ISSN 2226-0099

Міністерство освіти і науки України
Херсонський державний аграрно-економічний університет

Таврійський науковий вісник

Сільськогосподарські науки

Випуск 119

Видавничий дім
«Гельветика»
2021

УДК 630(477.72) **ISSN 2226-0099**

Рекомендовано до друку вченою радою Херсонського державного аграрно-економічного університету (протокол № 13 від 25.06.2021 року)

Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки / Херсонський державний аграрно-економічний університет. Херсон : Видавничий дім «Гельветика», 2021. Вип. 119. 296 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

Коковіхін 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)

© Херсонський державний аграрно-економічний університет, 2021

ЗЕМЛЕРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО, ОВОЧІВНИЦТВО ТА БАШТАННИЦТВО

AGRICULTURE, CROP PRODUCTION, VEGETABLE AND MELON GROWING

УДК 631.454
DOI https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.119.1

БІОЛОГІЧНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО НА ПОСІВАХ ПРОСА

Аверчев О.В. *– д.с.-г.н., професор кафедри землеробства,*
Херсонський державний аграрно-економічний університет
Нікітенко М.П. *– здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії,*
асистентка кафедри рослинництва та агроінженерії,
Херсонський державний аграрно-економічний університет

У статті розглянуто переваги вирощування зернових культур біологічними методами з метою створення самовідновлювальних ґрунтів. Комплексне застосування біологічних добрив на посівах можливе за умов використання високих сучасних аграрних технологій.

Основною ідеєю застосування біологічних технологій у сільському господарстві є використання біопрепаратів та гуматів як альтернативи мінеральним добривам та пестицидам. Органічне землеробство передбачає відмову від використання хімікатів не тільки для виробництва рослинницької продукції, а й для відтворення родючості ґрунту, застосовуючи ідею органічного землеробства як максимальне використання біологічних факторів підвищення родючості ґрунтів, захисту рослин, та інших заходів, які забороняють або значно обмежують використання синтетичних комбінованих добрив, пестицидів, регуляторів росту.

Ефективним використанням біодобрив для підвищення продуктивності культур можливе також за умов змін клімату. Дія та навантаження на ґрунт буде мінімальним, постійне використання яких дозволить зменшити хімічний вплив на довкілля.

Гумінові речовини включають певну кількість мікроелементів, а також до них входять амінокислоти, вітаміни та речовини. У рослині гумінові речовини посилюють ферментативну активність усіх рослинних клітин і утворюють сполуки, які вони стимулюють. Результатом цього є ріст клітин, зміна фізико-хімічних властивостей протоплазми, посилення метаболізму. Збільшується проникність мембрани стовбурових клітин і покращується проникнення мінеральних поживних речовин із ґрунтового перегною в рослини у вигляді мінеральних гумінових сполук. Це призводить до кращого засвоєння рослиною всіх необхідних поживних речовин для її розвитку.

Приведені наукові спостереження за розвитком культури проса залежно від використання різних органічних та біологічних препаратів порівняно з ділянками, де не застосовували біопрепарати. Наведено висновки цих спостережень.

Ключові слова: *просо, органічне землеробство, біопрепарати, гумати, Гумікор, Гуміам, Біо-гель, ХЕЛАФІТ-комбі.*

Averchev O.V., Nikitenko M.P. Biological agriculture for millet crops

The article describes the advantages of growing crops by biological methods with the aim of creating self-healing soils. Integrated use of biological fertilizers to crops is possible with the use of high modern agricultural technologies.

The basic idea behind the application of biological technologies in agriculture is the use of biopharmaceuticals and humates as an alternative to mineral amendment and pesticides, the organic farming involves the elimination of the use of chemicals not only for crop production but also for soil fertility. The idea is applying of organic farming as the best use of biological factors to improve soil fertility, plant protection and other measures that prohibit or severely restrict the use of synthetic combination fertilizers, pesticides, growth regulators.

The efficient uses of biofertilizers to increase crop productivity cultures are also possible with climate change. The effects and loads on the soil will be minimal and permanent, reducing the chemical impact on the environment.

Humic matters include a certain amount of trace elements and include amino acids, vitamins and substances. In a plant, humic matters increase the enzymatic activity of all plant cells and form compounds that they stimulate. The result is cellular growth, changes in the physico-chemical properties of the protoplasm, and increased metabolism. The permeability of the stem cellular membrane is increased and the penetration of mineral nutrients from soil humidity into plants in the form of mineral humic compounds is improved. This has led to improved plant uptake of all necessary nutrients for plant development.

Given an examples scientific observations of the development of the millet culture depending on the use of different organic and biological preparations compared to the sites where the biopreparations weren't used. Conclusions cited of these observations.

Key words: *millet, organic farming, biologicals, humates, Gumikor, Gumiam, Bio-gel, HELAFIT-combi.*

Постановка проблеми. Біологічне землеробство – перспективний напрям розвитку сільського господарства в Україні. У західних країнах уже успішно та широко застосовують органічне землеробство. На думку багатьох науковців, біологічне землеробство – це абсолютно новий підхід ставлення до землі, а не нова система ведення сільського господарства. Основний принцип ведення органічного землеробства зводиться до повного або часткового (за мінімальним навантаженням) відмовлення від синтетичних добрив, добавок та інших пестицидів [1; 2].

В умовах стресових ситуацій, що характерні за останніх часів кліматичних змін, такі як посуха, спека, вітер, заморозки, фітотоксичність від підвищеного рівня хімічного навантаження на агрофітоценози, вироблення власних гормонів істотно знижується. Це призводить до ослаблення рослин, порушення внутрішньої програми їх розвитку, що робить їх чутливішими до впливу хвороб, шкідників й інших чинників.

Для нормалізації життєдіяльності рослинного організму в умовах стресу, направленого впливу на рослину, успішно можуть використовуватись препарати, що містять фітогормони. Вони дозволяють подовжити період активного фотосинтезу, припинити старіння листя й посилити ростові функції. Особливої уваги заслуговують речовини, що мають природне (біологічне) походження.

Постановка завдання. Головна мета біологічного землеробства становить отримання екологічно-чистої продукції, у цей же час відбувається збереження родючості ґрунту та здійснюється охорона навколишнього середовища. Біологічний метод заснований на використанні мікроорганізмів або продуктів їх метаболізму для зменшення негативного впливу шкідників та хвороб, що вражають сільськогосподарські культури, та зменшення негативного впливу синтетичних добрив [3].

Виклад основного матеріалу дослідження. Органічне землеробство не можна вважати кроком назад у розвитку науки, оскільки аграрії, дотримуючись цих методів, використовують високоякісний посівний матеріал, новітню техніку та сучасні програмні технології. За веденням органічного землеробства особлива увага приділяється боротьбі з ущільненням ґрунту. Задля цього використовується

лише легка агротехніка. Для боротьби зі збудниками хвороб, шкідниками та бур'янами використовують тільки біологічні та технічні способи [4].

До того ж використання сучасних біопрепаратів сприяє збереженню родючості ґрунтів, зменшенню вмісту хімічних речовин у сільськогосподарському ландшафті, створенню гарного фітосанітарного середовища, виробництву екологічно чистої продукції з високими показниками якості За вартістю біопрепарати набагато нижчі за хімічні засоби захисту рослин, тому з економічної точки зору вони ефективніші за використанням. Вплив сучасних біопрепаратів у системах захисту рослин у момент процесу біологізації сільського господарства є актуальним та сучасним рішенням щодо полегшення впливу хімічного навантаження на екосистеми.

За використанням технології органічного вирощування культур важливу роль відіграють біопрепарати – гумати – це біологічно активні речовини, що утворюються в ґрунті під час розкладання органічних речовин рослин, солей гумінових кислот. Їх можна застосовувати на посівах у поєднанні з пестицидами та мінеральними добривами, що дозволяє створювати більш комплексний підхід до технологій обробітку культур.

Гумати можна застосовувати для покращення стану продуктивності рослин як зернових, так і овочевих культур. Ним оброблюють насіння перед посівом та проводять обприскування по листу для позакореневого підживлення відповідно до рекомендованої фази

Органічне добриво з біогенними елементами Гумікор має за основу високонцентровану гумінову суспензію, яку отримано на основі вермікомпосту, а саме продукту переробки гною великої рогатої худоби каліфорнійськими черв'яками *Eisenia fetida*.

Застосовувати біопрепарат Гумікор можна для передпосівної обробки насіння та вносити його у ґрунт перед посівом культур. Він добре поєднує властивості біологічного добрива та стимулятора росту, що покращує не тільки формування міцної кореневої системи та розвиток фосформобілізувальних і азотфіксувальних бактерій у прикореневій зоні, а й підвищує польову схожість насінин та прискорює появи однорідних паростків. Основна активна речовина біопрепарату Гумікор – це гумати *(1–2,5 г/л)*, органічні речовини *(1,5–4 г/л)*, азот *N (0,09–0,23%)*, оксид фосфору P_2O_5 *(0,22–0,64%)* та оксид калію K_2O *(0,15–0,20%)*.

До біодобрив гуматів ще належить органічний регулятор росту рослин Гуміам, він може бути у вигляді темно-коричневої рідини з характерним аміачним запахом і високим умістом гумінових речовин. Основною активною речовиною біопрепарату Гуміам є гумат амонію в концентрації *10–45 г/л*. Використання такого регулятору росту дозволяє підвищити енергію проростання і схожість насінин, підвищити врожайність культур, покращує якість продукції, стійкість рослин до несприятливих природних та екологічних факторів.

Головне призначення органічного регулятору росту рослин Гуміам – допомагати рослинам реалізувати свій біологічний потенціал у складних природно-кліматичних умовах та зонах ризикованого землеробства.

Біопрепарат Гуміам виготовлений на основі буровугільного гумату амонію, що є стимуляторомо-адаптогеном рослин, забезпечуючи більшу ефективність та біоактивність гуматів амонію порівнянні з аналогом – гуматом натрію.

Діючи на рослини, органічний препарат Гуміам підвищує енергію проростання та схожості насіння, підвищує показники врожайності та інші якісні показники продукції, сприяє розвитку стійкості рослин до несприятливих природних (посуха, спека, заморозки) і екологічних факторів та захворювань. Також препарати серії Гуміам стимулюють коренеутворення.

Органічне виробництво базується на використанні новітніх технологій, спрямованих на захист природних ресурсів та зменшення механічного обробітку ґрунту, виключаючи використання будь-якого синтетичного матеріалу. Пріоритетною тенденцією для органічного землеробства є використання матеріалів та технологій, що покращують екологічний баланс у природних системах та сприяють створенню стійких та збалансованих агроекосистем.

Ще один вид біологічного методу заснований на використанні мікроорганізмів або продуктів їх метаболізму для зменшення негативного впливу шкідників та хвороб, що вражають сільськогосподарські культури, та зменшення негативного впливу мінеральних добрив.

Біопрепарати особливо ефективні як профілактичний засіб для захисту рослин. Застосовувати їх краще до початку захворювання. У разі незначного розвитку хвороби (до 25%) використання біопрепаратів в оптимальній дозі може майже повністю вчасно зупинити захворювання. Рекомендується застосовувати у комбінації з хімічними фунгіцидами для підвищення рівня успішного використання проти збудників хвороб. У цьому разі рекомендовану дозу фунгіциду слід зменшити на 30–50% [4].

Препарат «Біо-гель» може використовуватись для збереження всіх видів рослин та культур за екстремальних умов, які виявляються у вигляді посух або морозів. До його складу входять вуглеводи в доступній формі, вітаміни та амінокислоти, корисні мікро- та мікроелементи, інші біологічно активні речовини, які позитивно впливають на всі види мікроорганізмів, що містяться в ґрунті [5].

Для боротьби з бур'янами в агрофітоценозі на посівах проса можливе використання біопрепарату ХЕЛАФІТ®-комбі. Завдяки комплексній дії він сприяє збільшенню врожайності й поліпшенню якості продукції, а також використовується для оптимізації кореневого живлення і розвитку рослин у критичні періоди вегетації. Сприяє відновленню пошкоджених культур унаслідок негативних дій природних умов (на клітинному рівні). Запобігає затримці зростання та розвитку рослин, які можуть бути викликані хімічним стресом від застосування пестицидів або інших несприятливих факторів та механічних пошкоджень. Використання біопрепаратів є цілком безпечним для людини, тварин, бджіл та для довкілля [6].

Сьогодні органічне землеробство користується великою популярністю у промислово розвинутих країнах світу з метою врегулювання питання інтенсифікації сільськогосподарських виробництв, створюючи більшу кількість ферм із практикою біологічного землеробства.

Спостереження за ефективністю використання біопрепаратів на дослідних посівах проса проводилось у весняно-літній період 2021 року, місце розташування – Херсонська область. Було заплановано проводити трифакторний аналіз наукових досліджень із метою визначення адаптивної технології вирощування проса на Півдні України за умов змін клімату, що відбуваються.

Посів проса проводили у другій декаді травня, коли температура ґрунту на глибині 10 см становила 12–15°С. Дослідні ділянки було визначено за трьома варіантами у чотирикратній повторeності. Обробку посіву проса проводили органічним добривом із біогенними елементами Гумікор, регулятором росту рослин Гуміам, біопрепаратом Біо-гель та рістрегулювальною речовиною з біозахисним ефектом Хелафіт комбі.

Станом на першу декаду липня 70% посіву проса перебуває у фазі викидання волоті. Показники фенологічних спостережень, а саме висота рослин, унаслідок того, що обробка проводилась різними органічними препаратами, відрізняється за варіантами досліду.

За одержаними результатами порівняння рослин проса за різних варіантів обробки біопрепаратами під час проведення фенологічних спостережень найе-

фективніший результат отримано за умов застосування двох видів препаратів. На таких ділянках посів густий та однорідний, спостерігається дружній перехід фаз розвитку рослин. На дослідній ділянці, де не застосовували біопрепарати, середня висота рослин становить 85–90 см та спостерігався більший ступінь забур'яненості посівів. Органічну систему живлення рослин можна створити під час забезпечення високого рівня коло обігу поживних речовин. Так, доцільно використовувати рештки рослин для поповнення запасів органічної речовини в ґрунті. Для посилення мінералізації органічних речовин додають сечовину, рідкий гній, азотні добрива [7].

За веденням біологічного землеробства господарства можуть запроваджувати вдосконалені структури посівів зернових культур, що передбачає впровадження сівозмін з обов'язковим включенням бобових трав і сидератів, що надає змогу зменшити норми внесення на 30–45% порівняно з рекомендаціями за інтенсивних технологій. Науково-обґрунтоване чергування культур у сівозміні забезпечує та підтримує фітосанітарний стан полів та посівів. Такий метод є джерелом забезпечення корисної ґрунтової мікрофлори, необхідних органічних речовин ґрунту, збагачує його на азот та підтримує на оптимальному рівні загальний запас балансу вологи в межах сівозміни.

Значну кількість азоту нагромаджують азотофіксувальні бульбочкові бактерії, що неодноразово було підкреслено в дослідженнях науковців. Інтенсивне виробництво органічних добрив є основною передумовою створення основи органічної й органо-мінеральної системи живлення рослин. У господарствах, де виробляють багато тваринницької продукції і нагромаджується гній, вирощують високі врожаї польових культур [5].

Великого значення надають використанню зеленого добрива за органічного землеробства. Крім підстилкового гною, біологічне землеробство передбачає широке використання інших видів органічних добрив (рідкого гною, зеленого добрива, соломи, торфу, сапропелю та ін.).

Переважно восени заорюють необхідні органічні речовини у ґрунт. За умов достатнього зволоження території, де процеси мінералізації в ґрунті відбуваються активно, гній і компости можна заорювати в ґрунт і навесні. Компостування дає можливість виготовляти цінні органічні добрива з відходів продукції рослинництва [8].

Торф використовують як підстилковий матеріал для приготування торфогнойових компостів у теплично-парниковому господарстві.

Сапропель характеризується високим умістом органічної речовини, азоту зольних елементів, а також умістом мікроелементів.

Застосування органічних добрив нового типу, які збагачують ґрунт грибами, бактеріями та іншими макро- та мікроелементами, роблять його біологічно активним та сприяють підвищенню ефективності інших добрив.

Висновки. Підвищення продуктивності рослин можна досягти не лише методами селекції, внесенням необхідних доз добрив та пестицидів, а й за рахунок включення біологічних препаратів до комплексу послідовних технологічних операцій вирощування культур. Це дає можливість зменшити хімічне навантаження на навколишнє середовище і поступово перейти до органічних технологій вирощування проса та інших сільськогосподарських культур.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Аверчев О.В. Хвороби та шкідники гречки : навч. посіб. Херсон : Грінь Д.С., 2011. 268 с. URL: http://dspace.ksau.kherson.ua/bitstream/handle/123456789/1163/Аверчев%20О.В._Хвороби%20та%20шкідники%20гречки_2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y

2. Аверчев О.В. Адаптивні технології вирощування гречки : навч. посіб. Херсон : Грінь Д.С., 2012. 256 с. URL: http://dspace.ksau.kherson.ua/bitstream/handle/123456789/660/Аверчев%20О.В._Адаптивні%20технології%20вирощування%20гречки_2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

3. Науковий журнал The Ukrainian Farmer, вип. №3. Березень, 2020. Розділ рослинництво – М. Бойко, Є. Домарацький. Стимулятор із приставкою «еко». http://dspace.ksau.kherson.ua/handle/123456789/5149?show=full

4. Нікітенко М., Аверчев О. Біологічні методи боротьби з хворобами на посівах проса. *Грааль науки*. 2021. № 1. URL: https://doi.org/10.36074/grail-of-science.19.02.2021.033 (дата звернення: 16.04.2021).

5. Шувар І.А., Мазур І.Б., Назар М. Ю., Шувар Б.І. Біологізація землеробства – невід'ємна складова продовольчої і екологічної безпеки України.

6. [СТОРІНКА БІО-ГЕЛЬ] «БІО-ГЕЛЬ» органічне добриво для рослин і ґрунтів. *«Біо-гель»*. URL: https://biogel.com.ua/ (дата звернення: 03.02.2021).

7. ХЕЛАФІТ®-комбі. *ХЕЛАФІТ®-комбі*. URL: http://www.helafit.pro/production (дата звернення: 03.02.2021).

8. Нікітенко М.П., Аверчев О.В. «Впровадження елементів біологізації в рослинництві як чинник підвищення кваліфікації в умовах глобальних змін клімату». Збірник тез IV Міжнародної науково-практичної конференції *«Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти»* – Україна, м. Київ (21 квітня 2021р.). С. 193–196. *http://dspace.ksau.kherson.ua/handle/123456789/6389*

9. Писаренко В.М., Писаренко П.В., Захист рослин: екологічно обґрунтовані системи. Полтава : Камелот, 1999. 188 с.

10. Зінченко О.І., Алексєєва О.С. Біологічне землеробство : Навч. посіб. Київ : Вища шк., 1996. 239 с.

УДК 633.34:631.51.021(477.7)
DOI https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.119.2

УРОЖАЙНІСТЬ СОЇ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА ВДОБРЕННЯ В УМОВАХ ЗРОШЕННЯ

Вожегова Р.А. *– д.с.-г.н., професор, академік Національної академії аграрних наук України, директор,*
Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України
Малярчук М.П. *– д.с.-г.н., головний науковий співробітник відділу зрошуваного землеробства,*
Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України
Котельников Д.І. *– к.с.-г.н., головний агроном,*
Фермерське господарство «ЮКОС і К»
Казновський О.В. *– молодший науковий співробітник лабораторії агротехнологій,*
Асканійська державна сільськогосподарська дослідна станція
Інституту зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

У статті відображено результати експериментальних досліджень формування щільності складення, водопроникності, поживного режиму ґрунту та продуктивності сої за різних способів основного обробітку, органо-мінеральних систем удобрення з використанням післяжнивних решток і сидератів у сівозміні на зрошенні Півдня України. Під

час експерименту використовували польовий, кількісно-ваговий, візуальний, лабораторний, розрахунково-порівняльний, математично-статистичний методи та загальновизнані в Україні методики і методичні рекомендацій. Дослідження проводились протягом 2016–2019 рр. на дослідних полях Асканійської ДСДС ІЗЗ НААН України в зоні дії Каховської зрошувальної системи.

