stable demand for these products in the domestic market among the processing sector.

Table 2
Sales of products in terms of major groups of goods in kind and in monetary terms

Types of products	Dynamics of product sales							
	2018 year		2019 year		Reporting period (September, 2020)		Similar period last year (September, 2019)	
	physical terms	thousand UAH	physical terms	thousand UAH	physical terms	thousand UAH	physical terms	thousand UAH
Yellow peas	–	–	–	–	184,78	962,42	–	–
Winter wheat	460,68	2909,5	306,2	1339,08	270,940	1313,42	–	–
Winter rape	759,38	8369,50	537,44	5269,75	610,6	6875,50	537,44	5269,75
Sunflower	460,80	4184,0	1085,14	9602,58	476,9	4428,33	782,82	7082,08
Corn	442,56	2048,9	–	–	–	–	–	–
Sunflower price adjustment	–	–	–	2239,83	–	–	–	2239,83
Total:	2123,42	17511,9	1928,78	18451,3	1543,22	13579,7	1320,26	14591,7

Table 3
The amount and structure of cash proceeds from the sale of products in “ADEPT-AGRO” LLC

Products	Cost, thousand UAH	Sales price, thousand UAH	Gross margin, %
Yellow peas	883,2	962,42	8,9
Winter wheat	1111,261	1313,42	18,9
Winter rape	5178,00	6875,50	32,8
Sunflower	3961,4	4428,33	11,8
The general level of markup on sold products	11133,9	13579,7	21,97

Systematic definition and analysis of the cost structure of the enterprise are very important primarily for managing costs in the economy in order to minimize them.

The largest amount of costs in agricultural enterprises falls on the implementation of the production process [7].

The cost structure allows the owner of the farm to identify the main reserves for their reduction and develop specific measures for their implementation in the enterprise.

One of the important indicators of the efficiency of agricultural enterprises is the cost of production. It shows how many resources have been used in the production of a particular type of product and how economically viable their use is.

On the example of ADEPT-AGRO LLC we observe the negative dynamics of growth of production cost of 1 quintal of the main types of crop products, on the cultivation of which the farm specializes. Thus, the production cost of growing winter wheat has increased significantly: by 76% in 2020 compared to 2018.

Table 4

The structure of the cost of goods sold, thousand UAH

The name of the cost item	Last reporting year 2019	Reporting period (September, 2020)	Similar period of the previous year (September, 2019)
Raw materials and components	8546,9	8135,9	6173,38
Electricity	-	-	-
Gas	-	-	-
Water	24,4	18,8	17,1
Fuel and lubricants	2452,3	1239,8	1806,9
Pay	299,9	212,1	209,9
Accrual on FOP			
Amortization	967,9	616,8	713,2
others (the share of which is less than 10% in the total cost structure)	1503,5	910,5	1107,82
Total cost	13794,9	11133,9	10028,30

The question of developing a set of measures that will increase yields while reducing production costs requires a comprehensive analysis. Factors that lead to increased yields can be considered as factors in reducing the cost of crop production. To determine the impact of factors on the change in cost, we will evaluate them by the index method for the main types of products grown by “Adept-Agro» LLC.

Determine the total change in unit cost:

$$iz = z_1 / z_0 = 0.753 \text{ or } 75.3\%; \Delta z = z_1 - z_0 = -138.58 \text{ UAH,}$$

where z_0, z_1 is the unit cost of production in the base and reporting years.