Дослідженнями встановлено, що на початку вегетації найменший рівень щільності складення (1,23 г/см^3) формувався за чизельного обробітку на глибину 28–30 см, що нижче контролю на 1,6%, а найвища щільність складення (1,29 г/см^3) була отримана за нульового обробітку, що вище контролю на 3,2%.

За оранки на 28–30 см уміст нітратів коливався в межах 38,3–40,3 мг/кг ґрунту. Максимальними показниками відзначився варіант чизельного розпушування на 28–30 см 48,0–56,5 мг/кг ґрунту та нульового обробітку 46,7–50,1 мг/кг ґрунту, що більше порівняно з контролем на 27,4%.

Основний обробіток, впливаючи на щільність складення та поживний режим, створював різні умови для формування врожаю сої. Так, за оранки на 28–30 см у системі диференційованого обробітку ґрунту в середньому за фактором А врожайність відзначилась на рівні 3,80 т/га, такий же рівень врожайності 3,94 т/га отримано за чизельного обробітку на 28–30 см у системі безполицевого різноглибинного обробітку та 3,88 т/га за дискового обробітку на 12–14 см у системі мілкого одноглибинного розпушування. Найменший рівень урожайності 3,30 т/га отримано за нульового обробітку, що менше на 0,50 т/га, або 15,2% (порівняно з контролем).

Водночас необхідно зазначити вплив системи вдобрення на показники продуктивності сої. Так, у середньому за фактором В на тлі $N_{30}P_{40}$ +сидерат+ післяжнивні рештки врожайність насіння сої сформувалась на рівні 3,50 т/га. Збільшення дози азотного живлення до N_{60} на тлі P_{40} +сидерат + післяжнивні рештки забезпечило підвищення продуктивності на 0,33 т/га, або 9,4%, водночас подальше збільшенні дози азотного живлення до N_{90} забезпечило зростання продуктивності до 3,98 т/га, або 13,7% (порівняно з контролем).

Ключові слова: *щільність складення, поживний режим, продуктивність, соя, обробіток ґрунту, сидерація.*

Vozhehova R.A., Maliarchuk M.P., Kotelnykov D.I., Kaznovskyi O.V. Soybean yield under different systems of basic tillage and fertilization under irrigation

The article presents the results of the experimental study of the formation of soil density and nutrient regime and its subsequent reflection on water permeability and productivity of soybeans depending on the methods and depth of basic fertilization and greening in crop rotation under irrigation in southern Ukraine. During the experiment, we used field, quantitative-weight, visual, laboratory, calculation-comparative, mathematical-statistical methods and methods and methodological recommendations generally recognized in Ukraine. The research was conducted in 2016-2019 in the research fields of the Askanian research station of the NAAS of Ukraine.

The studies have shown that at the beginning of the growing season the lowest density level of 1.23 g/cm^3 was observed during chisel cultivation at a depth of 28-30 cm, which is greater than the control by 1.6%, and the highest density of 1.29 g/cm^3 was obtained at zero cultivation, which is higher than the control by 3.2%. During plowing at 28-30 cm, the nitrate content ranged from 38.3 to 40.3 mg/kg of soil. The maximum indicators were the variant of chisel loosening at 28-30 cm 48.0-56.5 mg/kg of soil and zero tillage 46.7-50.1 mg/kg of soil, which is more than the control by 27.4%.

The main tillage, influencing the stocking density and nutrient regime, created different conditions for the formation of the soybean crop. Thus, when plowing at a depth of 28-30 cm in the system of differentiated tillage on average by factor A the yield was 3.80 t / ha, the same level of yield 3.94 t / ha was obtained with chisel tillage at 28-30 cm in the system of boardless shallow tillage and 3.88 t / ha for disc tillage at 12-14 cm in the system of shallow single-depth loosening. The lowest yield level of 3.30 t / ha was obtained at zero tillage, which is less by 0.50 t / ha or 15.2% compared to the control

At the same time, it is necessary to note the influence of the fertilizer system on soybean productivity indicators. Thus, on average, by factor B against the background of N30P40 + green manure + post-harvest residues, soybean seed yield was formed at the level of 3.50 t / ha. Increasing the dose of nitrogen nutrition to N60 against the background of P40 + green manure + post-harvest residues provided an increase in productivity by 0.33 t / ha, or 9.4%, while a further increase in the dose of nitrogen nutrition to N90 provided an increase in productivity to 3.98 t / ha, or 13.7% compared to control.

Key words: *stocking density, nutrient regime, productivity, soybean, tillage, sideration.*

Постановка проблеми. В умовах зрошення Півдня України соя посідає вагоме місце в структурі посівних площ сільськогосподарських культур та майже одноосібно серед бобових культур вирощується в сівозміні. Однак рівень її врожайності залишається невисоким та нестабільним за роками вирощування, що спонукає до вивчення і вдосконалення елементів технології вирощування. Серед заходів, спрямованих на реалізацію генетичного потенціалу високоврожайних сортів сої інтенсивного типу, є такі: ефективне використання систем основного обробітку ґрунту, вдобрення та сидерації [1]. Питання підвищення продуктивності сої, попри прогрес в аграрному секторі, стає з кожним роком дедалі актуальнішим [2]. Вплив способів обробітку на врожайність культур визначається складним поєднанням дії регульованих і нерегульованих факторів, серед яких головним є погодні умови, біологічні особливості культур і розміщення їх у сівозміні, фізичні властивості ґрунту, умови живлення рослин, фізико-хімічний режим ґрунту, засміченість ґрунту і посівів бур'янами [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Визначальними чинниками у формуванні високого врожаю насіння сої є підбір оптимальної системи основного обробітку ґрунту та живлення культури, частка яких у сприятливі за метеорологічними умовами роки становить 76,6 і 58,5–78,2% відповідно [4].

Соя досить чутлива як до прямої дії, так і до післядії добрив. Виростити високий урожай можна лише за повного забезпечення її потреби в добривах. Особливе значення для сої має азот [5]. Висока вартість виробництва азотних добрив привела до зацікавленості сільськогосподарських виробників біологічним азотом [6]. Завдяки біологічній азотфіксації соя задовольняє свою потребу в азоті на 25–75% залежно від умов вирощування [7]. Саме завдяки біологічній азотфіксації внесення мінеральних азотних добрив під сою буває неефективним. Крім того, нітратний азот, унесений у ґрунт, є одним з основних інгібіторів симбіозу бульбочкових бактерій і сої. Найбільшим приріст урожаю був за сумісної дії бактеріальних і фосфорно-калійних добрив [8].

Водночас слід зазначити, що нині в питанні визначення оптимальної системи обробітку ґрунту під сою є різні погляди. В Україні основним способом обробітку ґрунту в більшості районів, що вирощують сою, є оранка [9]. Протягом останніх років значна частина товаровиробників на чорноземах звичайних застосовують мінімізований і нульовий обробітки ґрунту. У Степу України за комплексного вивчення впливу глибини основного обробітку ґрунту, доз мінеральних добрив і сортів сої встановлено, що вплив глибини обробітку був найбільш дієвим, на другому місці був вплив сорту, на третьому – добрив. В інших регіонах, на інших типах ґрунтів і за іншої вологозабезпеченості дія цих факторів може бути іншою [10].

Метою дослідження було визначення впливу різних способів та глибини основного обробітку ґрунту в сівозміні та вдобрення на агрофізичні властивості ґрунту та продуктивність сої в зерно-просапній сівозміни на зрошенні Півдня України. Завдання дослідження полягало у визначені впливу різних способів і глибини основного обробітку та вдобрення на агрофізичні властивості темно-каштанового ґрунту та продуктивність сої в коротко-ротаційній сівозміні.

Матеріали та методи дослідження. Дослідження проводились протягом 2016–2019 рр. на дослідних полях Асканійської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту зрошуваного землеробства НААН України, яка розташована в зоні дії Каховської зрошувальної системи в чотирипільній зерно-просапній сівозміні з таким чергуванням культур: кукурудза на зерно, ячмінь озимий із

післяжнивним посівом гірчиці сарептської на сидерат, соя, пшениця озима з післяжнивним посівом гірчиці сарептської на сидерат. Дослід включає два фактори.

Фактор А (основний обробіток ґрунту):

1. Оранка на глибину 28–30 см у системі диференційованого обробітку ґрунту в сівозміні.
2. Дисковий обробіток ґрунту на глибину 12–14 см у системі мілкого безполицевого обробітку протягом ротації сівозміни.
3. Чизельний обробіток на 28–30 см у системі безполицевого різноглибинного обробітку ґрунту.
4. Нульовий обробіток у системі тривалого застосування його в сівозміні із сівбою спеціальними сівалками в попередньо необроблений ґрунт.

Фактор В (система вдобрення):

1. Органо-мінеральна з внесенням $N_{30}P_{40}$ + сидерація + післяжнивні рештки.
2. Органо-мінеральна з внесенням $N_{60}P_{40}$ + сидерація + післяжнивні рештки.
3. Органо-мінеральна з внесенням $N_{90}P_{40}$ + сидерація + післяжнивні рештки.
4. Органо-мінеральна з внесенням $N_{90}P_{40}$+ 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 1,38 г/см^3, вологість в'янення 7,8%, найменша вологоємність 22,4%.

Режим зрошення забезпечував підтримання передполивного порогу зволоження під посівами сої на рівні 70% НВ у шарі ґрунту 0–50 см. Під час експерименту використовували польовий, кількісно-ваговий, візуальний, лабораторний, розрахунково-порівняльний, математично-статистичний методи та загальновизнані в Україні методики і методичні рекомендації [9].

Результати досліджень впливу різних систем основного обробітку та сидерації на показники щільності складення темно-каштанового ґрунту в середньому за 2016–2019 рр. в шарі ґрунту 0–40 см дають змогу стверджувати, що на початку вегетації сої без сидерації найменший рівень щільності 1,23 г/см^3 спостерігався за чизельного обробітку на 28–30 см у системі різноглибинного безполицевого розпушування, що менше ніж на контролі на 1,6%.

Застосування дискового обробітку на 12–14 см у системі мілкого одноглибинного розпушування підвищило щільність складення до 1,26 г/см^3, що перебуває на рівні контролю.

Водночас найвищою щільність складення 1,29 г/см^3 формувалася за нульового обробітку, що вище контролю на 3,2%.

У варіантах різних способів і глибини основного обробітку на тлі сидерації отримано однакові показники щільності складення в межах 1,24–1,25 г/см^3. На тлі тривалого застосування (з 2008 року) в сівозміні нульового обробітку щільність складення зросла до 1,27 г/см^3, що більше контролю на 1,6%

Також слід зазначити, що вирощування в післяжнивних посівах (після пшениці озимої та ячменю озимого) гірчиці сарептської на сидерат вплинуло на показники щільності складення під посівами сої залежало від способу обробітку і глибини розпушування. Так, у варіанті оранки на глибину 28-30 см за диференційованої системи основного обробітку протягом ротації змін не відбулося.

Використання сидерації на тлі мілкого одноглибинного обробітку збільшило щільність з 1,24 до 1,26 г/см^3. Така ж закономірність спостерігалась і за нульової системи основного обробітку з 1,27 до 1,29 г/см^3.

На кінець вегетації сої щільність складення зросла порівняно з початковими даними в середньому на 5,6% у варіантах із сидерацією та на 5,0%, де сидеральна культура не використовувалась, проте загальна тенденція збереглася.

Найменші показники щільності складення з використанням сидерату 1,22 г/см^3 отримано за чизельного розпушування на 28–30 см у системі різноглибинного безполицевого розпушування, що більше контролю на 10,7%. Однаковий рівень щільності складення отримано за дискового обробітку на 12–14 см та на контролі 1,35 та 1,34 г/см^3, а максимальні показники 1,37 г/см^3 за нульового обробітку (табл. 1).

Таблиця 1

Щільність складення шару ґрунту 0–40 см під посівами сої за різних систем основного обробітку та сидерації (середнє за 2016–2019 рр.), г/см^3

Система, спосіб і глибина основного обробітку ґрунту (А)	Шар ґрунту см	Початок вегетації		Кінець вегетації	
		$N_{90}P_{40}$ +сидерат	$N_{90}P_{40}$ без сидерату	$N_{90}P_{40}$ +сидерат	$N_{90}P_{40}$ без сидерату
Диференційована 28-30 см (о)	0–10	1,19	1,11	1,12	1,21
	10–20	1,27	1,34	1,42	1,44
	20–30	1,28	1,31	1,42	1,38
	30–40	1,28	1,25	1,45	1,35
	0–40	**1,25**	**1,25**	**1,35**	**1,34**
Мілка одноглибинна 12-14 см (д)	0–10	1,20	1,14	1,25	1,19
	10–20	1,26	1,33	1,35	1,39
	20–30	1,22	1,27	1,39	1,41
	30–40	1,27	1,33	1,39	1,40
	0–40	**1,24**	**1,26**	**1,34**	**1,35**
Різноглибинна безполицева 28-30 см (ч)	0–10	1,07	1,19	1,11	1,14
	10–20	1,32	1,33	1,20	1,22
	20–30	1,26	1,27	1,29	1,23
	30–40	1,26	1,22	1,32	1,28
	0–40	**1,23**	**1,25**	**1,22**	**1,21**
Нульова	0–10	1,21	1,29	1,25	1,29
	10–20	1,33	1,31	1,46	1,47
	20–30	1,25	1,28	1,39	1,38
	30–40	1,29	1,29	1,39	1,39
	0–40	**1,27**	**1,29**	**1,37**	**1,38**

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

Агрофізичні властивості мали вплив на формування поживного режиму. Так, на початку вегетації сої відповідно до систем удобрення за диференційованої системи основного обробітку з оранкою під сою на 28–30 см (контроль) уміст нітратів коливався в межах 38,3–40,3 мг/кг ґрунту. Ненабагато вищими виявились показники за дискового обробітку на 12–14 см на фоні мілкого безполицевого одноглибинного обробітку ґрунту в сівозміні 38,7–50,1 мг/кг ґрунту.

Максимальними показниками (завдяки низькому рівню забур'яненості) відзначився варіант чизельного розпушування на 28–30 см у системі різноглибинного безполицевого обробітку ґрунту 46,9–56,5 мг/кг ґрунту та нульового обробітку ґрунту 46,7–50,1 мг/кг ґрунту, що більше (порівняно з контролем) на 27,4%.

Перед збиранням урожаю сої вміст нітратів зменшився в усіх варіантах досліду водночас закономірність встановлена на початку вегетації сої збереглася.

Максимальним вміст нітратів залишався за чизельного обробітку на 28–30 см на рівні 35,9–39,8 мг/кг ґрунту, що більше на 13,3% (порівняно з контролем). Найменшим уміст був за нульового обробітку і складав 31,3–40,5 мг/кг ґрунту.

Найбільший уміст рухомого фосфору (як на початку вегетації з показниками 61,5-70,5 мг/кг ґрунту, так і перед збиранням врожаю сої – 51,4–69,3 мг/ кг ґрунту) відзначено за чизельного обробітку на 28–30 см у системі безполицевого різноглибинного обробітку ґрунту, що більше на 3,7 та 15,4% порівняно з контролем.

Найменші показники вмісту рухомого фосфору формувалися за нульового обробітку під сою на тлі 10-річного його застосування протягом трьох ротацій сівозміни з показниками 55,2–64,2 на початку та 40,6–51,2 мг/кг ґрунту перед збиранням урожаю.

Що стосується обмінного калію, то максимальні показники отримані за оранки на 28–30 см у системі диференційованого обробітку ґрунту, які залежно від системи вдобрення коливались 425,2–565,6 мг/кг ґрунту на початку та 388,4–479,9 мг/кг ґрунту на момент збирання врожаю.

Дещо менші показники калію отримані за чизельного обробітку на 28–30 см 421,2–488,2 мг/кг ґрунту на початку та 360,5–410,2 мг/кг ґрунту в кінці вегетації. Найменшими показниками в досліді відзначився нульовий обробіток 376,1–432,6 на початку та 343,3–399,7 мг/кг ґрунту в кінці вегетації сої, що менше в середньому на 18,4 та 14,5% відповідно (порівняно з контролем) (табл. 2).

Таблиця 2

Вміст елементів живлення в шарі ґрунту 0–40 за різних систем основного обробітку та удобрення (середнє за 2016–2019 рр.), мг/кг ґрунту

Система, глибина та спосіб обробітку (А)	Система удобрення (В)	NO_3		P_2O_5		K_2O	
		початок вегетації	збір врожаю	початок вегетації	збір врожаю	початок вегетації	збір врожаю
1	2	3	4	5	6	7	8
Диференційована, 28-30 см (о)	$N_{30}P_{40}$+ сидерат	40,1	34,4	61,8	53,1	425,2	388,4
	$N_{60}P_{40}$+ сидерат	38,7	36,1	64,5	57,0	478,2	432,1
	$N_{90}P_{40}$+ сидерат	38,3	27,4	69,5	51,8	565,6	479,9
	$N_{90}P_{40}$	40,3	35,4	58,4	44,1	435,2	415,1
Безполицева мілка 12–14 см (д)	$N_{30}P_{40}$+ сидерат	38,7	34,4	74,2	46,3	406,5	366,5
	$N_{60}P_{40}$+ сидерат	44,9	38,2	75,5	41,4	438,1	381,4
	$N_{90}P_{40}$+ сидерат	45,2	36,3	77,6	51,5	469,1	382,1
	$N_{90}P_{40}$	50,1	41,5	64,8	45,4	425,4	334,6

Закінчення табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8
Безполицева різноглибинна 28–30 см (ч)	$N_{30}P_{40}$+ сидерат	46,9	35,9	61,5	51,4	437,4	360,5
	$N_{60}P_{40}$+ сидерат	49,2	36,6	70,5	67,3	453,5	434,6
	$N_{90}P_{40}$+ сидерат	56,5	38,7	70,2	69,3	488,2	468,2
	$N_{90}P_{40}$	48,0	39,8	61,4	49,8	421,2	410,2
Нульова	$N_{30}P_{40}$+ сидерат	49,0	40,5	55,2	47,4	376,1	343,3
	$N_{60}P_{40}$+ сидерат	53,2	34,1	58,1	48,1	387,5	394,0
	$N_{90}P_{40}$+ сидерат	46,7	31,3	60,3	51,2	432,6	399,7
	$N_{90}P_{40}$	50,1	33,5	64,2	40,6	412,2	361,0
$НІР_{05}$, мг/кг		1,3	1,7	2,3	1,8	16,0	13,3

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

Основний обробіток, впливаючи на щільність складення та поживний режим, створював різні умови для формування врожаю сої. Так, за оранки на 28–30 см у системі диференційованого обробітку ґрунту в середньому за фактором А врожайність відзначилась на рівні 3,80 т/га, такий же рівень врожайності 3,94 т/га отримано за чизельного обробітку на 28–30 см у системі безполицевого різноглибинного обробітку та 3,88 т/га за дискового обробітку на 12–14 см в системі мілкого одноглибинного розпушування. Найменший рівень урожайності 3,30 т/га отримано за нульового обробітку, що менше на 0,50 т/га, або 15,2%, порівняно з контролем

Водночас необхідно вказати на вплив системи вдобрення на показники продуктивності сої. Так, у середньому за фактором В на тлі $N_{30}P_{40}$+сидерат+ післяжнивні рештки врожайність насіння сої сформувалась на рівні 3,50 т/га. Збільшення дози азотного живлення до N_{60} на тлі P_{40} +сидерат + післяжнивні рештки забезпечило підвищення продуктивності на 0,33 т/га, або 9,4%, водночас подальше збільшенні дози азотного живлення до N_{90} забезпечило зростання продуктивності до 3,98 т/га, або 13,7% (порівняно з контролем) (табл. 3).

Застосування сидеральних добрив на тлі внесення мінеральних добрив дозою $N_{90}P_{40}$ + післяжнивні рештки за диференційованої системи основного обробітку ґрунту сформувала врожайність на рівні 4,05 т/га а без сидерації – 3,74 т/га, тобто менше на 8,3%. На тлі дискового обробітку на 12–14 см у системі мілкого одноглибинного безполицевого обробітку врожайність зросла на 0,46 т/га, або 12,5%. За чизельного розпушування на 28–30 см у системі різноглибинного безполицевого обробітку використання сидеральної культури сприяло зростанню продуктивності на 9,4%, а за нульового обробітку врожайність збільшилась на 0,39 т/га, або 12,3%. Загалом, застосування сидерації забезпечило зростання врожайності на 0,45 т/га, або 10,5% (порівняно з варіантами, де сидеральна культура не використовувалась).

Таблиця 3

Урожайність насіння сої за різного основного обробітку ґрунту та удобрення в середньому за 2016–2019 рр., т/га

Система, глибина та спосіб обробітку (А)	Доза добрив (В)				
	$N_{30}P_{40}$ +сидерат	$N_{60}P_{40}$ +сидерат	$N_{90}P_{40}$ +сидерат	$N_{90}P_{40}$	В середньому по фактору А
Диференційована 28–30 см (о)	3,56	3,85	4,05	3,74	3,80
Безполицева мілка 12–14 см (д)	3,67	4,05	4,13	3,67	3,88
Безполицева різноглибинна 28–30 см (ч)	3,70	4,06	4,18	3,82	3,94
Нульова	3,08	3,37	3,57	3,18	3,30
У середньому за фактором В	3,50	3,83	3,98	3,60	
$НІР_{05}$(А)=0,22 т/га			$НІР_{05}$(В)= 0,14 т/га		

Примітка: о-оранка, ч-чизельний обробіток, д – дискове розпушування

Висновки і пропозиції. На початку вегетації найменший рівень щільності 1,23 г/см^3 спостерігався за чизельного обробітку на 28–30 см, що більше контролю на 1,6%, а найбільша щільність складення 1,29 г/см^3 була отримана за нульового обробітку, що вище контролю на 3,2%.

За оранки на 28–30 см уміст нітратів коливався в межах 38,3–40,3 мг/кг ґрунту. Максимальними показниками відзначився варіант чизельного розпушування на 28–30 см 48,0–56,5 мг/кг ґрунту та нульового обробітку ґрунту 46,7–50,1 мг/кг ґрунту, що більше (порівняно з контролем) на 27,4%.

Найменші показники вмісту рухомого фосфору формувалися за нульового обробітку 55,2–64,2 на початку та 40,6–51,2 мг/кг ґрунту перед збиранням урожаю. Найбільший обмінний калій був отриманий за оранки на 28–30 см, які коливались у межах 425,2–565,6 мг/кг ґрунту на початку та 388,4–479,9 мг/кг ґрунту на момент збирання врожаю залежно від фактору В.

Основний обробіток, впливаючи на щільність складення та поживний режим, створював різні умови для формування врожаю сої. Так, за оранки на 28–30 см у середньому за фактором А урожайність дорівнювала 3,80 т/га, такий же рівень врожайності 3,94 т/га отримано за чизельного обробітку на 28–30 см. Найменша продуктивність сої 3,30 т/га відзначилась за нульового обробітку, що менше на 0,50 т/га, або 15,2% (порівняно з контролем).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Адамень Ф.Ф., Вергунов В.А., Лазер П.Н., Вергунова И.Н. Агробиологические особенности. возделывания сои в Украине. Київ *: Аграрна наука,* 2006. 455 с.
2. Січкар В.І., Лаврова Г.Д., Ганжело О.І. Урожайність та якість насіння широкоадаптивних сортів сої. *Збірник наукових праць СГІ-НЦНС,* 2014. Вип. 23 (63). С. 72−86.
3. Бабич А.О., Бабич-Побережна А.А. Розвиток селекції і перспективи вироб ництва сої. *Вісник аграрної науки*, 2007. № 12. С. 20−23.

4. Gary Stacey, Richard A. Jorgensen. Genetics and Genomics of Soybean. *Plant Genetics and Genomics: Crops and Models, V. 2*. New York, 2008. P. 407.

5. Михайлов В.Г., Жмурко О.В. Вплив факторів довкілля на тривалість вегетаційного періоду сої. *Зб. наук. праць Ін-ту землеробства УААН.* 1999. Випуск 3. С. 94−99.

6. Кириченко В.В., Рябуха С.С., Кобизєва Л.Н., Посилаєва О.О., Чернишенко П.В. Соя: монографія. *Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва.* Харків, 2016. 400 с.

7. Бульботко Г. Природні ресурси і вирощування сої в Україні. *Пропозиція.* 2000. № 5. С. 41.

8. Білявська Л.Г. Сучасні напрями та завдання в селекції сої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії.* 2009. № 2. С. 38−40.

9. Бабич А.О. Сучасне виробництво і використання сої. Київ : *Урожай,* 1993. 429 с.

10. Ушкаренко В.О., Голобородько С.П., Коковіхін С.В. Методика польового досліду (зрошуване землеробство). Херсон : Грінь Д.С., 2014. 448 с.

УДК 631.527:633.34:631.6(477.72)
DOI https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.119.3

ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ВИРОЩУВАННЯ СОРТІВ СОЇ НА КРАПЛИННОМУ ЗРОШЕННІ

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

У статті наведено результати економічної та енергетичної ефективності обробітку біопрепаратами рослин сої різних груп стиглості за оптимальною для цієї групи густотою рослин. Установлено, що група стиглості сорту, обробіток біопрепаратами суттєво впливають на показники економічної ефективності вирощування культури. За результатами аналізу економічних показників вирощування сортів сої найбільша вартість валової продукції з 1 га – 40,99 тис. грн/га була одержана на посівах скоростиглих сортів у сорту Монарх за обробітку препаратом «Хелафіт комбі». Найбільш прибутковим та найменш затратним агрозаходом є такий фактор як обробіток біопрепаратами. Обробіток препаратом «Хелафіт комбі» забезпечив одержання максимального в досліді умовно чистого прибутку в скоростиглих від 14,08 до 21,80 тис. грн/га, у середньоранніх – від 33,33 до 34,15 тис. грн/га, у середньостиглих – від 35,24 до 35,76 тис. грн/га та сприяв зменшенню собівартості 1 т зерна і збільшенню рівня рентабельності до 140%. Найвищий умовно чистий прибуток у досліді, показали сорти середньостиглої групи (у середньому 33,12 тис. грн/га). Максимальний умовно чистий прибуток у досліді було отримано у сорту Святогор за внесення препарату «Хелафіт комбі» – 35,76 тис. грн/га. Максимальний рівень рентабельності спостерігався у середньораннього сорту Аратта – 158%. Максимальним рівень рентабельності за роки досліджень у середньому за всіма вирощуваними сортами виявився у середньостиглих сортів сої – 144%, що на 38% більше, ніж у середньоранніх сортів, та на 10,5% більше за вирощування середньостиглих сортів. Обробка рослин сої «Біо-гелем» та «Хелафіт комбі «призводила до збільшення вартості виробленої продукції з одиниці площі. Найбільш економічно вигідною виявилася обробка рослин сої препаратом «Хелафіт комбі». Розрахунки енергетичної ефективності пока-

зали, що за введення до технології вирощування сої таких елементів, як застосування сучасних біопрепаратів приріст енергії значно зростав з 16,62–33,41 МДж (контроль – без обробки) до 19,86–40,97 МДж за обробки «Хелафіт комбі» та до 19,08–43,51 МДж за обробки препаратом «Біо-гель».

Ключові слова: *соя, сорт, біопрепарати, група стиглості, густота рослин, економічна ефективність, енергетична оцінка.*

Ivaniv M.O., Ganzha V.V. Economic and energy indicators of soybean growing under irrigation

The article presents the results of economic and energy efficiency of biological treatment of soybean plants of different maturity groups at the optimal plant density for this group. It is established that the group of maturity of the variety, treatment with biological products significantly affect the indicators of economic efficiency of cultivation. According to the results of the analysis of economic indicators of soybean cultivation, the highest value of gross output from 1 ha – 40.99 thousand UAH/ha was obtained on crops of precocious varieties in the variety Monarch for treatment with the drug Helafit combi. The most profitable and least expensive agricultural measure is such a factor as treatment with biological products. Treatment with the drug Helafit combi provided the maximum net profit in the early ripening varieties from 14.08 to 21.80 thousand UAH/ha; in the middle-early from 33.33 to 34.15 thousand UAH/ha; in the medium-ripening from 35.24 to 35.76 thousand UAH/ha, and helped reduce the cost of 1 ton of grain, and increase the level of profitability to 140%. The highest conditionally net profit in the experiment was shown by the varieties of the medium-ripe group –33.12 thousand UAH/ha on average. The maximum conditionally net profit in the experiment was obtained in the variety Svyatogor under the application of the drug Helafit combi – 35.76 thousand UAH/ha. The maximum level of profitability was observed in the middle-early variety Aratta – 158%. The maximum level of profitability over the years of research on average for all cultivated varieties was found in medium-ripening soybean varieties – 144%, which is 38% more than in medium-early varieties, and 10.5% more than growing medium-ripe varieties. Treatment of soybean plants with Bio-gel and Helafit combi led to an increase in the cost of production per unit area. The most cost-effective was the treatment of soybean plants with the drug Helafit combi. Calculations of energy efficiency showed that with the introduction of such elements as the use of modern biological products in the technology of soybean cultivation, energy gain increased significantly from 16.62–33.41 MJ (control – without treatment) to 19.86–40.97 MJ under Helafit treatment. combi and up to 19.08–43.51 MJ under treatment with Bio-gel.

Key words: *soybean, variety, biological products, maturity group, plant density, economic efficiency, energy evaluation.*

Постановка проблеми. Розробка комплексу агрономічних заходів, що забезпечують високу врожайність сільськогосподарської культури, обов'язково оцінюють за економічними показниками. Судити про ефективність будь-якого з елементів комплексу агрозаходів лише за рівнем урожайності не є достатньо, оскільки слід ураховувати й витрати на його отримання. Тобто необхідно не тільки вдосконалювати агротехнічні елементи, а й визначати окупність цих заходів та їх економічну ефективність за вирощування сільськогосподарських культур [1–3].

Сучасне виробництво вимагає більш широкого застосування інтенсивних технологій вирощування, при цьому збільшуються витрати палива, енергії, що зумовлює збільшення енергетичних витрат. Нині у світі спостерігається тенденція до зниження виробництва продукції на одиницю додатково витраченої енергії [4–6].

Одним зі шляхів підвищення ефективності енерговикористання за виробництва продукції рослинництва є оптимізація технологічних прийомів та збільшення виходу продукції з одиниці площі. Енергетичний аналіз, який є концентрованим вираженням закону збереження та перетворення енергії, дозволяє зробити порівняння енерговитрат та приходу енергії в одержаному врожаї [7; 8].

Основним принципом визначення економічної та енергетичної ефективності будь-яких технологічних заходів є порівняння вартісних показників з отриманими

результатами. Під час зіставлення загальноприйнятих та взятих на дослідження елементів технології величина прибутку (збитку) визначається за рахунок різниці вартісних показників витрат на їх проведення та рівня врожайності [9; 10].

Сучасним ресурсом, здатним суттєво підвищити врожайність сільськогосподарських культур, є регульований і визначений для кожної зони такий фактор, як обробіток рослин сучасними біопрепаратами, який не тільки позитивно впливає на ріст і розвиток рослин, а і не завдає шкоди навколишньому середовищу [11; 12].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Економічна оцінка результатів досліджень в умовах ринкових відносин набуває великого значення. Варто зазначити, що останнім часом значно підвищилися ціни на енергетичні ресурси, що позначилось на збільшенні витрат на вирощування сої і зменшенні прибутків від її реалізації [13; 14].

Загальний економічний ефект виробництва сортів культури залежить від кон'юнктури ринку, ресурсоокупності використовуваних технологій вирощування, структури та якості продукції [15].

Розвиток зернового господарства відбувається на основі підвищення економічної ефективності виробництва зерна. За цих умов забезпечується збільшення валової продукції зернових культур, зміцнюється матеріально-технічна база галузі. Економічна ефективність виробництва зерна сої характеризується системою таких показників, як урожайність, вартість валової продукції, собівартість продукції, ціна реалізації 1 т зерна, прибуток на 1 т зерна і на 1 га посівної площі, рівень рентабельності [16].

У сучасних ринкових умовах, коли головною метою є максимізація прибутку, необхідною умовою діяльності кожного с.-г. підприємства є підвищення ефективності виробництва. Безпосередньо для виробництва сої як однієї з провідних зернобобових культур можна запропонувати використання високопродуктивних сортів вітчизняної селекції, що дають високі врожаї за низьких матеріальних затрат та незначних затрат праці. Економічна ефективність вирощування інноваційних сортів сої різних груп стиглості залежить від урожайності зерна культури, його якості та ціни реалізації, а також від величини зменшення витрат на вирощування [17].

Сорти сої селекції Інституту зрошуваного землеробства володіють комплексом господарсько-цінних ознак, здатні формувати за умов використання зрошення високі врожаї. При цьому вони економно витрачають зрошувану воду, мінеральні добрива; мають високу стійкість проти основних хвороб і шкідників, що закладено в їх генетичному потенціалі. Економічна ефективність від вирощування інноваційних сортів сої полягає в підвищенні продуктивності зрошуваних земель за рахунок збільшення врожайності зерна, раціонального використання енергоносіїв та водних ресурсів, мінеральних добрив та засобів захисту рослин, що підвищує рентабельність виробництва на 20–30% [18].

Постановка завдання. Мета досліджень – з'ясувати вплив обробітку біопрепаратами рослин сортів сої на економічну й енергетичну оцінку за оптимальної для кожної групи стиглості густоти рослин. Дослідження проводили протягом 2018–2020 рр. в агрофірмі «Сиваське» Новотроїцького району Херсонської області.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проведені згідно з тематичним планом досліджень Херсонського державного аграрно-економічного універси-

тету за завданням «Реалізація технології вирощування основних сільськогосподарських культур». Польові досліди виконувалися в агрофірмі «Сиваське» Новотроїцького району Херсонської області, що розташована в агроекологічній зоні Посушливого Степу (ГТКV–IX = 0,46–0,60) в межах дії Каховської зрошувальної системи. Об'єктом дослідження слугували сорти сої селекції Інституту зрошуваного землеробства НААН різних груп стиглості: скоростиглі – Монарх, Діона; середньоранні – Аратта, Софія; середньостиглі – Даная, Святогор. У досліді використовували біопрепарати «Хелафіт комбі» та «Біо-гель».

Результати обліку врожаю обробляли методами дисперсійного, кореляційного та статистичного аналізу з використанням персонального комп'ютера та програмно-інформаційного комплексу MS Office «Excel» та «Agrostat» [19; 20].

Економічну ефективність різних варіантів польових дослідів проводили згідно із загальновизнаними методиками [21; 22]. Розрахунки здійснювали за фактичними витратами, передбаченими технологіями вирощування сільськогосподарських культур в умовах Півдня України. Для оцінки економічної ефективності використовували основні показники: собівартість, умовний чистий прибуток, рівень рентабельності, продуктивність праці. Вартість одержаної продукції та агроресурсів обрані за цінами, що склалися у господарствах південного регіону України на 1 січня 2020 р. – 10,300 грн/т. Вартість препарату «Біо-гель» становить 95 грн/л, вартість препарату «Хелафіт комбі» – 165 грн/л.

Біоенергетичну оцінку досліджуваних агрозаходів проводили за методичними рекомендаціями біоенергетичної оцінки технологій вирощування кукурудзи [23; 24].

Виклад основного матеріалу дослідження. Із метою об'єктивного обґрунтування найбільше раціонального поєднання агрозаходів були проведені розрахунки економічної ефективності вирощування сортів сої різних груп стиглості в умовах зрошення посушливого Степу України. Для розрахунку проведення виробничих витрат використано технологічну карту вирощування сої.

Результати економічного аналізу вирощування за період 2018–2020 рр. свідчать про те, що група стиглості сорту, обробіток біопрепаратами суттєво впливають на показники економічної ефективності вирощування культури.

Аналізуючи дані наших попередніх досліджень за врожайністю сортів сої, можна зробити висновок, що за кожною групою стиглості сортів сої є своя оптимальна густота, за якою спостерігається максимальна врожайність сорту. Для сортів скоростиглої групи Діона і Монарх оптимальною є густота рослин 900 тис. р./га, для середньоранніх сортів Аратта, Софія – 700 тис. р./га, для середньостиглих сортів сої оптимальна густота рослин, за якою спостерігалась максимальна урожайність, – 500 тис. р./га [25].

За результатами аналізу економічних показників вирощування сортів сої за 2018–2020 рр. найбільша вартість валової продукції з 1 га – 40,99 тис. грн/га – була одержана на посівах скоростиглих сортів у сорту Монарх за обробітку «Хелафіт комбі». У цьому варіанті також була встановлена найменша собівартість однієї тонни зерна – 4,82 тис. грн/т (табл. 1).

Вартість валової продукції з 1 га у середньоранніх сортів була максимальною у сорту Аратта за обробки препаратом «Хелафіт комбі» – 55,72 тис. грн/т. Найнижчою собівартість 1 т зерна також виявилась у сорту Аратта за обробки препаратом «Хелафіт комбі» – 3,99 тис. грн/т (табл. 2).

Таблиця 1

Економічна ефективність вирощування скоростиглих сортів сої залежно від обробки препаратами за оптимальною густотою 900 тис. р./га (середнє за 2018–2020 рр.)

Сорт (фактор А)	Обробіток біопрепаратами (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, %
Діона	Контроль – без обробки	2,94	18,86	30,28	6,41	11,42	61
	«Хелафіт комбі»	3,23	19,19	33,27	5,94	14,08	73
	«Біо-гель»	3,11	19,62	32,03	6,31	12,41	63
Монарх	Контроль – без обробки	3,85	18,86	39,66	4,90	20,80	110
	«Хелафіт комбі»	3,98	19,19	40,99	4,82	21,80	114
	«Біо-гель»	3,91	19,62	40,27	5,02	20,65	105
Середнє		**3,50**	**19,22**	**36,08**	**5,57**	**16,86**	**88**

Таблиця 2

Економічна ефективність вирощування середньоранніх сортів сої залежно від обробки препаратами за оптимальною густотою 700 тис. р./га (середнє за 2018–2020 рр.)

Сорт (фактор А)	Обробіток біопрепаратами (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, %
Аратта	Контроль – без обробки	4,92	21,24	50,68	4,32	29,44	139
	«Хелафіт комбі»	5,41	21,57	55,72	3,99	34,15	158
	«Біо-гель»	5,31	22,00	54,69	4,14	32,69	149
Софія	Контроль – без обробки	4,85	21,24	49,96	4,38	28,72	135
	«Хелафіт комбі»	5,33	21,57	54,90	4,05	33,33	155
	«Біо-гель»	4,92	22,00	50,68	4,47	28,68	130
Середнє		**5,12**	**21,60**	**52,77**	**4,22**	**31,17**	**144**

Серед середньостиглих сортів максимальна вартість валової продукції з 1 га у середньоранніх сортів була у сорту Святогор за обробки препаратом «Хелафіт комбі» – 61,39 тис. грн/т, у цьому ж варіанті виявилось і найнижча собівартість 1 т зерна – 4,30 грн/т (табл. 3).

Таблиця 3

Економічна ефективність вирощування середньостиглих сортів сої залежно від обробки препаратами за оптимальною густотою 500 тис. р./га (середнє за 2018–2020 рр.)

Сорт (фактор А)	Обробіток біопрепаратами (фактор В)	Урожайність, т/га	Витрати, тис. грн/га	Вартість валової продукції, тис. грн/га	Собівартість продукції, грн/т	Умовно чистий прибуток, тис. грн/га	Рентабельність, %
Даная	Контроль – без обробки	5,42	25,30	55,83	4,67	30,53	121
	«Хелафіт комбі»	5,91	25,63	60,87	4,34	35,24	138
	«Біо-гель»	5,71	26,06	58,81	4,56	32,75	126
Святогор	Контроль – без обробки	5,49	25,30	56,55	4,61	31,25	124
	«Хелафіт комбі»	5,96	25,63	61,39	4,30	35,76	140
	«Біо-гель»	5,75	26,06	59,23	4,53	33,17	127
Середнє		**5,71**	**25,66**	**58,78**	**4,50**	**33,12**	**129**

Ураховуючи виробничі витрати на вирощування сої, слід зазначити, що найбільш прибутковим та найменш затратним агрозаходом виявився такий фактор, як обробіток біопрепаратами. Саме обробіток препаратом «Хелафіт комбі» забезпечив одержання максимального по досліду умовно чистого прибутку в скоростиглих сортів від 14,08 до 21,80 тис. грн/га, у середньоранніх – від 33,33 до 34,15 тис. грн/га, у середньостиглих – від 35,24 до 35,76 тис. грн/га та сприяв зменшенню собівартості 1 т зерна і збільшенню рівня рентабельності до 140%.