To determine the influence of factors on the change in unit cost of production, we define the following indices:

1) Cost index per hectare of sowing: $i_3 = z_1 y_1 / y_1 \div z_0 y_0 / y_1 = 0,811$ or 81,1%. Absolute change in cost due to the cost of funds per hectare: $\Delta_3 = z_1 - z_0 y_0 / y_1 = -98,45$ UAH, where y_0, y_1 – yield in the base and reporting years, respectively; $z_0 y_0, z_1 y_1$ – costs per hectare in the base and reporting periods, UAH

2) Index, which characterizes the change in unit cost due to yield:

$$iy = z_0 y_0 / y_1 \div z_0 y_0 / y_0 = 0.929 \text{ or } 92.9\%. \text{ Absolute change in cost due to yield:}$$

$$\Delta y = z_0 y_0 y_1 - z_0 = -40,13 \text{ UAH.}$$

Relationship between indices and increments:

$$iz = i_3 \times iy; 0.753 = 0.811 \times 0.929;$$

$$\Delta z = \Delta_3 + \Delta y; -138.58 = -98.45 + (-40.13).$$

Analyzing the calculated indicators, we can conclude that the production cost of 1 quintal of sunflower farm “ADEPT-AGRO” LLC in 2020 compared to 2019 decreased by 24.7%, which in absolute terms amounted to 138.58 UAH. At the same time, due to the reduction of costs per hectare of sowing, the cost of production decreased by 18.2%, the absolute change – 98.45 UAH. Due to the increase in yield in 2019, the unit cost decreased by 7.1%, which in absolute terms amounted to UAH 40.13.

Therefore, assessing the impact of factors on the change in production cost per unit of output, it should be noted that the decrease in cost in the studied economy is mainly

due to reduced costs, which contributes only to a slight increase in productivity. At the same time, increasing yields, for example, winter wheat and sunflower, requires significant costs, which leads to an increase in cost almost twice. Therefore, there is a need to find reserves to reduce costs with the optimal combination of cost reduction and quality improvement.

Greening the production activities of the farm “Adept-Agro” is especially relevant in view of the deepening global environmental and food crisis.

It should be noted that the modern system of agriculture of “Adept-Agro” LLC does not fully meet the new environmental and technological requirements, as the need of plants for nutrients is not met by the ratio of mineral fertilizers, namely uncontrolled chemicals, high doses of fertilizers and pesticides, mainly nitrogen fertilizers are applied. At the same time, the vast majority of modern agriculture is forced to be carried out on small plots of land, which causes violations of crop rotations, non-compliance with the technology of growing crops and, consequently, worsened the care of forage lands.

Given the above, in order to stop soil degradation and, accordingly, their reproduction, increase economic efficiency, ensure the proper state of the environment as a whole, there is an urgent need to implement a full range of measures to green production activities in “ADEPT-AGRO” LLC, a prerequisite what is the evolutionary transition to a progressive system of biosphere-protective land use, storage and processing of agricultural products.

Conclusions. As a result of the analysis, it was found that the production activity of the object of study is maximally adapted for radical changes in the direction of greening of rural business for this agricultural enterprise.

According to the results of the forecast, it is expected that, on the one hand, during 2021–2022 there will be relatively insignificant changes in the factors, however, on the other hand – deviations in their values according to the optimistic and pessimistic scenarios will be weighty. In particular, the potential discrepancy between pessimistic and optimistic forecasts regarding the level of plowing is 2.03%; application of mineral fertilizers is 61%; fertilized areas – 30.26%; provision of labor resources – 2.4 times; technical security of enterprises – 40.04%; level of profitability – 2.3 times.

Undoubtedly, ensuring the systematic development of ecologically oriented economy in rural areas is possible by using the provisions of developed scientific approaches, based on the principles of mechanism formation, tools for regulation and implementation of which are provided through the interaction of economic, organizational and managerial components. attractiveness of the business environment, forecasting of indicators of economic expediency of ecologically safe activity.

Today, the priorities of ecologically oriented economy in rural areas are the development of environmental certification and intensification of organic production. With the transition of ADEPT-AGRO LLC to organic farming, it is expected to increase production efficiency, namely: increase the level of profitability of rape by 33%, sunflower seeds – by 29%, wheat – by 102%, corn for grain – 140%. We emphasize that the intensification of organic production is possible, first of all, by expanding the area of agricultural land suitable for organic farming; stimulating the economy to reorient to the ecological principles of management, reducing the risks of such activities; improvement of the system of certification of organic products.