Дослідженнями встановлено, що фактори, взяті для вивчення, суттєво впливали на вартість валової продукції. Максимальне значення цього показника – 61,39 тис. грн/га – отримали в інноваційного сорту Святогор за обробітку препаратом «Хелафіт комбі». Мінімальна вартість валової продукції – 30,28 тис. грн/га – за сівби скоростиглого сорту Діона на контрольному варіанті.

У середньому за фактором найбільший показник вартості валової продукції – 51,19 тис. грн/га – зафіксовано за обробітку препаратом «Хелафіт комбі». За обробітку препаратом «Біо-гель» спостерігали зниження цього показника на 3,7%, тобто на1,9 тис. грн/га.

Визначено, що обробіток біопрепаратами призводить до збільшення валової продукції і коштів за неї. Різниця вартості валової продукції між контрольними необробленими ділянками і обробленими біопрепаратами в групі скоростиглих склала 1,17 тис. грн з 1 га, у групі середньоранніх – 2,38 тис. грн з 1 га, у групі середньостиглих – 2,83 тис. грн з 1 га, тобто з 100 га вартість валової продукції за обробки біопрепаратами збільшилась від 117 000 до 283 000 грн, що суттєво для кожного товаровиробника.

Найбільший середній показник вартості валової продукції отримано у сорту Святогор – 59,06 тис. грн/га, найменший – у сорту Діона – 31,86 тис. грн/га. Різниця вартості валової продукції між цими сортами становить 53,9%, тобто 27,2 тис. грн/га.

Найбільший чистий прибуток у досліді, показали сорти середньостиглої групи – у середньому 33,12 тис. грн/га.

Максимальний умовно чистий прибуток у досліді отримано у сорту Святогор за внесення препарату «Хелафіт комбі» – 35,76 тис. грн/га.

Проте максимальний рівень рентабельності показав середньоранній сорт Аратта – 158%, що пояснюється меншими (порівняно із сортом Святогор) виробничими витратами на вирощування.

Максимальним рівень рентабельності за роки досліджень у середньому за всіма вирощуваними сортами виявився у середньостиглих сортів сої – 144%, що на 38% більше, ніж у середньоранніх сортів, та на 10,5% більше за вирощування середньостиглих сортів.

Високий рівень рентабельності середньоранніх сортів порівняно з скоростиглими сортами пояснюється великими витратами на вирощування більш пізніх сортів, зокрема на проведення додаткового поливу.

Сучасна агротехніка сортів сої повинна забезпечувати мінімізацію витрат агроресурсів та забезпечувати як економічні, так і енергетичні переваги. В останні роки у світовій практиці поряд із традиційними методами оцінки ефективності сільськогосподарського виробництва за допомогою грошових і трудових показників усе більшого значення набуває метод енергетичної оцінки. Він ураховує кількість енергії, що як затрачується на виробництво сільськогосподарської продукції, так і акумульованої у ній. Застосування цього методу дає можливість найбільш точно врахувати і в енергетичних еквівалентах виразити не тільки витрати живої енергії і упредметненої праці на технологічні процеси й операції, а й енергію, втілену в одержаній продукції [26].

Суть енергетичної оцінки полягає в тому, що ефективність технології визначається відношенням кількості енергії, що отримана з урожаєм, до кількості витраченої енергії різними елементами технології вирощування в однакових умовах. Крім того, енергетична оцінка дозволяє порівнювати різні технології виробництва сільськогосподарської продукції з погляду витрат енергетичних ресурсів, визначити структуру потоків енергії в агроекосистемах і виявити головні резерви економії технічної енергії в землеробстві. Визначення енергії (як затраченої, так і одержаної) дає змогу кількісно оцінити енергетичну ефективність вирощування сільськогосподарських культур [27–29].

Аналіз досліджень учених щодо енергетичної ефективності технологій вирощування сої свідчить, що енергетичний коефіцієнт відображає співвідношення приросту енергії та вмісту енергії в агроресурсах плюс додаткові виробничі витрати на транспортування [30].

Розрахунок енерговитрат за всіма складниками технологічного циклу вирощування сортів сої показав, що найбільш енергоємними є енергетичні витрати на проведення вегетаційних поливів, обробітку ґрунту, застосування мінеральних добрив, витрат на паливно-мастильні матеріали, навантаження на машино-тракторний парк (трактори, сільськогосподарські машини), відрахування на амортизацію, поточний ремонт тощо.

Під час установлення енергетичної ефективності технології вирощування культури використовували такі показники, як урожайність, витрати енергії на вирощування продукції, прихід енергії з урожаєм, приріст енергії, енергетичний коефіцієнт та енергоємність одержаної продукції (табл. 4).

Дослідження витрат енергії в середньому за 2018–2020 рр. свідчать, що вони значно не різнились за варіантами досліду. За сортовим складом цей показник

варіював у скоростиглих сортів у межах 34,86–38,34 МДж/га на ділянках сорту Діона, 41,95–43,22 МДж/га – на варіантах із сортом Монарх.

Таблиця 4

Енергетична ефективність вирощування скоростиглих сортів сої залежно від обробки препаратами за оптимальною густотою 900 тис.р./га (середнє за 2018–2020 рр.)

Сорт (фактор А)	Обробіток біопрепаратами (фактор В)	Урожайність, т/га	Витрати енергії, МДж/га	Прихід енергії з урожаєм, МДж/га	Приріст енергії, МДж/га	Енергоємність продукції, МДж/т	Енергетичний коефіцієнт
Діона	Контроль – без обробки	2,94	34,86	51,48	16,62	5,65	1,48
	«Хелафіт комбі»	3,23	38,34	58,20	19,86	6,15	1,52
	«Біо-гель»	3,11	36,47	55,55	19,08	6,14	1,52
Монарх	Контроль – без обробки	3,85	41,95	66,69	24,74	6,43	1,59
	«Хелафіт комбі»	3,98	43,74	70,58	26,84	6,74	1,61
	«Біо-гель»	3,91	43,22	72,00	28,78	7,36	1,67
Середнє		**3,50**	**39,76**	**62,42**	**22,65**	**6,41**	**1,57**

Облік урожаю зерна культури та оцінка його енергоємності в середньому за 2018–2020 рр. підтверджує, що прихід енергії залежав від урожайності культури та суттєво коливався залежно від сортового складу. Максимальний середній показник приходу енергії з урожаєм 72,00 МДж/га встановлений на варіанті із сортом Монарх за обробки препаратом «Біо-гель».

Енергетичний коефіцієнт за період 2018–2020 рр. був максимальним за використання сорту Монарх і становив у середньому 1,59–1,67. Найвищий енергетичний коефіцієнт – 1,67 – також установлений на варіанті із сортом Монарх та за обробки препаратом «Біо-гель». Отже, на цьому варіанті встановлено найкращу в досліді біоенергетичну ефективність вирощування сої.

Водночас за проведення обробітку біопрепаратами значно зростав прихід енергії з урожаєм та її приріст у середньому в сортах середньоранньої групи на 10,51–11,33 МДж/га, а енергетичний коефіцієнт зменшувався. Проте в усіх варіантах досліду визначений коефіцієнт енергетичної одиниці значно перевищував 1, що засвідчує доцільність включення до технологічних прийомів вирощування сортів сої всіх груп стиглості за умов застосування сучасних біопрепартів (табл. 5).

Як показали наші розрахунки енергетичної ефективності, за введення до технології вирощування сої таких елементів, як застосування біопрепаратів, витрати енергії на виробництво цієї культури значно зростали з 34,86–61,69 МДж (контроль – без обробки) до 36,47–66,96 МДж за обробки препаратом «Біо-гель» та 38,34 – 70,15 МДж за обробки препаратом «Хелафіт комбі».

Прихід енергії з урожаєм за обробки біопрепаратами зростає суттєво: у середньому на досліджуваних сортах за застосування «Хелафіт комбі» до 105,69–106,49 МДж/га, «Біо-гель» – до 101,99–105,88, за її надходження без обробки посівів 94,91–95,10 МДж/га (табл. 6).

Таблиця 5

Енергетична ефективність вирощування середньоранніх сортів сої залежно від обробки препаратами за оптимальною густотою 700 тис.р./га (середнє за 2018–2020 рр.)

Сорт (фактор А)	Обробіток біопрепаратами (фактор В)	Урожайність, т/га	Витрати енергії, МДж/га	Прихід енергії з урожаєм, МДж/га	Приріст енергії, МДж/га	Енергоємність продукції, МДж/т	Енергетичний коефіцієнт
Аратта	Контроль – без обробки	4,92	58,34	86,15	27,81	5,65	1,48
	«Хелафіт комбі»	5,41	64,22	97,48	33,26	6,15	1,52
	«Біо-гель»	5,31	62,27	94,85	32,58	6,14	1,52
Софія	Контроль – без обробки	4,85	52,79	84,01	31,22	6,44	1,59
	«Хелафіт комбі»	5,33	57,88	94,52	36,64	6,87	1,63
	«Біо-гель»	4,92	55,10	90,60	35,50	7,22	1,64
Середнє		**5,12**	**58,43**	**91,27**	**32,84**	**6,41**	**1,56**

Таблиця 6

Енергетична ефективність вирощування середньостиглих сортів сої залежно від обробки препаратами за оптимальною густотою 500 тис. р./га (середнє за 2018–2020 рр.)

Сорт (фактор А)	Обробіток біопрепаратами (фактор В)	Урожайність, т/га	Витрати енергії, МДж/га	Прихід енергії з урожаєм, МДж/га	Приріст енергії, МДж/га	Енергоємність продукції, МДж/т	Енергетичний коефіцієнт
Даная	Контроль – без обробки	5,42	64,27	94,91	30,64	5,65	1,48
	«Хелафіт комбі»	5,91	70,15	106,49	36,34	6,15	1,52
	«Біо-гель»	5,71	66,96	101,99	35,03	6,13	1,52
Святогор	Контроль – без обробки	5,49	61,69	95,10	33,41	6,09	1,54
	«Хелафіт комбі»	5,96	64,72	105,69	40,97	6,87	1,63
	«Біо-гель»	5,75	62,37	105,88	43,51	7,57	1,70
Середнє		**5,71**	**65,03**	**101,68**	**36,65**	**6,41**	**1,57**

За обробки препаратами істотно зростав приріст енергії з 16,62–33,41 МДж (контроль – без обробки) до 19,86–40,97 МДж за обробки «Хелафіт комбі», та до 19,08–43,51 МДж за обробки препаратом «Біо-гель».

Окрім приросту енергії, важливим є і показник енергетичної ефективності, який характеризує відношення приходу енергії з урожаєм до витрат на його вирощування. Розрахунки, зроблені за результатами цих досліджень, показали, що зазначений показник без обробки посівів сої в середньому за всі роки у серед-

ньостиглих сортів сої склав 1,51, за обробки «Хелафіт комбі» він зріс до 1,57, «Біо-гелем» – до 1,61, що свідчить про високу ефективність обробки посівів рослин сортів сої зазначеними препаратами.

Висновки і пропозиції. Таким чином, як установлено нашими дослідженнями, під час вирощування сортів сої незалежно від групи стиглості доцільно висівати з оптимальною густотою та обробляти посіви сучасними препаратами. Зазначені заходи значно покращують основні показники економічної та енергетичної ефективності й особливо на сортах із більш тривалим періодом вегетації. Зі збільшенням урожайності зерна сортів сої зростала як вартість продукції, так і виробничі витрати на його вирощування. Ураховуючи виробничі витрати на вирощування сої, слід зазначити, що найбільш прибутковим та найменш затратним агрозаходом виявився такий фактор, як обробіток біопрепаратами. Обробіток препаратом «Хелафіт комбі» забезпечив одержання максимального у досліді умовно чистого прибутку у скоростиглих сортів від 14,08 до 21,80 тис. грн/га, у середньоранніх – від 33,33 до 34,15 тис. грн/га, у середньостиглих – від 35,24 до 35,76 тис. грн/га., сприяв зменшенню собівартості 1 т зерна і збільшенню рівня рентабельності до 140%.

Найвищий умовно чистий прибуток у досліді показали сорти середньостиглої групи – у середньому 33,12 тис. грн/га.

Максимальний умовно чистий прибуток у досліді отримано у сорту Святогор за внесення препарату «Хелафіт комбі» – 35,76 тис. грн/га.

Максимальний рівень рентабельності спостерігався у середньораннього сорту Аратта – 158%, що пояснюється меншими (порівняно із сортом Святогор) виробничими витратами на вирощування.

Максимальним рівень рентабельності за роки досліджень у середньому у всіх вирощуваних сортах виявився у середньостиглих сортів сої – 144%, що на 38% більше, ніж у середньоранніх сортів, та на 10,5% більше за вирощування середньостиглих сортів.

Високий рівень рентабельності середньоранніх сортів (порівняно зі скоростиглими) пояснюється великими витратами на вирощування більш пізніх сортів, зокрема на проведення додаткового поливу.

Обробка рослин кукурудзи препаратами «Біо-гель» та «Хелафіт комбі» призводила до збільшення вартості виробленої продукції з одиниці площі. Найбільш економічно вигідною виявилася обробка рослин сої препаратом «Хелафіт комбі».

Розрахунки енергетичної ефективності показали, що за введення до технології вирощування сої таких елементів, як застосування сучасних біопрепаратів, приріст енергії значно зростав з 16,62–33,41 МДж (контроль – без обробки) до 19,86–40,97 МДж за обробки «Хелафіт комбі» та до 19,08–43,51 МДж за обробки препаратом «Біо-гель».

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Аверчев О.В., Воєвода Н.В., Корженевська К.Р. Обгрунтування 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.

2. Petrychenko V. F., Korniychuk O. V., Voronetska I. S. Biological farming in conditions of transformational changes in the agrarian production of Ukraine. *Agricultural Science and Practice.* 2018. Vol.5(2). P. 3–12. https://doi.org/10.15407/agrisp5.02.003.

3. Балашова Г.С., Юзюк О.О., Котов Б.С, Юзюк С.М. Економічна ефективність вирощування насіннєвої картоплі сортів різних груп стиглості. *Зрошуване*

землеробство. Збірник наукових праць. 2019. Вип. 71. С. 137–140. https://doi.org/10.32848/0135-2369.2019.71.29.

4. Balyan A.V., Roik M.V., Kuznetsova I.V Energy and economic efficiency of growth and postalizing milking in the soil climatic conditions of Ukraine. *Vegetable and melon growing.* 2016. Vol. 63. С. 16–23.

5. Волощук В.П., Рахметов Д.Б. Економічна та енергетична ефективність вирощування топінсоняшника в умовах правобережного Полісся України. *Таврійський науковий вісник.* 2019. № 109. Ч. 1. С. 10–15.

6. Krestyaninov Y.V., Ermakova L.M. Економічна та енергетична ефективність вирощування кукурудзи залежно від мінеральних добрив та позакореневого підживлення посівів. *Наукові доповіді НУБіП.* 2020 № 5 (87). http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2020.05.006.

7. Яровий Г.І. Економічна та енергетична ефективність вирощування капусти цвітної за різних способів живлення при краплинному зрошенні. *Вісник ХНАУ. Серія «Економічні науки»* : зб. наук. пр. Харк. нац. аграр. ун-т ім. В.В. Докучаєва. Харків : ХНАУ, 2019. № 3. С. 285–299.

8. Калініченко О.В. Теоретична сутність категорій «енергетична ефективність» та «енергетична ефективність у рослинництві». *Економіка АПК*. 2018. № 10. С. 86–95.

9. Akdemir S., Akcaoz H., Kizilay H. An analysis of energy use and input costs for apple production in Turkey. *Journal of Food, Agriculture & Environment*. 2012. № 10(2). P. 473–479.

10. Ghasemi-Mobtaker H., Keyhani A., Mohammadi A., Rafiee S., Akram A. Sensitivity analysis of energy inputs for barley production in Hamedan Province of Iran. *Agric. Eco. Environ*. 2010. 137. P. 367–372.

11. 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. https://doi.org/10.36059/978-966-397-154-4/135-152; URL: https://catalog.lihapres.eu/index.php/liha-pres/catalog/book/63.

12. Марченко Т.Ю., Кирпа М.Я., Стасів О.Ф. Продуктивність ліній-батьківських компонентів гібридів кукурудзи залежно від технічної ефективності біопрепаратів в умовах зрошення. *Таврійський науковий вісник.* 2021. № 117. С. 118–127. https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.117.16.

13. Пилипченко А.В., Пісковий М.Б. Економічна та еколого-енергетична ефективність вирощування конопель посівних за технологіями органічного землеробства. *Вісник Полтавської державної аграрної академії.* 2021. № 1. С. 21–27. https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.02.

14. Піньковський Г.В., Танчик С.П. Економічна та енергетична ефективність удосконалених елементів технології вирощування соняшника у правобережному степу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії.* 2019. № 2. С. 39–44.

15. Репілевський Е.В. Економічна ефективність виробництва сої в ринкових умовах господарювання. *Наук. пр. Полтавської державної аграрної академії. Серія: Економічні науки*. 2011. Вип. 2. Т. 2. С. 215–220.

16. Підлубна О., Концеба С. Економічна ефективність виробництва насіння сої на регіональному рівні. *Економіка АПК.* 2015. № 1. С. 14–20.

17. URL: http://eapk.org.ua/ru/contents/2015/01/14.

18. Мельник С.І., Попова О.П., Коцюбинська Л.М. Економічна ефективність виробництва товарної продукції сої культурної в науковій сівозміні. *Агросвіт*. 2019. № 23. С. 49–53. DOI: 10.32702/2306-6792.2019.23.49.

19. Заєць С.О., Нетіс В.І. Ефективність застосування біостимуляторів та їх комплексів з мікроелементами, на посівах сої в умовах зрошення. *Зрошуване землеробство. Збірник наукових праць.* 2016. Вип. 66. С. 60–62.

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 досліду (Зрошуване землеробство). Херсон : Грінь Д.С., 2014. 448 с.

22. Медведовський О.К., Іваненко П.І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ : Урожай. 1988. 206 с.

23. Козирєв В.В., Писаренко П.В., Біднина І.О. Енергетична ефективність елементів технології вирощування сої в зрошуваних умовах півдня України. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2015. Вип. 92. С. 43–48.

24. Шевніков М.Я., Міленко О.Г. Біоенергетична оцінка вирощування сої за різних технологій. *Таврійський науковий вісник*. 2015. № 94. С. 83–87.

25. Каленська С.М. та ін. Біоенергетична оцінка елементів технології вирощування сої. *Наукові доповіді Наукового вісника Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2011. № 6 (28).

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. Коковіхін С.В., Михаленко І.В., Лавриненко Ю.О. Використання результатів статистичної обробки експериментальних даних в прогнозуванні економічної ефективності виробництва кукурудзи при зрошенні. *Таврійський науковий вісник*. 2007. № 48. С. 282–290.

28. Іванів М.О., Сидякіна О.В. Біоенергетична оцінка технології вирощування гібридів кукурудзи різних груп ФАО в умовах зрошення півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2003. № 86. С. 30–34.

29. Ярчук І.І. Енергетична оцінка окремих елементів вирощування сільськогосподарських культур. *Зб. наук. пр. Ін-ту землеробства УААН*. Київ, 2001. Вип.1/2. С. 102–105.

30. Ушкаренко В.О., Лазер П.Н., Остапенко А.І., Бойко І.О. Методика оцінки біоенергетичної ефективності технологій виробництва сільськогосподарських культур. Херсон : Колос, 1997. 21 с.

31. Казанок О.О., Сухотін А.С. Економічна та біоенергетична оцінка елементів технології вирощування сортів сої вітчизняної селекції залежно від досліджуваних факторів. *Таврійський науковий вісник*. 2002. № 82. С. 46–50.