REFERENCES:

1. Стратічук Н.В., Болюк О.В. Сутність та основні завдання еколога-економічного аналізу. *Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального*

природокористування в контексті сталого розвитку : зб. матеріалів III Міжнародної науково-практичної конференції, 22–23 жовтня 2020 р. Херсон : Олдіплюс, 2020. С. 825–828.

2. Баланенко О.Г., Стойкова Т.М. Сутність та основні завдання еколого-економічного аналізу діяльності підприємства. *Молодий вчений*. 2017. № 1. С. 535–539. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/molv_2017_1_128.

3. Мельничук Н.В. Застосування еколого-економічного аналізу для оцінки рівня екологічності виробництва. *Вісник НУВГП. Економічні науки*. 2010. Вип. 3(51). С. 172–179.

4. Сталый розвиток: еколого-економічна оптимізація територіально-виробничих систем : навчальний посібник / Н.В. Караєва та ін. Суми : Університетська книга, 2015. 384 с.

5. Эколого-экономические ориентиры формирования модели экологически устойчивого развития Украины. *Актуальные проблемы устойчивого развития* / О.А. Веклич и др. Киев : Знание Украины, 2003. 430 с.

6. Берегова В.В., Сілецька Н.В. Оцінка еколого-економічної ефективності агропромислового виробництва в регіоні. *Таврійський науковий вісник*. 2015. Вип. 91. С. 233–239.

7. Сакун А., Келлер Ю. Обліковий процес операційних витрат у фермерських господарствах. *Multidisciplinary academic research and innovation. Abstracts of XXVII International Scientific and Practical Conference*. Amsterdam, Netherlands. 2021. P. 165–167. URL: <https://isg-konf.com> (дата звернення: 12.07.2021).

ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК

Анциферов Д.Г.	213	Котельников Д.І.	3
Балабак А.В.	335	Кравченко Н.В.	125
Білоусова З.В.	53	Кутіщев П.С.	323
Бойко П.М.	306	Лавренко Н.М.	68
Бойко Т.О.	306	Лемішко С.М.	253
Бутенко Є.Ю.	125	Лесик О.Б.	197
Василенко О.В.	312, 318	Лиховид П.В.	68
Ведмеденко О.В.	169	Лутицька Н.В.	73
Вербельчук С.П.	175	Люсак А.В.	292
Вербельчук Т.В.	175	Люта Ю.О.	155
Вожегова Р.А.	3	Макуха О.В.	87
Ганжа В.В.	11	Малярчук А.С.	3
Глюдзик-Шемота М.Ю.	19	Марковська О.Є.	3
Гончарова О.В.	323	Марченко О.А.	100
Грохольська Т.М.	32	Медвідь Я.А.	94
Гуленко О.І.	299	Меленко К.М.	206
Гурський І.М.	312	Мельничук Ф.С.	100, 299
Дворна А.В.	306	Міщенко О.В.	60
Десятський С.П.	183	Морозов В.В.	261
Диченко О.Ю.	282	Морозов О.В.	261
Добровольський П.А.	36	Мороз О.С.	292
Доля М.М.	149	Непран І.В.	112
Захлебна Т.П.	189	Нетіс В.І.	118
Зелінська Н.М.	43	Нетіс І.Т.	118
Іванів М.О.	11, 131	Нікітіна О.В.	335
Іванович О.М.	48	Ожован О.О.	275
Казьмірук Л.В.	197, 206	Онуфран Л.І.	118
Калинка А.К.	197, 206	Писаренко П.В.	282
Калілей В.В.	299	Піщан С.Г.	221
Карпенко О.В.	213	Подгаєцький А.А.	125
Кенєва В.А.	53	Приліпко Т.М.	238
Кліпакова Ю.О.	53	Репілевський Д.Е.	131
Кобернюк В.В.	175	Ретьман М.В.	299
Коваль Г.В.	100	Рибальченко А.М.	141
Ковальова С.П.	175	Романова Т.А.	112
Ковальська А.В.	149	Романов О.В.	112
Коваль Т.В.	238	Саранчук І.І.	206
Козленко Є.В.	261	Сахацький Г.І.	183
Козлов Л.В.	323	Сахненко Д.В.	149
Коломієць Ю.О.	60	Середа М.С.	282
Коржов Є.І.	323	Силиченко К.А.	221
Косташ В.Б.	238	Соболь О.М.	245

Солодка Т.М.....	292	Цьова Ю.А.	282
Сорока Л.В.....	318	Черних С.А.	253
Станкевич С.В.	60, 73	Шатковська К.Б.	100
Тищенко А.В.....	155	Шатковський А.П.	299
Тищенко О.Д.....	155	Шевченко Н.О.....	312, 318
Фурман В.М.....	292	Щетина М.А.	335
Хлестова О.А.	183	Ярчук І.І.	253
Хоміна В.Я.	32, 43	Stratichuk N.V.....	342

ЗМІСТ

ЗЕМЛЕРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО, ОВОЧІВНИЦТВО ТА БАШТАННИЦТВО	3
Вожегова Р.А., Марковська О.Є., Малярчук А.С., Котельников Д.І. Продуктивність кукурудзи за різних систем основного обробітку ґрунту та удобрення в умовах зрошення на Півдні України	3
Ганжа В.В., Іванів М.О. Якість насіння сортів сої залежно від елементів технології за краплинного зрошення	11
Глюдзик-Шемота М.Ю. Ефективні методи селекції високопродуктивних сортів тютюну шляхом апоміксису та гетерозису	19
Грохольська Т.М., Хоміна В.Я. Оптимізація технологічних факторів вирощування шавлії мускатної в умовах Лісостепу Західного	32
Добровольський П.А. Параметри продуктивності гісопу лікарського за вирощування в умовах Південного Степу України	36
Зелінська Н.М., Хоміна В.Я. Ріст та розвиток рослин лаванди вузьколистої залежно від способів розмноження, строків садіння та технологічних заходів	43
Іванович О.М. Залежність кількісних та якісних показників продуктивності капусти брюссельської від ґрунтово-кліматичних умов та зміни клімату	48
Кліпакова Ю.О., Білоусова З.В., Кенєва В.А. Вплив строків та способу внесення добрив на формування продуктивності рослин пшениці озимої	53
Коломієць Ю.О., Станкевич С.В., Міщенко О.В. Ефективність застосування інсектицидних препаратів проти американського білого метелика (<i>Hyphantria Cunea</i> Drury, 1773) на території Харківської області	60
Лавренко Н.М., Лиховид П.В. Точність програмування врожаю кукурудзи цукрової за використання різних алгоритмів і структури штучних нейронних мереж	68
Лутицька Н.В., Станкевич С.В. Шкідливість акацієвої вогнівки (<i>Etiella zinckenella</i> Treitschke, 1832) на сої у Східному Лісостепу України	73
Макуха О.В. Аналіз поширення карантинних комах у Херсонській області	87
Медвідь Я.А. Кокцинеліди на посівах конюшини та люцерни, їхнє значення в регулюванні чисельності попелиць	94
Мельничук Ф.С., Марченко О.А., Коваль Г.В., Шатковська К.Б. Вплив інсектицидів на ферментативну активність ґрунту на зрошуваних землях	100
Непран І.В., Романова Т.А., Романов О.В. Використання екологічно безпечних технологій вирощування польових культур	112
Нетіс І.Т., Онуфран Л.І., Нетіс В.І. Реакція рослин на ріст концентрації CO ₂ в атмосфері	118
Подгасцький А.А., Кравченко Н.В., Бутенко Є.Ю. Характеристика сортів картоплі за водянистістю бульб в умовах Північно-Східного Лісостепу України	125
Репілевський Д.Е., Іванів М.О. Економічна та енергетична оцінка вирощування гібридів кукурудзи різних груп ФАО залежно від способів зрошення в умовах Південного Степу України	131
Рибальченко А.М. Комплексна оцінка колекційних зразків сої за врожайністю в Лівобережному Лісостепу України	141