УДК 635.21:631.82:631.811.98
DOI https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.119.4

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ КОМПЛЕКСНИХ МІКРОДОБРИВ І БІОСТИМУЛЯТОРІВ ПІД ЧАС ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Головатюк Р.Ю. *– аспірант кафедри садово-паркового господарства, геодезії і землеустрою,*
Подільський державний аграрно-технічний університет
М'ялковський Р.О. *– д.с.-г.н., доцент, завідувач кафедри садово-паркового господарства, геодезії і землеустрою,*
Подільський державний аграрно-технічний університет
Безвіконний П.В. *– к.с.-г.н., доцент, доцент кафедри садово-паркового господарства, геодезії і землеустрою,*
Подільський державний аграрно-технічний університет

У статті наведено результати дослідження щодо формування урожайності та якості бульб картоплі залежно від комплексного впливу мікродобрив і біостимуляторів в умовах Західного Лісостепу України.

Установлено, що застосування комплексного мікродобрива Вуксал Комбі Плюс у позакореневе підживлення підвищувало врожайність бульб картоплі порівнянні з фоном на 12,6 т/га, а внесення мікродобрива «Росток» Картопля підвищувало врожайність бульб на 11,4 т/га.

Найвище значення показника врожайності бульб спостерігалось на варіантах із сумісним застосуванням мікродобрив та біостимулятора. Так, під час застосування регулятора росту Стимпо (20 мл/га) і комплексного мікродобрива Вуксал Комбі Плюс (2-3 л/га) у фазі бутонізації врожайність склала 56,1 т/га, а під час унесення біостимулятора Стимпо у поєднанні з мікродобривом «Росток» Картопля – 55,3 т/га. Окупність 1 кг NPK урожаєм бульб становила 43,4 кг та 41,2 кг відповідно.

Найбільшу кількість бульб ми спостерігали на варіанті $N_{90}P_{60}K_{120}$ + Вуксал Комбі Плюс + Стимпо – 11,3 шт. Дещо менше значення було на варіантах із внесенням $N_{90}P_{60}K_{120}$ + Вуксал Комбі Плюс – 10,9 шт. та $N_{90}P_{60}K_{120}$ + «Росток» Картопля + Стимпо – 10,7 шт.

Визначено, що на варіантах із внесенням мінеральних добрив із нормою $N_{90}P_{60}K_{120}$ уміст крохмалю в бульбах зменшився на 0,8% порівняно з контролем (без добрив). Однак у зв'язку зі збільшенням врожайності вихід крохмалю з 1 га під час застосування $N_{90}P_{60}K_{120}$ порівняно з контролем зріс на 1,1 т/га. Застосування регулятора росту Стимпо сприяло збільшенню вмісту крохмалю в бульбах порівняно з фоном на 0,7%, та загального виходу крохмалю з одиниці площі на 0,4 т/га. Найвищий уміст крохмалю в бульбах спостерігали на варіанті $N_{90}P_{60}K_{120}$ + «Росток» Картопля + Стимпо – 16,5%, що на 1,7% вище, ніж на тлі $N_{90}P_{60}K_{120}$, при цьому вихід крохмалю з одиниці площі також був найвищий – 6,6 т/га. Застосування регулятора росту Стимпо на тлі $N_{90}P_{60}K_{120}$ + Вуксал Комбі Плюс також збільшувало вміст крохмалю і вихід його з 1 га – на 0,9% та 2,7 т/га порівняно з контролем.

Ключові слова: *картопля, сорт, урожайність, мікродобрива, біостимулятор, суха речовина, крохмаль.*

Golovatiuk R.Y., Mialkovsky R.O., Bezvikonny P.V. Efficiency of complex microfertilizers and biostimulants application in potato growing in the Western Forest-Steppe of Ukraine

The article presents the results of a study on the formation of yield and quality of potato tubers depending on the complex effects of microfertilizers and biostimulants in the Western Forest-Steppe of Ukraine.

It was found that the application of the complex microfertilizer Wuxal Combi Plus in foliar fertilization increased the yield of potato tubers compared to the background by 12.6 t/ha, and with the introduction of the microfertilizer Rostok Potatoes increased the yield of tubers by 11.4 t/ha.

The highest value of tuber yield was observed in the variants with the combined use of microfertilizers and biostimulants. Thus, when using the growth regulator Stimpo (20 ml/ha) and complex microfertilizer Wuxal Combi Plus (2-3 l/ha) in the budding phase, the yield was 56.1 t/ha, and when applying Stimpo biostimulator in combination with microfertilizer Rostok Potatoes – 55.3 t/ha. The payback of 1 kg NPK yield of tubers was 43.4 kg and 41.2 kg, respectively.

The largest number of tubers we observed on the variant $N_{90}P_{60}K_{120}$ + Wuxal Combi Plus + Stimpo – 11.3 pcs. Slightly less value was on the variants with the introduction of $N_{90}P_{60}K_{120}$ + Wuxal Combi Plus – 10.9 pcs., and $N_{90}P_{60}K_{120}$ + «Rostok» Potatoes + Stimpo – 10.7 pcs.

It was determined that in the variants with the application of mineral fertilizers with the norm of $N_{90}P_{60}K_{120}$ the starch content in the tubers decreased by 0.8% compared to the control (without fertilizers). However, due to the increase in yield, the yield of starch from 1 ha when using $N_{90}P_{60}K_{120}$ in comparison with the control increased by 1.1 t/ha. The use of Stimpo growth regulator increased the starch content in the tubers compared to the background by 0.7%, and the total yield of starch per unit area by 0.4 t/ha. The highest starch content in tubers was observed on the variant $N_{90}P_{60}K_{120}$ + Rostok Potatoes + Stimpo – 16.5%, which is 1.7% higher than against the background of $N_{90}P_{60}K_{120}$, while the yield of starch per unit area was also the highest – 6.6 t/ha. The use of Stimpo growth regulator against the background of $N_{90}P_{60}K_{120}$ + Wuxal Combi Plus also increased the starch content and its yield from 1 ha – by 0.9% and 2.7 t/ha compared to the control.

Key words: *potatoes, variety, yield, microfertilizers, biostimulants, dry matter, starch.*

Постановка проблеми. Технологічна ефективність сорту та його здатність протистояти несприятливим умовам вирощування, не втрачаючи генетичного потенціалу формувати високий урожай бульб – ключові вимоги до вирощування картоплі [1]. Основний шлях розвитку сучасного рослинництва полягає у впровадженні у виробництво нових сортів картоплі, що дасть можливість значно змінити технологію її вирощування, а також особливості її росту і розвитку в певних ґрунтово-кліматичних умовах [2].

Основним способом подолання негативного впливу зміни клімату на урожайність бульб картоплі є розробка елементів технології, які можуть мінімізувати ризики, та розробити систему заходів щодо запобігання втратам урожаю. У цьому аспекті вагоме значення належить поширенню сучасних сортів із високим адаптаційним потенціалом із використанням сучасних засобів біологізації, що дасть змогу реалізовувати генетичні можливості селекційних новинок та підвищити їх економічну ефективність.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У сучасному картоплярстві сорт є самостійним чинником підвищення врожайності і якості бульб та має визначальне значення для отримання високих врожаїв культури. За дійсними оцінками, внесок сорту в підвищення врожайності найважливіших сільськогосподарських культур за останнє десятиріччя оцінюється в 30–60% [3].

За даними відомого селекціонера-картопляра А.А. Осипчука [4], нові сорти картоплі селекції Інституту картоплярства НААНУ дозволяють отримати приріст врожаю бульб у 25–30%.

Успіх одержання високого врожаю картоплі залежить не тільки від правильно вибраного сорту, а й інших не менш важливих елементів технології, серед яких вагоме значення має мінеральне живлення.

У сучасних новітніх технологіях вирощування картоплі немає змоги отримувати стабільні високоякісні врожаї без застосування екологічно безпечних, збалансованих мікродобрив, що забезпечували б рослини всіма необхідними біогенними елементами впродовж вегетації [5].

Ученими доведено, що застосування мікродобрив стає особливо актуальним підчас вирощування нових високопродуктивних сортів картоплі, оскільки ріст

урожайності, який спостерігається при цьому, супроводжується збільшенням виносу низки мікроелементів, які вже не повертаються у ґрунт. Дефіцит мікроелементів впливає на ефективність використання рослинами азоту, фосфору та калію, які надходять із внесеними добривами [6].

Для нормального росту і розвитку мікроелементи повинні надходити до рослини в активній формі. До найбільш перспективних біологічно активних сполук належать комплексонати металів (хелати) [7].

С.С. Тучин, Н.А. Тимошина, А.В. Кравченко [8] зазначають, що обприскування посівів картоплі на вегетувальних рослинах комплексним хелатним мікродобривами Мікровіт-картопляний підвищило врожайність картоплі на 5,3 т/га на тлі $N_{120}P_{120}K_{150}$. Цей варіант також характеризувався найбільш високою товарністю бульб і якістю продукції.

За даними Подільської дослідної станції Тернопільського інституту АПВ, встановлено, що під час застосування супербіодобрива врожайність картоплі збільшується від 0,3 до 0,8 т/га [9].

В останнє десятиліття все більш широкого застосування отримує обробка рослин в період вегетації різними препаратами на основі гумінових кислот або амінокислот, а також їх похідних із мікроелементами в хелатній формі [10].

Дослідженнями в різних країнах установлено, що гумінові кислоти мають стимулювальну дію, збільшують стійкість рослин до негативного впливу гербіцидів, прискорюють синтез сполук, які надають позитивний вплив на якість і технологічні властивості продукції [11]. Амінокислоти, що входять до складу препаратів, безпосередньо засвоюються рослинами, тому метаболічний цикл синтезу білків скорочується і рослини на додаткове живлення реагують швидше [12].

Усе більшу увагу привертають до себе фізіологічно активні речовини рослинного походження та препарати на їх основі.

До таких препаратів належить Стимпо, активною речовиною якого є комплекс біологічно-активних сполук – продукти життєдіяльності грибів-мікроміцетів – 1 г/л (насичені і ненасичені жирні кислоти (С14-С28), полісахариди, 15 амінокислот, аналоги фітогормонів цитокінінової та ауксинової природи), комплекс біогенних мікроелементів– 0,014 г/л а також аверсектин С – продукт життєдіяльності актиноміцету Streptomyces avermytilis [15].

Як наслідок, у рослинах активізуються процеси фотосинтезу, транспорту й обміну речовин, накопичення їх у запасальних тканинах, знижується витрата енергії, що забезпечує швидке наростання біомаси, підвищує стійкість рослин до несприятливих екологічних факторів, як-от посуха, заморозки, збудники хвороб [14].

Незважаючи на значну кількість літературних джерел із вивчення елементів технології вирощування картоплі, дослідження щодо визначення ефективності виробництва бульб картоплі носять поодинокий характер, а в умовах нестійкого зволоження Західного Лісостепу України не вивчено зовсім. Зазначені вище питання і визначили напрям наших досліджень.

Постановка завдання. Метою дослідження є вивчення впливу регулятора росту Стимпо, мінеральних добрив та мікродобрив Вуксал Комбі Плюсі та «Росток» Картопля.

Дослідження проводились на дослідному полі Навчально-виробничого центру «Поділля» Подільського державного аграрно-технічного університету впродовж 2020 року. Досліджували середньостиглий сорт картоплі Княгиня від НААН України, рік реєстрації – 2018.

Ґрунт дослідного поля – чорнозем вилужений, малогумусний, середньосуглинковий на лесовидних суглинках. Уміст гумусу (за методом Тюріна) в шарі ґрунту 0–30 см становить 3,9%. Уміст сполук азоту, що легко гідролізуються (за методом Корнфілда), становить 120 мг/кг, рухомих сполук фосфору і калію (за методом Чирикова) відповідно 161 мг/кг і 173 мг/кг ґрунту.

Мінеральні добрива були внесені в дозі $N_{90}P_{60}K_{120}$ у вигляді карбаміду, суперфосфату, хлористого калію. Загальна площа ділянки – 35 м^2, облікова – 25 м^2, повторність – 4-кратна. Густота посадки бульб – 55 тис. шт./га.

Стимпо – біостимулятор рослин із серії полікомпонентних препаратів, в основу дії якого покладено синергетичний ефект взаємодії продуктів біотехнологічного культивування грибів-мікроміцетів із кореневої системи женьшеню і авермектинів [13]. Застосовували дві обробки (перша обробка у фазі повних сходів, друга – фази бутонізації (20 мл/га)).

Вуксал Комбі Плюс – комплексна суспензія з підвищеним умістом бору і магнію та високим вмістом калію (10% – N, 20% – K_2O, 2% – MgO, 1,34% – B, 0,05% – Cu, 0,02% – Fe, 0,15% – Mn, 0,001% – Mo, 0,05% – Zn) [16].

«РОСТОК» Картопля – рідке, висококонцентроване, хелатне мікродобриво розроблене з урахуванням потреб та спеціально для бульбоплодів (N–80 г/л, MgO–51 г/л, SO_3–43 г/л, Fe–2.0 г/л, Mn–15.0 г/л, B–5.0 г/л, Zn–14.0 г/л, Cu–1.5 г/л, Mo–0.15 г/л) [17].

Позакореневе підживлення мікродобривом Вуксал Комбі Плюс проводилося у фазі бутонізації 2-3 л/га, «Росток» Картопля обробка проводилася у фазі змикання рослин в рядку 1–2 л/га. Витрата робочого розчину рідини становив 200 л/га.

Фенологічні спостереження, біометричні дослідження проводили за методиками Г.Л. Бондаренка, К.І. Яковенка [3, с. 248].

Виклад основного матеріалу дослідження. Як свідчать результати наших досліджень (табл. 1), унесення мінеральних добрив із нормою $N_{90}P_{60}K_{120}$ до посадки картоплі підвищувало урожайність бульб порівняно з контролем на 6,9 т/га за окупності 1 кг NPK урожаєм бульб картоплі 30,6 кг.

Таблиця 1

Вплив добрив і регуляторів росту на врожайність бульб картоплі, 2020 р.

№	Варіант	Урожайність бульб, т/га	Прибавка урожайності, т/га		Окупність 1 кг NPK урожаєм бульб, кг
			загальна	до тла	
1	Контроль (без добрив)	42,0	-	-	-
2	$N_{90}P_{60}K_{120}$ – фон	48,9	6,9	-	30,6
3	$N_{90}P_{60}K_{120}$ + Стимпо	51,5	9,5	2,6	34,2
4	$N_{90}P_{60}K_{120}$ + Вуксал Комбі Плюс	54,6	12,6	5,7	39,1
5	$N_{90}P_{60}K_{120}$ + «Росток» Картопля	53,4	11,4	4,5	37,9
6	$N_{90}P_{60}K_{120}$ + Вуксал Комбі Плюс+ Стимпо	56,1	14,1	7,2	43,4
7	$N_{90}P_{60}K_{120}$ + «Росток» Картопля + Стимпо	55,3	13,3	6,4	41,2
	$НІР_{05}$	3,6			

На варіантах, де вносили біостимулятор Стимпо, урожайність порівняно з фоном $N_{90}P_{60}K_{120}$ зросла на 2,6 т/га, при цьому окупність 1 кг NPK урожаєм бульб збільшилася на 3,6 кг.

Застосування комплексного мікродобрива Вуксал Комбі Плюс у позакореневе підживлення у фазі бутонізації (2-3 л/га) підвищувало урожайність бульб картоплі порівняно з фоном на 12,6 т/га. Окупність 1 кг NPK урожаєм бульб у цьому варіанті становила 39,1 кг. Позакореневе підживлення мікродобривом «Росток» Картопля у фазі змикання рослин у рядку (1-2 л/га) підвищувало врожайність бульб на 11,4 т/га. Окупність 1 кг NPK урожаєм бульб виросла на 7,3 кг порівняно з фоном $N_{90}P_{60}K_{120}$.

Найвище значення показника врожайності бульб спостерігалось на варіантах із сумісним застосуванням мікродобрив та біостимулятора. Так, під час застосування регулятора росту Стимпо (20 мл/га) і комплексного мікродобрива Вуксал Комбі Плюс (2–3 л/га) у фазі бутонізації врожайність склала 56,1 т/га, а під час унесення біостимулятора Стимпо у поєднанні з мікродобривом «Росток» Картопля – 55,3 т/га. Окупність 1 кг NPK урожаєм бульб становила 43,4 кг та 41,2 кг відповідно.

Аналіз структури врожаю показує (табл. 2), що обробка вищепереліченими препаратами впливає як на кількість бульб з одного куща, так і на фракційний склад. При цьому зростання врожайності відбувається через збільшення як загальної кількості бульб, так і товарної фракції.

Найбільшу кількість бульб ми спостерігали на варіанті $N_{90}P_{60}K_{120}$ + Вуксал Комбі Плюс + Стимпо – 11,3 шт. Дещо менше значення було на варіантах із внесенням $N_{90}P_{60}K_{120}$ + Вуксал Комбі Плюс – 10,9 шт. та $N_{90}P_{60}K_{120}$ + «Росток» Картопля + Стимпо – 10,7 шт.

Аналіз таблиці 2 показав, що мікродобриво Вуксал Комбі Плюс сприяє збільшенню кількості бульб з куща, однак товарність вища під час застосування мікродобрива «Росток» Картопля. Так, найвища товарність була на варіанті $N_{90}P_{60}K_{120}$ + «Росток» Картопля – 92,1%.

Таблиця 2

Структура врожаю бульб картоплі, 2020 р.

№	Варіант	Число бульб з одного куща, шт.				Товарність, %
		всього	великих (понад 100 г)	середніх (50-100 г)	дрібних (менше 50 г)	
1	Контроль (без добрив)	8,7	1,7	4,1	2,9	86,5
2	$N_{90}P_{60}K_{120}$ – фон	9,2	2,4	4,3	2,5	88,7
3	$N_{90}P_{60}K_{120}$ + Стимпо	9,8	2,9	4,2	2,7	90,9
4	$N_{90}P_{60}K_{120}$ + Вуксал Комбі Плюс	10,9	2,8	5,1	2,6	91,6
5	$N_{90}P_{60}K_{120}$ + «Росток» Картопля	9,9	3,1	4,6	2,2	92,1
6	$N_{90}P_{60}K_{120}$ + Вуксал Комбі Плюс + Стимпо	11,3	3,1	5,4	2,8	91,8
7	$N_{90}P_{60}K_{120}$ + «Росток» Картопля + Стимпо	10,7	3,0	5,2	2,5	92,0

Таким чином, із вищевикладеного матеріалу можна зробити висновок, що застосування позакореневого підживлення мікродобривами обумовлювало високий вихід стандартних бульб.

Біохімічний аналіз бульб показав, що агротехнічні прийоми значно впливають на якість врожаю бульб картоплі сорту Княгиня (табл. 3).

Таблиця 3

Вплив добрив і регуляторів росту на якість бульб картоплі, 2020 р.

№	Варіант	Крохмаль, %	Вихід крохмалю, т/га	Суха речовина, %
1	Контроль (без добрив)	15,6	3,7	21,9
2	$N_{90}P_{60}K_{120}$ – фон	14,8	4,8	21,7
3	$N_{90}P_{60}K_{120}$ + Стимпо	15,5	5,2	22,6
4	$N_{90}P_{60}K_{120}$ + Вуксал Комбі Плюс	15,8	5,8	22,3
5	$N_{90}P_{60}K_{120}$ + «Росток» Картопля	16,3	5,5	23,4
6	$N_{90}P_{60}K_{120}$ + Вуксал Комбі Плюс+ Стимпо	16,2	6,4	23,1
7	$N_{90}P_{60}K_{120}$ + «Росток» Картопля + Стимпо	16,5	6,6	23,7

Результатами досліджень установлено, що на варіантах із внесенням мінеральних добрив із нормою $N_{90}P_{60}K_{120}$ уміст крохмалю в бульбах зменшився на 0,8% порівняно з контролем (без добрив). Однак у зв'язку зі збільшенням врожайності вихід крохмалю з 1 га під час застосування $N_{90}P_{60}K_{120}$ порівняно з контролем зріс на 1,1 т/га.

Застосування регулятора росту Стимпо сприяло збільшенню вмісту крохмалю в бульбах порівняно з фоном на 0,7%, та загального виходу крохмалю з одиниці площі на 0,4 т/га.