Сахненко Д.В., Доля М.М., Ковальська А.В. Контроль ризиків формувань агроценозів за сучасних систем вирощування польових культур у Лісостепу України.....	149
Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Люта Ю.О. Оцінка генотипів люцерни за насінневою продуктивністю на посухостійкість	155
ТВАРИННИЦТВО, КОРМОВИРОБНИЦТВО, ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ПЕРЕРОБКА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ	169
Ведмеденко О.В. Швидкість росту телиць української чорно-рябої молочної породи як передумова високої продуктивності	169
Вербельчук Т.В., Ковальова С.П., Вербельчук С.П., Кобернюк В.В. Динаміка якісних показників безпідстилкового гною у промисловому виробництві свинини	175
Десятський С.П., Сахацький Г.І., Хлестова О.А. Моделювання впливу вітаміну Е та селену на відтворювальну здатність яєчних курей	183
Захлебна Т.П. Біологічна ефективність та конкурентоспроможність змішаних посівів озимих колосових культур із горошком посівним за вирощування на кормові цілі	189
Калинка А.К., Лесик О.Б., Казьмірук Л.В. Оптимізація консолідування нової популяції продуктивності молочної худоби в умовах Буковини.....	197
Калинка А.К., Саранчук І.І., Меленко К.М., Казьмірук Л.В. Продуктивність нової популяції створюваної буковинської породної групи української червоно-рябої молочної худоби в Карпатському регіоні Буковини.....	206
Карпенко О.В., Анциферов Д.Г. Оцінка якості зразків яєць різних виробників на основі органолептики та експериментальних досліджень із використанням методів сенсорного аналізу	213
Піщан С.Г., Силиченко К.А. Характеристика молочної продуктивності та годівлі корів швіцької породи осінньо-зимового отелення	221
Приліпко Т.М., Коваль Т.В., Косташ В.Б. Продуктивність ставків та якість рибної продукції залежно від зміни кобальтових харчових ланцюгів.....	238
Соболь О.М. Еколого-гігієнічна оцінка поширених повнораціонних сухих кормів для собак	245
Ярчук І.І., Черних С.А., Лемішко С.М. Технологічна оцінка якості зерна сортів пшениці озимої, пошкодженої клопом шкідливою черепашкою (<i>Eurygaster integriceps</i> Put.), в умовах Північного Степу України.....	253
МЕЛІОРАЦІЯ І РОДЮЧІСТЬ ҐРУНТІВ	261
Морозов О.В., Морозов В.В., Козленко Є.В. Теоретико-методологічні засади нормування меліоративних навантажень на зрошувані ґрунти сухостепової зони України.....	261
Ожован О.О. Особливості морфологічної будови орних ґрунтів північно-західного Причорномор'я.....	275
Писаренко П.В., Диченко О.Ю., Цьова Ю.А., Серета М.С. Напрями біоремедіації техногенно забруднених ґрунтів.....	282
Фурман В.М., Люсак А.В., Мороз О.С., Солodka Т.М. Моніторинг вологозапасів осушуваних торфових ґрунтів під час структурних меліорацій	292

Шатковський А.П., Мельничук Ф.С., Ретьман М.В., Гуленко О.І., Калілей В.В. Водоспоживання та врожайність сільськогосподарських культур за підґрунтового краплинного зрошення.....	299
ЕКОЛОГІЯ, ІХТІОЛОГІЯ ТА АКВАКУЛЬТУРА.....	306
Бойко Т.О., Бойко П.М., Дворна А.В. Пропозиції щодо оновлення основного асортименту деревних рослин парків та скверів міста Херсона.....	306
Василенко О.В., Гурський І.М., Шевченко Н.О. Оцінка системи органічної сертифікації дикорослої продукції.....	312
Василенко О.В., Шевченко Н.О., Сорока Л.В. Прогнозування та оцінка впливу нового житлового району на екологічну безпеку едафотопів урбоекосистеми.....	318
Кутішев П.С., Коржов Є.І., Гончарова О.В., Козлов Л.В. Екологічна оцінка якості води Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми за гідрохімічними показниками.....	323
Нікітіна О.В., Балабак А.В., Щетина М.А. Вітчизняний та міжнародний досвід ведення платного водокористування у сільському господарстві.....	335
Stratichuk N.V. Application of ecological and economic analysis to the evaluation of production and economic activity.....	342

CONTENTS

AGRICULTURE, CROP PRODUCTION, VEGETABLE AND MELON GROWING	3
Vozhegova R.A., Markovska O.Ye., Malyarchuk A.S., Kotelnikov D.I. Corn productivity under different systems of basic soil tillage and fertilization under irrigated conditions of southern Ukraine	3
Ganzha V.V., Ivaniv M.O. Seed quality of soybean varieties depending on the elements of technology under drip irrigation.....	11
Hliudzyk-Shemota M.Yu. Effective methods of breeding high-yield tobacco varieties by means of apomixis and heterosis	19
Hrokholska T.M., Khomina V.Ya. Optimization of technological factors in the growing of clary sage under the conditions of the Western Forest-Steppe.....	32
Dobrovolskyi P.A. Crop capacity parameters of hyssop when grown in the Southern Steppe of Ukraine	36
Zelinska N.M., Khomina V.Ya. Growth and development of narrow-leaved lavender plants depending on methods of reproduction, planting time and technological measures	43
Ivanovych O.M. Dependence of quantitative and qualitative performance indicators of brussels sprouts on soil and climate conditions and climate change	48
Klipakova Yu.O., Bilousova Z.V., Keneva V.A. The influence of dates and methods of fertilizer application on the formation of winter wheat plants productivity.....	53
Kolomiets Yu.O., Stankevych S.V., Mishchenko O.V. Effectiveness of the application of insecticide preparations against the fall webworm (<i>Hyphantria Cunea</i> Drury, 1773) in Kharkiv region	60
Lavrenko N.M., Lykhovyd P.V. Accuracy of sweet corn yield prediction depending on the algorithm and structure of artificial neural networks.....	68
Lutytska N.V., Stankevych S.V. Harmfulness of pea pod borer (<i>Etiella Zinckenella</i> Treitschke 1832) on soybeans in the Eastern Forest – Steppe of Ukraine.....	73
Makukha O. V. Analysis of the spread of quarantine insects in the Kherson region.....	87
Medvid Ya.A. Coccinellids on clover and alfalfa, their value in population control of aphids	94
Melnychuk F.S., Marchenko O.A., Koval G.V., Shatkovska K.B. The effect of insecticides on the enzymatic activity of the soil on irrigated lands	100
Nepran I.V., Romanova T.A., Romanov O.V. The use of ecologically safe technologies of cultivation of field crops	112
Netis I.T., Onufron L.I., Netis V.I. The reaction of plants to the growth of CO ₂ concentration in the atmosphere	118
Podhaietskyi A.A., Kravchenko N.V., Butenko E.Yu. Characteristics of potato varieties by tuber wateriness under the conditions of the North-Eastern Forest Steppe of Ukraine	125
Repilevskyi D.E., Ivaniv M.O. Economic and energy evaluation of growing maize hybrids of different FAO groups depending on irrigation methods in the Southern Steppe of Ukraine	131