Під впливом мікродобрива Вуксал Комбі Плюс уміст крохмалю в бульбах на тлі $N_{90}P_{60}K_{120}$ зростав порівняно з фоном на 1,0%, а вихід крохмалю – на 1 т/га. На варіантах із внесенням мікродобрива «Росток» Картопля вміст крохмалю в бульбах становив 16,3%, що на 1,5% вище, ніж на тлі, та на 0,7% вище, ніж на контрольному варіанті, вихід крохмалю з одиниці площі при цьому становив 5,5 т/га.

Найвищий уміст крохмалю в бульбах спостерігали на варіанті $N_{90}P_{60}K_{120}$ + «Росток» Картопля + Стимпо – 16,5%, що на 1,7% вище, ніж на тлі $N_{90}P_{60}K_{120}$, при цьому вихід крохмалю з одиниці площі також був найвищий – 6,6 т/га. Застосування регулятора росту Стимпо на тлі $N_{90}P_{60}K_{120}$ + Вуксал Комбі Плюс також збільшувало вміст крохмалю і вихід його з 1 га – на 0,9% та 2,7 т/га порівняно з контролем.

Таким чином, вихід крохмалю з одиниці площі більше залежав від рівня мінерального живлення та застосування біостимулятора Стимпо.

Висновки і пропозиції. Під час вирощування картоплі сорту Княгиня в умовах Західного Лісостепу України на чорноземі вилуженому малогумусному застосування регулятора росту Стимпо, комплексних мікродобрив Вуксал Комбі Плюс і «Росток» Картопля порівняно з фоном $N_{90}P_{60}K_{120}$ збільшувало врожайність

бульб на 2,6 т/га, 5,7 та 4,5 т/га, а окупність 1 кг NPK урожаєм бульб на 3,6 кг, 8,5 і 7,3 кг відповідно. Збільшення врожайності відбувалося під час обробки посівів цими препаратами як за рахунок збільшення кількості бульб на 1 рослині, так і зі зростанням товарної фракції. За умов спільного застосування комплексних препаратів Вуксал Комбі Плюс і регулятора росту Стимпо та «Росток» Картопля + Стимпо врожайність порівняно з фоном $N_{90}P_{60}K_{120}$ зросла на 7,2 та 6,4 т/га, а окупність 1 кг NPK урожаєм бульб збільшилася на 12,8 та 10,6 кг. Під впливом Стимпо порівняно з фоном $N_{90}P_{60}K_{120}$ уміст крохмалю зростала на 0,7%, Вуксал Комбі Плюс – на 1,0%, а вихід крохмалю – на 0,4 і 1 т/га відповідно. Під впливом мікродобрива «Росток» Картопля вміст крохмалю зростала на 1,5%, а вихід крохмалю – на 0,7 т/га. Спільна обробка цими препаратами збільшувала вміст крохмалю в бульбах порівняно з фоновим варіантом на 1,4 та 1,7%, а вихід крохмалю – на 1,6 та 1,8 т/га відповідно.

У перспективі подальших досліджень детально вивчити вплив позакореневого підживлення мікродобривами на ріст, розвиток і продуктивність рослин картоплі нових сортів в поєднанні з фунгіцидами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Бондарчук А.А. Наукові основи насінництва картоплі в Україні: монографія. Біла Церква, 2010. 400 с.
2. М'ялковський Р.О., Безвіконний П.В., Кравченко В.С., Яценко А.О. Адаптивні властивості різних сортів картоплі в умовах Лісостепу Західного. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2020. № 2. С. 38–41.
3. Жученко А.А. Экологическая генетика культурних растений и проблемы агросферы. Москва : Изд-во Агрус, 2004. Т.1. 690 с.
4. Осипчук А.А. Актуальні питання селекції картоплі. *Картоплярство.* 2004. Вип. 33. С. 27–32.
5. Власенко Н.Е. Удобрение картофеля : монография. Москва : Агропромиздат, 1987. 219 с.
6. Вильдфлуш И.Р. Применение новых форм минеральных удобрений при возделывании сельскохозяйственных культур на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах: рекомендации. Горки : БГСХА, 2014. С. 26–28.
7. Федотова Л.С. Тучин С.С., Егоренко С.А., Гордеев Р.В. Применения хелатов микроэлементов. *Картофель и овощи.* 2008. Вып. 3. С. 8–9.
8. Тучин С.С., Тимошина Н.А., Кравченко А.В. Эффективность некорневых подкормок картофеля халатными микроудобрениями. *Картофель и овощи*. 2010. № 8. С. 8–9.
9. Шуль Д. Вивчення ефективності супербіодобрива Подільською дослідною станцією Тернопільського інституту АПВ. Тернопіль, 2001. 278 с.
10. Пономаренко С.П. Створення та впровадження нових регуляторів росту рослин в агропромисловому комплексі України. *Ефективність хімічних засобів у підвищенні продуктивності сільськогосподарських культур*: *зб. наук. праць.* 2001. С. 15–23.
11. Анішин Л. Вітчизняні біологічно активні препарати просяться на поля України. *Пропозиція.* 2004. № 910. С. 48–50.
12. Безвіконний П.В., Тарасюк В.А. Показники якості коренеплодів буряка столового за використання регуляторів росту рослин. *Сучасні підходи до вирощування, переробки і зберігання плодоовочевої продукції: матеріали міжнародної науково-практичної конференції*. Миколаїв, 2020. С. 11–13.
13. Регулятор росту Стимпо. URL: https://snpk.in.ua/stimpo/
14. Макрушин М.В. Регулятори росту – важливий резерв підвищення врожайності. *Пропозиція.* 2003. № 2. С. 71–73.

15. Вуксали. URL: http://www.unifer.de/ua/zhivlennya-roslin/wuxal/wuxal-kombi-plus
16. Мікродобриво «Росток» Картопля URL: https://uarostok.ua/katalog-produkc/dlya-polovih-kultur/mkrodobrivo-rostok-kartoplya/
17. Бондаренко Г.Л., Яковенко К.І. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві. Харків : Основа, 2001. 370 с.

УДК 631.5:633.13
DOI https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.119.5

ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО НА ПРОДУКТИВНІСТЬ АГРОЦЕНОЗУ ПІД ЧАС СІВБИ ПІСЛЯ РІЗНИХ ПОПЕРЕДНИКІВ В УМОВАХ СТЕПУ УКРАЇНИ

Іщенко В.А. *– к.с.-г.н., заступник директора з наукової роботи,*
Інститут сільського господарства Степу Національної академії наук України

У статті наведено результати досліджень щодо вивчення впливу попередників та стартової дози комплексних мінеральних добрив на елементи продуктивності та врожайність зерна ячменю звичайного ярого. Проведено оцінку впливу добрив на формування елементів індивідуальної продуктивності рослин ячменю ярого, врожайність зерна та визначено економічну ефективність їх застосування під час сівби після таких попередників, як соя, соняшник, кукурудза на зерно та зернові культури. Умови вирощування – один із найважливіших факторів формування елементів індивідуальної продуктивності рослин ячменю ярого, оскільки вони значно впливали на проходження процесів росту і розвитку рослин в онтогенезі. Урожайність ячменю ярого тісно пов'язана з ґрунтово-кліматичними умовами вирощування. Резервом підвищення стійкості рослин ячменю ярого до несприятливих чинників довкілля та продуктивності посівів було використання мінеральних добрив. Найвищий рівень урожаю ячменю ярого в умовах нестійкого зволоження Північного Степу формується за умови оптимального співвідношення елементів структури. Забезпечення високого рівня продуктивності ячменю ярого в умовах Північного Степу України досягнуто шляхом унесення комплексних мінеральних добрив після попередника соя. Установлено, що ячмінь ярий сорту Статок на фоні без добрив формував урожайність 3,72 т/га, $N_{10}P_{10}K_{10}$ – 4,18 т/га, $N_{40}P_{40}K_{40}$ – 4,56 т/га або приріст склав 0,46 і 0,84 т/га (12,4 і 22,6%). Вищу врожайність ячмінь ярий забезпечував після сої 4,71 т/га, після зернових культур – 4,22 т/га, соняшнику – 4,15 т/га, кукурудзи на зерно – 3,54 т/га. Тобто недобір під час сівби після зернових культур становив 0,49 т/га (10,4%), соняшнику – 0,56 т/га (11,9 %), кукурудзи на зерно – 1,17 т/га (24,8 %). Під час вирощування ячменю ярого сорту Статок вищий умовно чистий прибуток 15 725 грн/га і рентабельність 113,5% отримано під час унесення мінеральних добрив у дозі $N_{10}P_{10}K_{10}$ після сої. В умовах нестійкого зволоження Степу частка впливу добрив на врожайність ярого ячменю сорту Статок становила 11,3–36,4%, попередника – 43,6–74,0%.

Ключові слова: *ячмінь ярий, добрива, сорт, урожайність, структура врожаю, економічна ефективність.*

Ishchenko V.A. The influence of mineral nutrition of spring barley on agrocenosis productivity under sowing after different forecrops in the Steppe of Ukraine

The article presents the results of research on the effect of forecrops and the starting dose of complex mineral fertilizers on the elements of productivity and grain yield of spring barley. The influence of fertilizers on the formation of elements of individual productivity of spring barley plants, grain yield and the economic efficiency of their use under sowing after soybeans, sunflower, corn for grain, and cereals. Growing conditions are one of the most important factors in the formation of elements of individual productivity of spring barley plants, as they

significantly influenced the processes of growth and development of plants in ontogenesis. Grain yield of spring barley is closely related to soil and climatic conditions of cultivation. The use of mineral fertilizers was a reserve for increasing both the resistance of spring barley plants to adverse environmental factors and crop productivity. The highest level of spring barley yield in the conditions of unstable moisture of the northern steppe is formed under the condition of optimal ratio of structure elements. Ensuring a high level of productivity of spring barley when grown in the northern steppe of Ukraine was achieved by applying complex mineral fertilizers after soybean as a forecrop. It was found that spring barley of variety Statok at the background without fertilizers formed a grain yield of 3.72 t/ha, $N_{10}P_{10}K_{10}$ – 4.18 t/ha, $N_{40}P_{40}K_{40}$ – 4.56 t/ha or an increase of 0.46 and 0.84 t/ha (12.4 and 22.6 %). Spring barley provided higher grain yields after soybeans – 4.71 t/ha, after cereals – 4.22 t/ha, sunflower – 4.15 t/ha, corn for grain – 3.54 t/ha. That is, the shortage when sowing after cereals was 0.49 t/ha (10.4 %), sunflower – 0.56 t/ha (11.9%), corn for grain – 1.17 t/ha (24.8 %). In the conditions of unstable humidification of the Steppe, the share of influence of fertilizers on the grain yield of spring barley of the Statok variety was 11.3–36.4 %; forecrop – 43.6–74.0 %. When growing Statok spring barley variety, the highest operating profit of UAH 15,725 / ha and a profitability of 113.5% were obtained under the application of mineral fertilizers at a rate of $N_{10}P_{10}K_{10}$ after soybeans.

Key words: *spring barley, fertilizers, variety, grain yield, yield structure, economic efficiency.*

Постановка проблеми. Природно-кліматичні умови та родючі землі Степу сприяють вирощуванню ячменю ярого і дають змогу отримувати високоякісне продовольче зерно, хоча існує низка проблем, які залишаються невирішеними і негативно впливають на ефективність виробництва. Стійке зростання виробництва зерна ячменю ярого пов'язане з інтенсифікацією технологічного процесу вирощування та створення високопродуктивного агроценозу. Добрива є одним із найважливіших факторів, що дозволяють ефективно управляти врожайністю і якістю зерна. Для ячменю ярого цей аспект особливо важливий. З огляду на це, актуальним напрямом є вивчення впливу припосівного внесення мінеральних добрив на формування продуктивності ячменю ярого під час вирощування після таких попередників, як соя, зернові культури, соняшник, кукурудза на зерно.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Ячмінь ярий відзначається високою пластичністю до навколишнього середовища, але має не досить розвинену кореневу систему та короткий період вегетації, у зв'язку з чим зростає роль сортової агротехніки [1, с. 69]. Попередник впливає на агрохімічні, агрофізичні й біологічні властивості ґрунту, а також ріст і розвиток рослин [2, с. 116].

За даними В.С. Шкурко [3, с. 170], на врожайність ячменю найбільше впливають добрива та добір сортів, хоча підбір попередника також має суттєве значення, передусім для зони нестійкого зволоження.

Результати досліджень О.Г. Андрейченко [4, с. 136] свідчать про особливе значення попередника для ґрунтово-кліматичних умов Степу, оскільки в умовах посухи за рахунок кращого попередника можливо досягти більш ефективного використання біологічного потенціалу сорту.

Як зазначає П.І. Бойко зі співавторами [5, с. 14], провідним фактором високої продуктивності сільськогосподарських культур є сівозміна, а добрива – один із важливих чинників підвищення їх продуктивності. Урожайність зернових зростає на 1,3–2,0 т/га, просапних – 25–30 т/га, зокрема кукурудзи на зерно – на 0,8–1,1 т/га, силосної та зеленої біомаси однорічних і багаторічних трав – на 0,7–0,9 т/га. За вирощування пшениці озимої і ранніх ярих частка впливу добрив становила 40–68%, кукурудзи, сої, соняшнику – 22–26%.

Дослідженнями О.І. Лень [6, с. 182] установлено, що потреба рослин в азоті залишається високою впродовж усієї веґетації, фосфору – на початкових і кінцевих етапах органогенезу, а калію – в другій половині веґетації. Рівень врожайності зерна ячменю перебуває в прямій, але не тісній залежності між умістом фос-

фору в рослині та величиною врожаю, відповідно: у фазі кущіння (r = 0,48), вихід у трубку (r = 0,41), колосіння (r = 0,28) та молочна стиглість (r = 0,57). Установлено також слабкий кореляційний зв'язок між кількістю калію в рослині та величиною врожаю: у фазі кущіння (r = 0,21), вихід у трубку (r = 0,17), високий – колосіння (r = 0,82) та середній – молочна стиглість (r = 0,54).

На нашу думку, біологічні особливості культури та її вимоги до ґрунтово-кліматичних умов вирощування свідчать про дійсні резерви і необхідність розробки заходів, спрямованих на стабілізацію врожайності ячменю ярого шляхом оптимізації мінерального живлення під час вирощування після різних попередників.

Постановка завдання. Мета дослідження – оцінити вплив добрив на формування елементів індивідуальної продуктивності рослинами ячменю, врожайність зерна та встановити економічну ефективність їх застосування зв сівби після різних попередників.

Польові дослідження проводилися впродовж 2016–2018 рр. в Інституті сільського господарства Степу НААН України. Ґрунт дослідних ділянок – чорнозем звичайний, середньо гумусний, глибокий, важкосуглинковий. Уміст гумусу в орному шарі ґрунту становить 4,64%, азоту, що гідролізується, – 11,6 мг на 100 г ґрунту, рухомого фосфору та калію – 12,7 та 12,8 мг на 100 г ґрунту відповідно, pH – 5,7. Сума ввібраних основ у цих ґрунтах становить від 33,0 до 36,6 мг на 100 г ґрунту. Уміст мікроелементу бору в середньому становить 1,94 мг; марганцю – 2,1 та цинку – 0,25 мг на 100 г ґрунту. Щільність ґрунту – 1,19 г/см^3. Еколого-агрохімічна оцінка за даними досліджень Кіровоградської філії ДУ «Держгрунтоохорона» – 96 балів.

Клімат зони, де розташований Інститут сільського господарства Степу НААН, є помірно континентальним. Середня річна температура повітря, за даними Кіровоградської метеостанції, становить +7,9^o, а річна сума атмосферних опадів – 499 мм, основна кількість яких випадає з травня до вересня.

Виклад основного матеріалу дослідження. Ячмінь ярий відрізняється високою пристосовуваністю до різних природних чинників. За рахунок короткого періоду вегетації ячмінь продуктивніше використовує і економно витрачає зимово-весняні запаси вологи, а також встигає налити зерно в першій половині літа до настання сухої та спекотної погоди. При цьому погодні умови впливають на особливості проходження основних фаз органогенезу ячменю ярого, формування вегетативних та закладку генеративних органів.

Одним із головних серед комплексу елементів продуктивності ячменю ярого є розмір колосу, який залежить не лише від сортових особливостей, а й від гідротермічними умовами періоду вегетації та рівня живлення. Використання мінеральних добрив під час вирощування ячменю ярого після різних попередників позитивно впливало на формування головного колоса. У середньому за 2016–2018 рр. під час вирощування ячменю ярого плівчастого сорту Статок внесення добрив після попередника соя сприяло збільшенню довжини головного колоса на 0,5–1,0 см, зернових культур – 0,6–0,8 см, соняшнику – 0,2–0,8 см та кукурудзи на зерно – 0,7–1,0 см порівняно з контрольним варіантам 7,8 см. 7,5 см, 8,1 см та 7,8 см відповідно. Довший колос ячменю ярого був у варіанті внесення $N_{40}P_{40}K_{40}$ і після попередника соя та кукурудзи на зерно становив 8,8 см, зернових культур – 8,3 см, соняшнику – 8,9 см. Установлено, що на фоні без добрив довжина головного колоса ячменю ярого в середньому становила 7,8 см, а внесення $N_{10}P_{10}K_{10}$ сприяло формуванню довшого колоса на 0,5 см (6,4%), $N_{40}P_{40}K_{40}$ – 0,9 см (11,5%) і становив 8,3 см та 8,7 см відповідно.

Відомо, що продуктивність посівів визначається не тільки кількісним та якісним складом продуктивного стеблостою на одиниці площі, а й кількістю зерен у колосі. В умовах Північного Степу озерненість колоса ячменю ярого плівчастого сорту Статок була в межах від 20,2 до 23,9 шт. залежно від умов року. Без внесення добрив кількість зерен із колоса була 20,8 шт., на фоні $N_{10}P_{10}K_{10}$ їх кількість становила 21,9 шт., $N_{40}P_{40}K_{40}$ – 22,5 шт., що більше на 1,1–1,7 шт. (5,3–8,2%). Установлено, що на різних фонах мінерального живлення мінімальне значення кількості зерен із головного колоса було 19,2–20,5 шт., максимальне – 22,8–24,9 шт. У середньому за сівби ячменю ярого після сої кількість зерен із головного колоса становила 22,3 шт., зернових культур – 21,4 шт., соняшнику – 21,5 шт., кукурудзи на зерно – 21,7 шт. або менше на 0,8–0,9 шт. (2,7–4,0%).

Маса зерна з головного колоса та з рослини ячменю ярого плівчастого сорту Статок у середньому за 2016–2018 рр. змінювалась залежно від попередника. На фоні без добрив (контроль) вищою маса зерен із головного колоса була за сівби після попередника сої (1,08 г), а після пшениці, соняшнику і кукурудзи на зерно відмічено її зниження до 0,96–1,04 г відповідно. За внесення $N_{10}P_{10}K_{10}$ маса зерен із головного колоса перебувала на рівні 1,04–1,12 г, а на фоні $N_{40}P_{40}K_{40}$ – 1,08–1,19 г. Добрива позитивно впливали на масу зерен із рослин ячменю ярого і вона змінювалася від 1,68 г після зернових культур на фоні природної родючості до 2,10 г після сої у варіанті $N_{40}P_{40}K_{40}$.

Маса 1000 зерен характеризує виповненість насіння і відображає його крупність. Вона формується на останніх етапах росту і розвитку рослин у період наливу і достигання зерна та значно залежить від метеорологічних умов вирощування. На масу 1 000 зерен ячменю ярого значно впливало внесення мінеральних добрив та вибір попередника. У середньому за 2016–2018 рр. маса 1000 зерен змінювалась від 46,3 г на фоні без добрив після зернових культур до 51,2 г за внесення $N_{10}P_{10}K_{10}$ після соняшнику. Залежно від попередника та погодних умов на фоні природної родючості маса 1 000 зерен варіювала в межах 1,4–8,9%, $N_{10}P_{10}K_{10}$ – 5,0–7,7%, $N_{40}P_{40}K_{40}$ – 2,9–7,7%. Внесення добрив позитивно впливало на масу 1 000 зерен на 2,7–3,6 г або 5,8–7,7% (на контролі – 46,7 г). Залежно від попередника цей показник був у межах від 48,3 г (кукурудза на зерно) до 49,4 г (соняшник).