Rybalchenko A.M. Complex assessment of soybean collection samples by yield capacity in the Left-bank Forest-Steppe of Ukraine	141
Sakhnenko D.V., Dolya M.M., Kovalska A.V. Controlling the risks of agrocenoses formation in modern systems of growing field crops in the Forest-Steppe of Ukraine...	149
Tyshchenko A.V., Tyshchenko O.D., Lyuta Yu.O. Evaluation of alfalfa genotypes by seed productivity for drought resistance	155
ANIMAL HUSBANDRY, FEED PRODUCTION, STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCTS	169
Vedmedenko O.V. The growth rate of heifers of the Ukrainian black and white spotted dairy breed as a precondition of high productivity	169
Verbelchuk T.V., Kovalova S.P., Verbelchuk S.P., Koberniuk V.V. Dynamics of quality indicators of litter-free manure in industrial pork production.....	175
Desiatskyi S.P., Sakhatsky G.I., Khliestova O.A. Simulation of the influence of vitamin E and selenium on the reproductive capacity of laying hens	183
Zakhlibna T.P. Biological efficiency and competitive ratio of growing hairy vetch with winter cereals in mixed crops for feed production	189
Kalynka A.K., Lesyk O.B., Kazmiruk L.V. Optimization of the consolidation of a new highly productive population of dairy cattle under the conditions of Bukovina.....	197
Kalynka A.K., Saranchuk I.I., Melenko K.M., Kazmiruk L.V. Productivity of a new population of Bukovina breed group of Ukrainian red – spotted dairy cattle in the Carpathian region of Bukovina	206
Karpenko O.V., Antsyferov D.G. Evaluation of the quality of egg samples from different manufacturers on the basis of organoleptics and experimental studies using methods of sensory analysis.....	213
Pishchan S.H., Sylychenko K.A. Characteristics of milk productivity and feeding of cows of the Brown Swiss breed of autumn-winter calving	221
Prylipko T.M., Koval T.V., Kostash V.B. Productivity of ponds and quality of fish products depending on changes in cobalt food chains.....	238
Sobol O.M. Ecological and hygienic evaluation of the widespread complete dry food for dogs	245
Yarchuk I.I., Chernykh S.A., Lemishko S.M. Technological evaluation of grain quality of winter wheat varieties damaged by sunn pest (<i>Eurygaster integriceps</i> Put.) under the conditions of the Northern Steppe of Ukraine	253
MELIORATION AND SOIL FERTILITY	261
Morozov O.V., Morozov V.V., Kozlenko Ye.V. Theoretical and methodological principles of standardization of reclamation loads on irrigated soils of the dry steppe zone of Ukraine	261
Ozhovan O.O. Features of the morphological structure of soils of the North-West Black Sea region	275
Pysarenko P.V., Dychenko O.Yu., Ts'ova Yu.A., Sereda M.S. Directions of bioremediation of technogenic contaminated soils.....	282
Furman V.M., Lusak A.V., Moroz O.S., Solodka T.M. Monitoring of moisture reserves of drained peat soils during structural reclamation.....	292

Shatkovskyi A.P., Melnychuk F.S., Retman M.S. Gulenko O.I., Kalilei V.V. Water consumption and productivity of agricultural crops under subsurface drip irrigation	299
ECOLOGY, ICHTHYOLOGY AND AQUACULTURE	306
Boiko T.O., Boiko P.M., Dvorna A.V. Proposals for renewing the assortment of woody plants in parks and public gardens of Kherson.....	306
Vasylenko O.V., Hurskyi I.M., Shevchenko N.O. Assessment of the organic certification system for wildy growing products	312
Vasylenko O.V., Shevchenko N.O., Soroka L.V. Forecasting and assessment of a new residential area impact on the ecological safety of edaphotopes in the urban ecosystem.....	318
Kutishchev P.S., Korzhov Ye.I., Honcharova O.V., Kozlov L.V. Ecological assessment of water quality of the Dnieper-Buh estuary ecosystem according to hydrochemical indicators	323
Nikitina O.V., Balabak A.V., Shchetyna M.A. Domestic and foreign experience of paid water use in agriculture.....	335
Stratichuk N.V. Application of ecological and economic analysis to the evaluation of production and economic activity.....	342

Таврійський науковий вісник

Випуск 120

Сільськогосподарські науки

Підписано до друку 01.09.2021 р.

Формат 70×100/16. Папір офсетний.
Умовн. друк. арк. 29,09.

Видавництво і друкарня – Видавничий дім «Гельветика»
73021, м. Херсон, вул. Паровозна, 46а
Телефони: +38 (0552) 39-95-80, +38 (095) 934-48-28, +38 (097) 723-06-08
E-mail: mailbox@helvetica.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 6424 від 04.10.2018 р.