У роки з різним вологозабезпеченням і температурним режимом одним із резервів підвищення врожайності та стійкості ячменю ярого до несприятливих чинників довкілля було використання мінеральних добрив. У середньому за 2016–2018 рр. ефективність внесення добрив залежала від попередника. Так, за сівби після сої на контролі врожайність була 4,21 т/га, а внесення добрив забезпечило приріст урожаю 0,57 т/га, або 13,5% ($N_{10}P_{10}K_{10}$), та 0,95 т/га, або 22,5% ($N_{40}P_{40}K_{40}$), і вона становила 4,77 т/га і 5,15 т/га (табл. 1).

За сівби ячменю ярого після зернових культур на фоні $N_{10}P_{10}K_{10}$ урожайність становила 4,34 т/га або приріст склав 0,63 т/га (17,0%), $N_{40}P_{40}K_{40}$ – 4,62 т/га (0,91 т/га, або 24,6%). В умовах нестійкого зволоження північного Степу України за сівби ячменю ярого після попередників соняшник і кукурудза на зерно ефективність внесення мінеральних добрив у дозі $N_{10}P_{10}K_{10}$ суттєво була нижчою, ніж після сої та зернових культур. Приріст до контролю (без добрив – 3,82 т/га і 3,16 т/га) становив 0,32 т/га, або 8,4% і 10,0% відповідно. Під час унесення $N_{40}P_{40}K_{40}$ урожайність ячменю ярого після соняшнику зростала до 4,48 т/га, після кукурудзи на зерно – 3,98 т/га і приріст до контролю склав 0,66 т/га і 0,82 т/га (17,4–25,8%) відповідно. Вирощування ячменю ярого після сої на фоні природної родючості забезпечило врожайність 4,21 т/га, тоді як після зернових культур

вона була меншою на 0,50 т/га (11,8%), після соняшнику – 0,39 т/га (9,2%), після кукурудзи на зерно – 1,05 т/га (24,9%) і становила 3,71 т/га; 3,82 т/га та 3,16 т/га відповідно. На фоні внесення $N_{10}P_{10}K_{10}$ урожайність сої була 4,77 т/га, а після досліджуваних попередників вона становила 4,34 т/га; 4,14 т/га та 3,48 т/га або менше на 0,43–1,30 т/га або 9,1–27,2%. При внесенні $N_{40}P_{40}K_{40}$ врожайність ячменю ярого після сої становила 5,15 т/га, тоді як після зернових культур, соняшнику та кукурудзи на зерно 4,62 т/га; 4,18 т/га і 3,98 т/га, що менше на 0,53–1,18 т/га, або 10,3–22,8%.

Таблиця 1

Вплив мінеральних добрив та попередників на врожайність ячменю ярого, т/га

Фон живлення (фактор А)	Попередники (фактор В)	2016 р.	2017 р.	2018 р.	Середнє
Без добрив	Соя	5,17	4,10	3,35	4,21
	Зернові культури	4,68	3,88	2,57	3,71
	Соняшник	4,37	4,37	2,72	3,82
	Кукурудза на зерно	3,22	3,01	3,25	3,16
$N_{10}P_{10}K_{10}$	Соя	5,88	4,75	3,69	4,77
	Зернові культури	5,61	4,03	3,38	4,34
	Соняшник	4,98	4,59	2,85	4,14
	Кукурудза на зерно	3,63	3,44	3,36	3,48
$N_{40}P_{40}K_{40}$	Соя	6,02	5,50	3,94	5,15
	Зернові культури	5,81	4,40	3,66	4,62
	Соняшник	5,16	5,15	3,14	4,48
	Кукурудза на зерно	4,18	4,16	3,59	3,98
$НІР_{05}$	фактора А	0,34	0,20	0,21	
	фактора В	0,40	0,23	0,24	
	фактора АВ	0,69	0,40	0,42	

Економічна ефективність передбачає досягнення максимального ефекту від фінансово-господарської діяльності підприємств за мінімальних витрат ресурсів. Система показників економічної ефективності сільськогосподарського виробництва формується за даними врожайності ячменю ярого, прибутку, собівартості, рентабельності виробництва, продуктивності праці. Вищий умовно чистий прибуток 15725 грн/га і рентабельність 113,5% отримано під час вирощування ячменю ярого сорту Статок після попередника соя з використанням мінерального живлення в дозі $N_{10}P_{10}K_{10}$.

Висновки і пропозиції. Елементи індивідуальної продуктивності рослин залежали як від погодних умов, так і від кількості внесених добрив та попередника. Більшою кількістю зерен та масою зерен із рослин характеризувались рослини ячменю, які вирощувались після сої. Вищу врожайність ячмінь ярий у Степу формував після сої 4,71 т/га, після зернових культур – 4,22 т/га, соняшнику – 4,15 т/га, кукурудзи на зерно – 3,54 т/га. Ефективність унесених добрив залежала від дози та попередника. За умов унесення $N_{10}P_{10}K_{10}$ приріст до контролю склав 0,32–0,63 т/га (8,4–17,0%), $N_{40}P_{40}K_{40}$ – 0,66–0,95 т/га (17,4–25,8 %). В умовах Північного Степу України на чорноземах звичайних важкосуглинкових

ячмінь ярий сорту Статок після сої, зернових культур, соняшнику і кукурудзи на зерно висівати за ресурсоощадної технології, яка передбачає передпосівне внесення добрив $N_{10}P_{10}K_{10}$.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гордецька С.П., Телепенько О.В. Формування продуктивності ячменю ярого залежно від добрив, сорту та погодних умов *Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН.* 2005. Вип. 1–2. С. 62–69.
2. Гирка А.Д., Кулик І.О., Андрейченко О.Г. Особливості формування врожайності вівса і ячменю ярого під впливом попередників і фону мінерального живлення. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України.* 2013. № 4. С. 112–116.
3. Шкурко В.С. Вплив погодних умов, попередників і добрив на врожайність сортів ячменю пивоварного. *Вісник Полтавської державної аграрної академії.* 2012. № 3. С. 167–170.
4. Андрейченко О.Г. Продуктивність плівчастого та голозерного ячменів ярих залежно від норми висіву і попередника в умовах північного Степу. *Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2013. № 4. С. 135–139.
5. Бойко П.І., Літвінов Д.В., Демиденко О.В., Шаповал І.С., Коваленко Н.П. Продуктивність сільськогосподарських культур у різноротаційних сівозмінах на типових чорноземах. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 12. С. 11–14.
6. Лень О.І. Забезпеченість рослин ячменю ярого основними елементами живлення залежно від варіантів удобрення. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2010. № 4. С. 182–185.

УДК 633.16"324":631.811.98(477.7)(043.2)
DOI https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.119.6

РЕГУЛЯТОРИ РОСТУ ЯК ФАКТОР ВПЛИВУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ

Когут І.М. *– к.с.-г.н., завідувач відділу визначення посівних якостей насіння і товарних якостей садивного матеріалу,*
Державна установа «Одеська обласна фітосанітарна лабораторія»
Щетінікова Л.А. *– провідний фахівець відділу фітосанітарного аналізу,*
Державна установа «Одеська обласна фітосанітарна лабораторія»
Валентюк Н.О. *– к.т.н., асистент кафедри польових і овочевих культур,*
Одеський державний аграрний університет

Використання регуляторів росту ретардантного типу є невід'ємним елементом управління продуктивністю посівів зернових культур за інтенсивної технології вирощування. Морфорегулятори поряд зі зменшенням висоти рослин і зміцненням стінок соломини позитивно впливають на розвиток кореневої системи, закладку, ріст і розвиток колоса. Це в сукупності дозволяє покращити мінеральне живлення, забезпечення вологою, оптимізувати світловий та повітряний режими в посівах, підвищити їх фотосинтетичну продуктивність. Процеси зростання і розвитку є визначальними для врожайності. За результатами наших досліджень відмічено, що у 2017–2018 с.-г. році тривалість вегетаційного періоду і окремих фаз росту та розвитку рослин ячменю озимого сорту Хай-

лайт залежали від досліджуваних елементів технології. Тривалість міжфазних періодів осіннього циклу розвитку ячменю в досліді не змінювалась, а періоди повні сходи – кущіння та кущіння – припинення вегетації продовжувались відповідно 25 та 27 діб. Тривалість періодів весняного циклу розвитку суттєво змінювалась під впливом видів, схем та норм застосування ретеардантів. Так, за схеми Хлормекват-хлорид 750 – 1,5 л/га + Терпал – 1,0 л/га міжфазні періоди були більш пролонгованими, що стало причиною найдовшого у досліді періоду вегетації ячменю озимого – 169 діб. Терпал за норми 2,0 л/га скоротив вегетацію на 2 доби порівняно з вищезгаданим варіантом. Найшвидше повної стиглості досліджувана культура досягла у контрольному варіанті. У такому разі тривалість періоду вегетації ячменю озимого склала 156 діб.

У 2018–2019 с.-г. році тривалість вегетаційного періоду і окремих фаз росту та розвитку рослин ячменю озимого сорту Хайлайт також залежали від досліджуваних елементів технології, але їх значення було дещо іншим, що позначилося на загальній тривалості вегетації. Так, у контролі та інших варіантах досліду цей показник зменшився на 1–2 доби.

За результатами проведених досліджень установлено, що висота рослин у фазі колосіння ячменю в досліді змінювалась під впливом застосованих морфорегуляторів. Проаналізувавши отримані результати з питань впливу різних варіантів ретардантного захисту на формування біологічної врожайності досліджуваного сорту ячменю озимого, нами було виявлено значний їх вплив на реалізацію потенціалу продуктивності.

Треба зазначити, що у роботі з морфорегуляторами важливий творчий підхід, який базується на науково-обґрунтованій стратегії їх застосування і знанні біології культури, застосування регуляторів росту є обов'язковим елементом інтенсивних технологій вирощування зернових культур, зокрема ячменю озимого, в умовах достатнього забезпечення посівів вологою, елементами мінерального живлення і наявності інтегрованого захисту від бур'янів, хвороб і шкідників; ретарданти впливають на гормональний баланс рослин і вимагають усвідомленого і відповідального застосування відповідно до рекомендованих норм та строків внесення. Під час визначення норми внесення необхідно враховувати високорослість культури та сорту, схильність до вилягання, а також норму внесених мінеральних добрив, особливо азотних; необхідно враховувати оптимальний температурний режим для внесення регуляторів росту; уникати використання регуляторів росту за нестачі вологи та елементів мінерального живлення за високих середньодобових температур повітря на момент обробки понад 20^0С, а також тоді, коли рослина перебуває у стресі.

Ключові слова: *ячмінь озимий, регулятори росту, тривалість міжфазних періодів, стадія внесення, норма використання, висота рослин, загальна кущистість, продуктивна кущистість, продуктивність.*

Kohut I.M., Shchetinikova L.A., Valentiuk N.O. Growth regulators as a factor of influence on winter barley productivity under the conditions of the Southern Steppe

The use of growth regulators of retardant type is an essential element of grain crops productivity management under the intensive technology of cultivation. Morphoregulators within the reduction of height of the plants and improving of straw walls affect the development of root system, initiation, growth, and development of spikelet. This, together, helps to improve mineral nutrition, provision of moisture, optimize light and air regime of crops, and increase their photosynthetic productiveness. The process of growth and development is determinative for the yield. The results of our study show that in the agricultural year of 2017-2018, the duration of the growth period, individual phases of growth and development of plans of winter barley of Highlight type was dependent on reasonable technology elements. The duration of interphase periods of the autumn cycle of barley development was not changing in the study, but the periods such as full growth – tillering, and tillering – stop of the growing season, continued consequently 25 and 27 days. The duration of spring cycle of development was significantly changing under the influence of ways, schemes and norms of retardants applications. With the scheme of Chlomequat chloride 750-1.5 l/ha + Terpal 1.0 l/ha, interphase periods were more prolonged, which caused the longest period of growth of winter barley in the study – 169 days. Terpal, comparing to the above-mentioned variant, with the norm of 2.0 l/ha, has shorten growth by 2 days. The researched crop has reached the fastest full ripeness in the final variant. In this case, the duration of the period of winter barley growth was 156 days.

In the agricultural year of 2018-2019, the duration of the growth period, individual phases of growth and development of plants of winter barley Highlight were also dependent on reasonable technology elements, but the results were slightly different, which eventually affected total duration of growth. Thus, in the control and other variants of development this rate decreased by 1-2 days.

Recent studies have shown that the height of plants in the phase of spikelet of barley was changing during the study under the influence of the application of morphoregulators. Having analyzed the outcome results of the impact of different variants of retardant protection on the formation of biological harvest of the studied winter barley, we have discovered significant influence on the realization of productivity potential.

It must be noted that in working with morphoregulators it is important to use a creative approach, which is based on evidence-based strategy of its application and knowledge of the biology of the crop. The application of growth regulators is a binding element of intensive technologies of growing grain crops, in particular, winter barley, in the conditions of sufficient provision of crops with moisture, elements of mineral nutrition and integrated defense system of crops from weed, disease and pests. Retardants affect the hormonal balance of plants and require knowledgeable and responsible application according to recommended norms and application rates. In determining norms of application, it is necessary to take into account the tallness of crop and its variety, tendency to lodging, and norms of applied mineral supplements, especially nitric ones. When applying growth regulators, it is necessary to take into account optimal temperature condition. It is also necessary to avoid the use of growth regulators and elements of mineral nutrition when the average annual temperature is more than 200 C at the moment of treatment, and when the plant is under stress.

Key words: *winter barley, growth regulators, duration of interphase periods, phase of application, norms of use, height of plant, general tillering, productivity.*

Постановка проблеми. За інтенсифікації технології вирощування зернових неминуче постає проблема їх вилягання, тому першочерговим завданням є пошук ефективних шляхів її попередження та зниження негативного впливу. Часто це відбувається внаслідок надмірної вологи, не збалансованого мінерального живлення, несприятливих погодних умов. Вилягання погіршує фотосинтетичну діяльність рослин, якість зерна, а також спричиняє втрати під час збирання. Внаслідок вилягання посівів хлібних злаків втрати врожаю становлять 30–40% і більше. Попередження та зниження негативного ефекту від вилягання потребує хімічної регуляції росту та розвитку рослин шляхом застосування ретардантів [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Використання регуляторів росту ретардантного типу (морфорегуляторів, ретардантів) є невід'ємним елементом управління продуктивністю посівів зернових культур за інтенсивної технології вирощування, адже за їх допомогою ми не тільки запобігаємо виляганню посівів і непродуктивним втратам під час збирання, а й здатні змінити його архітектоніку, співвідношення між господарсько цінною частиною врожаю і побічною продукцією [2].

Морфорегулятори поряд зі зменшенням висоти рослин і зміцненням стінок соломини позитивно впливають на розвиток кореневої системи, закладку, ріст і розвиток колоса. Це дозволяє покращити мінеральне живлення, забезпечення вологою, оптимізувати світловий та повітряний режими в посівах, підвищити їх фотосинтетичну продуктивність. Результатом є формування вищого рівня врожайності зернових колосових культур із кращими якісними показниками [3]. Для того, щоб правильно й ефективно використовувати той чи інший пестицид, потрібно чітко розуміти його природу і механізм дії, що і було метою нашої роботи.

Постановка завдання. Польові дослідження з питань вивчення особливостей застосування ретардантів на ячмені озимому проводили в умовах Південного Степу. Дослідження проводились протягом 2017–2018 та 2018–2019 с.г. років шляхом закладання польових дослідів. У дослідженнях вивчався сорт ячменю озимого Хайлайт, оригінатор: DSV (Німеччина). Застосовували такі ретарданти: Хлормекват-хлорид 750 (форма препарату – в. р., активна речовина – хлормекват-хлорид 750 г/л); Терпал (форма препарату – р. к., акивні речовини – мепікват-хлорид 305 г/л та етефон 155 г/л).

Схема досліду включала застосування різних доз та строків застосування регуляторів росту. Схема досліду наведена в таблиці 1.

Таблиця 1

Схема досліду

Варіант досліду	Назва морфорегулятора	Стадія внесення	Норма використання
I	Хлормекват-хлорид 750	ВВСН 21	1,5
II	Хлормекват-хлорид 750 + Терпал	ВВСН 21 ВВСН 31	1,5 1,0
III	Терпал	ВВСН 31	1,0
IV	Терпал	ВВСН 31	2,0
V	Контроль	-	-

Облікова площа ділянки складає 500 м^2, загальна площа ділянки – 720 м^2.

Виклад основного матеріалу дослідження. Процеси зростання і розвитку є визначальними для врожайності. Зростання – це надбавка сухої маси. Основа для нього – асиміляція. Розвиток – це утворення спеціалізованих органів і частин рослини для виконання своєї основної біологічної функції – збереження свого виду. Під час вирощування зернових особливе значення мають процеси зростання і розвитку, які лежать в основі формування зерен [4].

За результатами наших досліджень відмічено, що у 2017–2018 с.-г. році тривалість вегетаційного періоду і окремих фаз росту та розвитку рослин ячменю озимого сорту Хайлайт залежали від досліджуваних елементів технології (табл. 2). Із таблиці видно, що тривалість міжфазних періодів осіннього циклу розвитку ячменю в досліді не змінювалась, а періоди повні сходи – кущіння та кущіння – припинення вегетації продовжувались відповідно 25 та 27 діб.

Таблиця 2

Тривалість міжфазних періодів озимого ячменю залежно від застосування ретардантів (2017–2018 та 2018–2019 с.-г. роки)

Варіант досліду	Стадія внесення	Тривалість міжфазних періодів, діб						Тривалість вегетації
		повні сходи – кущіння	кущіння – припинення вегетації	відновлення вегетації – вихід у трубку	вихід у трубку – колосіння	колосіння – молочна стиглість зерна	молочна стиглість – повна стиглість зерна	
Хлормекват-хлорид 750 – 1,5 л/га	ВВСН 21	25/28	27/30	36/33	32/31	20/19	22/20	162/161
Хлормекват-хлорид 750 – 1,5 л/га + Терпал – 1,0 л/га	ВВСН 21 ВВСН 31	25/28	27/30	36/34	35/33	22/20	24/22	169/167
Терпал – 1,0 л/га	ВВСН 31	2528	27/30	35/35	31/30	20/19	22/21	160/163
Терпал – 2,0 л/га	ВВСН 31	25/28	27/30	37/35	34/32	21/20	23/21	167/166
Контроль	-	25/28	27/30	33/30	30/28	19/18	22/20	156/154

Тривалість періодів весняного циклу розвитку суттєво змінювалась під впливом видів, схем та норм застосування ретеардантів. Так, за схеми Хлормекват-хлорид 750 – 1,5 л/га + Терпал – 1,0 л/га міжфазні періоди були більш пролонгованими, що стало причиною найдовшого у досліді періоду вегетації ячменю озимого – 169 діб. Терпал за норми 2,0 л/га скоротив вегетацію на 2 доби порівняно з вищезгаданим варіантом. Найшвидше повної стиглості досліджувана культура досягла у контрольному варіанті. У цьому разі тривалість періоду вегетації ячменю озимого склала 156 діб.

У 2018–2019 с.-г. році тривалість вегетаційного періоду й окремих фаз росту та розвитку рослин ячменю озимого сорту Хайлайт також залежали від досліджуваних елементів технології, але їх значення було дещо іншим, що позначилося на загальній тривалості вегетації. Так, у контролі та інших варіантах досліду цей показник зменшився на 1–2 доби.

Однією з найважливіших проблем росту і розвитку рослин у технології вирощування сільськогосподарських культур, зокрема ячменю озимого, є його ростові процеси. Характерним показником ростових процесів, який впливає на формування врожайності культури, є його висота. Висота стебла у ячменю, будучи генетичною властивістю сорту, піддається особливо широкій зміні під впливом умов вирощування. Коли не вистачає води, колос не повністю виходить із піхви верхнього листка. Довжина верхнього міжвузля є показником забезпеченості рослин водою під час цвітіння і на початку формування зерна. Діаметр стебла зменшується в напрямку до колоса, дуже зменшується товщина стебла, що призводить до його ламкості, а звідси й до втрат урожаю.

За результатами проведених досліджень установлено, що висота рослин у фазу колосіння ячменю в досліді змінювалась під впливом застосованих морфорегуляторів (рис. 1).

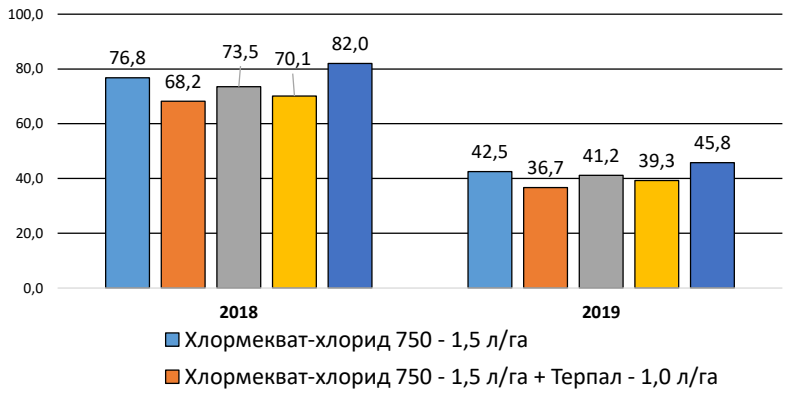


Рис. 1. Висота рослин ячменю у фазу колосіння під впливом застосованих морфорегуляторів

Із діаграми чітко видно різницю в довжині стебла досліджуваної культури залежно від року досліджень, що спричинив різний рівень вологозабезпечення посівів ячменю. Що стосується морфорегуляторів, то тут прослідковується позитивний вплив схеми Хлормекват-хлорид 750 – 1,5 л/га + Терпал – 1,0 л/га у стадії ВВНС 21 та ВВСН 31 відповідно. У цьому варіанті рослини були найнижчими –

62,8 та 36,7 см залежно від року досліджень, що забезпечило запобігання вилягання посівів і непродуктивним втратам під час збирання.

На другому місці за ефективністю зниження висоти рослин виявився варіант із Терпалом у нормі 2,0 л/га у стадії ВВНС 31. Тут за роками досліджень рослини виросли до 70,1 та 39,3 см відповідно. У контрольному варіанті рослини були найвищими – 82,0 та 45,8 см залежно від року проведення досліджень.

Головним фактором, який значно визначає врожайність ячменю озимого, є густота продуктивного стеблостою. Кущитися, тобто утворювати бічні пагони, ячмінь починає після появи третього справжнього листка. На енергію кущіння сильний вплив має тривалість кущіння, тобто час від фази сходів до виходу в трубку. Продовження фази кущіння сприяє утворенню більшої кількості бокових пагонів [5].

Найкраще з елементів мінерального живлення сприяють процесу кущіння внесені разом азот і фосфор. Доведено, що під час унесення азотних добрив енергія кущення ячменю може зростати удвічі і більше [6]. Водночас застосування регуляторів росту рослин у період початок-середина кущення (ВВСН 21-25) дозволяє уповільнити розвиток центрального пагона і стимулювати закладку бокових, розвиток кореневої системи, а також подовжити період продуктивного кущення [7-9].

Загалом, ґрунтово-кліматичні умови зони проведення досліджень відповідають вимогам рослин ячменю ярого в період проходження фази кущіння, але водночас, ураховуючи зміни в навколишньому середовищі, необхідно застосовувати такі агротехнічні заходи, окремі з яких мають помітний вплив на кущіння і можуть компенсувати втрати, що виникли внаслідок порушення оптимальних природних факторів.

Як показали результати наших досліджень, до таких агротехнічних заходів належить застосування регуляторів росту (табл. 3).

Таблиця 3

Загальна та продуктивна кущистість ячменю озимого залежно від ретардантного захисту, шт./м² (2017–2018 та 2018–2019 с.-г. роки)

Варіант досліду	Кількість рослин	Загальна кількість стебел	Кількість продуктивних стебел	Коефіцієнт продуктивної кущистості
Хлормекват-хлорид 750 – 1,5 л/га	373/315	1041/589	839/419	2,25/1,33
Хлормекват-хлорид 750 – 1,5 л/га + Терпал – 1,0 л/га	372/312	1061/614	956/421	2,57/1,35
Терпал – 1,0 л/га	375/316	882/548	735/408	1,96/1,29
Терпал – 2,0 л/га	373/318	882/560	753/401	2,02/1,26
Контроль	374/314	757/524	606/411	1,62/1,31

Структурними елементами, що визначають урожайність ячменю, є кількість продуктивних стебел на одиниці площі, кількість зерен у колосі та їх маса. Кожен із вищевказаних елементів залежно від агрометеорологічних умов та прийомів вирощування може змінюватись у досить широких діапазонах, що зумовлює збільшення або зменшення рівня врожайності культури [10].

У наших дослідженнях, проведених у 2018 році, кількість продуктивних стебел на одиниці площі змінювалась під впливом різних варіантів ретардантного

захисту і максимуму досягала на ділянці, де застосування ретардантів проводилось за схемою Хлормекват-хлорид 750 – 1,5 л/га + Терпал – 1,0 л/га – 956 шт./м^2. Терпал у стадії ВВНС 31 за норми 2,0 л/га став причиною формування на одиниці площі 753 продуктивних стебел на 1 м^2, а зменшення норми препарату вдвічі знизило вищезгаданий показник до рівня 735 продуктивних стебел на 1 м^2. Хлормекват-хлорид 750 у стадії ВВНС 21 в нормі 1,5 л/га спричинив наявність на 1 м^2 839 продуктивних стебел. А варіанті-контролі їх кількість дорівнювала 606. Коефіцієнт продуктивної кущистості більш чітко відображає вплив досліджуваних заходів на формування продуктивних стебел на рослині. Так, у перший рік проведення досліджень максимальна кількість стебел із колоссями на 1 рослині була відмічена у варіанті з Хлормекват-хлорид 750 – 1,5 л/га + Терпал – 1,0 л/га – 2,57, а лише Хлормекват-хлорид 750 у нормі 1,5 л/га у стадії ВВНС 21 – 2,25. У варіанті-контролі на одній рослині в середньому сформувалось 1,62 продуктивних стебел.

Показники отримані під час другого року досліджень. У зв'язку з жорсткою посухою тенденція була дещо іншою. Так, коефіцієнти продуктивної кущистості у контрольному варіанті й у схемах з обробкою ретардантів у стадію ВВНС 21 майже не відрізнялися і коливались у межах 1,31–1,35. У варіантах із застосуванням ретарданту Терпал у стадію ВВНС 31 вищезгаданий показник був дещо нижчим – 1,26–1,29. Слід зазначити, що в цей рік проведення досліджень польова схожість була набагато нижчою, порівняно з попереднім, і на момент сходів на 1 м^2 отримано 312–318 рослин за норми висіву 400 схожих насінин.

З огляду на це, актуальним напрямом досліджень є розкриття генетичного потенціалу продуктивності рослин ячменю озимого інтенсивних сортів, пошук оптимальних доз найбільш ефективних регуляторів росту рослин ретардантної дії. Проаналізувавши отримані результати з питань впливу різних варіантів ретардантного захисту на формування біологічної врожайності досліджуваного сорту ячменю озимого, нами виявлено значний вплив на реалізацію потенціалу продуктивності (рис. 2).

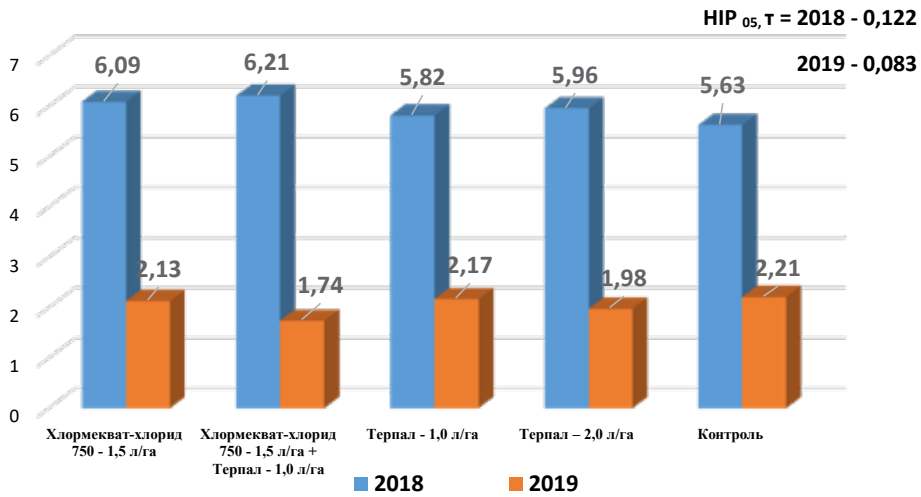


Рис. 2. Рівень продуктивності залежно від норм та строків застосування морфорегуляторів

Ці діаграми вказують на те, що в перший рік проведення досліджень застосування морфорегуляторів за схемою Хлормекват-хлорид 750 – 1,5 л/га у стадії ВВНС 21 + Терпал – 1,0 л/га у стадії ВВСН 31 дало найвищий урожай на найбільшу прибавку до контролю – 0,58 т/га. У варіанті, де Хлормекват-хлорид 750 застосовували лише 1 раз у стадії ВВНС 21 з метою збільшення кількості пагонів за норми 1,5 л/га, рівень урожайності був на другому місці у досліді і дорівнював 6,09 т/га.

Використання регулятора росту Терпал у стадії ВВСН 31 з метою скорочення міжвузлів і, як наслідок, збільшення товщини стінок стебла, також мало позитивний вплив на рівень продуктивності, яка залежно від норми внесення 1,0 чи 2,0 л/га становила відповідно 5,82 та 5,96 т/га. Слід зазначити, що в цей рік проведення досліджень під час дозрівання зерна не було чітко виражених умов для вилягання посівів (буревіїв, дощу, граду тощо). За інших умов різниця в урожайності з контролем могла б бути значно більшою. У 2018 році на варіанті-контролі врожайність була найнижчою і дорівнювала 5,63 т/га.

У другий рік проведення досліджень через несприятливі погодні умови через посуху також була зафіксована різниця у варіантах досліду з різними строками, нормами та видами морфорегуляторів, але тенденція змін була зовсім іншою. Так, максимум продуктивності був зазначений у варіанті-контролі без застосування морфорегуляторів – 2,21 т/га. Хлормекват-хлорид 750 у стадії ВВСН 21 з нормою 1,5 л/га знизив урожайність на 0,08 т/га порівняно з контролем, а схема Хлормекват-хлорид 750 – 1,5 л/га у стадії ВВНС 21 + Терпал – 1,0 л/га у стадії ВВСН 31 дала зменшення врожаю на 0,47 т/га. Застосування Терпалу в стадії ВВСН 31 стало причиною продуктивності на рівні 2,17 т/га за норми використання 1,0 л/га та 1,98 т/га – за норми 2,0 л/га. Слід зазначити, що в цей рік проведення досліджень під час дозрівання зерна не було чітко виражених умов для вилягання посівів (буревіїв, дощу, граду тощо). За інших умов тенденція зміни економічної ефективності між варіантами досліду могла б бути іншою, не виключено, що на користь Терпалу.

Висновки і пропозиції. Підбиваючи підсумок, треба зазначити, що у роботі з морфорегуляторами важливий творчий підхід, який базується на науково-обґрунтованій стратегії їх застосування і знанні біології культури, застосування регуляторів росту є обов'язковим елементом інтенсивних технологій вирощування зернових культур, зокрема ячменю озимого, в умовах достатнього забезпечення посівів вологою, елементами мінерального живлення і наявності інтегрованого захисту від бур'янів, хвороб і шкідників; ретарданти впливають на гормональний баланс рослин і вимагають усвідомленого і відповідального застосування відповідно до рекомендованих норм та строків внесення. Під час визначення норми внесення необхідно враховувати високорослість культури та сорту, схильність до вилягання, а також норму внесених мінеральних добрив, особливо азотних; необхідно враховувати оптимальний температурний режим для внесення регуляторів росту; уникати використання регуляторів росту за нестачі вологи та елементів мінерального живлення, за високих середньодобових температур повітря на момент обробки понад 20^0С, а також коли рослина перебуває у стресі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Каленська С.М., Токар Б.Ю., Ташева Ю.В. Управління стійкістю рослин зернових культур до вилягання. *Наук. Вісник НУБІП. Серія Агрономія.* 2015. № 210, Ч. 1. С. 22–30.

2. Михайленко С.В. Технологія вирощування пивоварного ячменю з використанням регуляторів росту. *Захист і карантин рослин*. 2008. № 54. С. 299–305.
3. Груздев Л.Г. Рост и урожайность зерновых культур при использовании ретардантов. *Изв. Тимирязевской с.-х. академии*. 1982. № 1. С. 69–78.
4. Шевелуха В.С. Рост растений и его регуляция в онтогенезе. Москва : Колос, 1992. 599 с.
5. Кущіння: перевага чи недолік? *Агробізнес Сьогодні*: веб-сайт. URL: http://agro-business.com.ua (дата звернення: 15.05.2021).
6. Управління процесом кущіння рослин ячменю. *Агроном*. вебсайт. URL: http://agronom com.ua (дата звернення: 15.05.2021).
7. Взгляд на применение морфорегуляторов. БАСФ. URL: https://www.agro.basf.ua (дата звернення: 15.05.2021).
8. Ходаніцький В., Ходаніцька О. Застосування ретардантів у посівах зернових культур. *Пропозиція.*2016. URL: http://propozitsiya.com/ua (дата звернення: 16.05.2021).
9. Актуальні рекомендації BASF щодо зернових. 20.03.2017. Вип. № 1. URL: https://www.agro.basf.ua (дата звернення: 16.05.2021)
10. Noworlink K., Leszczynska D. Reakcja nowych odmian jeczm en ia jarego na gestosc siewy. Buil. Inst. hod. Iaklim. Rosl. 2000. № 214. P. 143–158.

УДК 631.554
DOI https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.119.7

УРОЖАЙНІСТЬ ЗЕРНА ОЗИМИХ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР ЗА РІЗНИХ АБІОТИЧНИХ УМОВ

Кривенко А.І. *– д.с.-г.н., доцент, в. о. директора,*
Одеська державна сільськогосподарська дослідна станція
Національної академії аграрних наук України
Почколіна С.В. *– к.с.-г.н., доцент, завідувач лабораторії агроекомоніторінгу*
та удосконалення технологій виробництва сільськогосподарської продукції,
Одеська державна сільськогосподарська дослідна станція
Національної академії аграрних наук України

Розроблено наукові основи впливу строків сівби на формування врожайності та фізико-хімічні якості зерна перспективних сортів пшениці озимої та ячменю озимого.

Виявлена позитивна реакція нових сортів пшениці озимої та ячменю озимого на різні строки сівби. Установлено, що абіотичні фактори, які складаються за різних строків сівби, суттєво впливають на врожайність зерна озимих зернових культур, які вивчаються у досліді. Вищі врожаї одержано за сівби 5 жовтня у всіх сортів пшениці озимої, які вивчалися. При цьому строку сівби отримано найбільший урожай – 3,20 т/га. Урожайність була вище на 15,5% порівняно зі строком сівби 25 вересня, на 19,1% – 15 жовтня і на 27,5% – 25 жовтня. Із цих результатів випливає висновок, що сіяти пшеницю озиму потрібно 5 жовтня.

Показано, що найвищий урожай сформували (середнє за 2019–2020 рр.) за сівби 5 жовтня такі сорти: Наснага (3,22 т/га), Кнопа (3,13 т/га), Оранта одеська (2,93 т/га), Перепілка (2,90 т/га). Мінімальний урожай сформовано у сорту твердої пшениці Блискучий (2,10 т/га).

Виявлено, що ячмінь (типово озимий і дворучка) формує вищий урожай (середнє за 2019–2020 рр.) за сівби 5 жовтня, тобто в ті ж строки, що і пшениця озима. За сівби

5 жовтня одержано в середньому за 10-ма сортами 3,09 т/га зерна. Але сорт Дев'ятий вал сформував найвищу врожайність (3,09 проти 2,67 т/га) за строку сівби 25 вересня. При цьому строку сівби врожайність була вище на 10,0% порівняно зі строком сівби 25 вересня, на 21,7% – 15 жовтня і на 43,0 % –25 жовтня.

Найбільший урожай при цьому строку сівби мали такі сорти: Снігова королева – 3,43 т/га, Достойний -3,32 т/га і Академічний – 2,88 т/га. Найменший урожай був сформований сортом Крікс, який становив 1,88 т/га.

Ключові слова. *пшениця озима, ячмінь озимий, сорти, строки сівби, урожайність*

Krivenko A.I., Pochkolina S.V. Grain yield of winter cereals under different abiotic conditions

The article provides scientific principles of the influence of sowing time on yield formation and physico-chemical properties of grain of promising winter wheat and winter barley varieties.

The reaction of new varieties of winter wheat and winter barley to different sowing time was positive. It is established that abiotic factors, which are formed at different sowing dates, have a significant impact on the grain yield of winter cereals studied in the experiment. Higher yields in all winter wheat varieties studied were obtained when sowing was on October 5. This sowing period resulted in the highest yield – 3.20 t / ha, the yield was higher by 15.5% compared to the sowing date of September 25, by 19.1% compared to the sowing date of October 15 and by 27.5% compared to the sowing date of October 25. From these results it follows that winter wheat should be sown on October 5. It is shown that the highest yield was formed (average for 2019-2020) in the following varieties: Nasnaga (3.22 t / ha), Knopa (3.13 t / ha), Oranta Odeska (2.93 t / ha) ha), Perepilka (2.90 t / ha) when sowing took place on October 5. The minimum yield was formed in the variety of durum wheat Blyskuchyi (2.10 t / ha).

It was found that barley (typically winter and spring-winter) forms a higher yield (average for 2019-2020) when sown on October 5, i.e. at the same time as winter wheat. When sowing on October 5, an average of 3.09 t / ha of grain was obtained in 10 varieties. However, the Deviatyi Val variety generated the highest yield (3.09 vs. 2.67 t / ha) when sown on September 25. For this sowing period, grain yield was 10.0% higher than for the sowing date of September 25, 21.7% higher compared to the sowing date of October 15, and 43.0% higher compared to the sowing date of October 25.

The following varieties had the highest yields for this sowing period: Snihova Koroleva – 3.43 t / ha, Dostoinyi – 3.32 t / ha and Akademichnyi – 2.88 t / ha. The lowest yield was formed by the variety Kriks, which was 1.88 t / ha.

Key words: *winter wheat, winter barley, varieties, sowing dates, yield*

Постановка проблеми. Строки сівби як елемент біологізації технології вирощування сільськогосподарських культур мають суттєве агротехнічне значення, щоб отримувати високі врожаї озимих зернових культур у кожному регіоні України. Оптимальні строки сівби залежать від водного режиму ґрунту, його типів, якості посівного матеріалу та особливостей сорту, і попередників та інших факторів.

Одним із найбільш раціональних і економічних засобів підвищення урожаїв зерна озимих зернових культур з високими показниками їх якості є заміна старих сортів новими, більш продуктивними, конкурентоспроможними, із широкою агроекологічною пластичністю і підвищеними стійкими властивостями до абіотичних умов зростання, краще пристосованими до ґрунтово-кліматичних умов цієї місцевості і інтенсивному, найбільш удосконаленому рівню агротехніки.

У сучасний період у зв'язку з поступовими змінами клімату вивчення особливостей росту та розвитку різних сортів озимої пшениці та озимого ячменю залежно від умов вирощування становлять науковий і практичний інтерес. Але в умовах Південного Степу України досліди з цих питань проводилося не дуже багато, а висновки окремих науковців відрізняються суперечливістю і мають спірний дискусійний характер.

Аналіз останніх досліджень. Відомі вчені А.І. Задонцев, В.І. Бондаренко, Е.М. Лебідь, В.М. Гармашов, В.М. Круть, В.Ф. Сайко, І.І. Ярчук, Б.Р. Виблов,

В.В. Савранчук та ін. постійно розробляли технологію вирощування зернових колосових культур, але сортовий склад цих культур щорічно доповнювався і збільшувався.

Наукові установи повинні творчо й диференційовано підходити до кожного сорту окремо і здійснювати групування їх за нормою реакції на абіотичні умови.

Методика визначення тривалості стадії яровизації пшениці озимої за температури від 0 до 2^0 С не дає репрезентативних даних для визначення строків сівби нових сортів пшениці озимої, оскільки норма реакції на строки сівби сучасних сортів не має чіткої залежності від рівнів потреби яровизації і фоточутливості.

У сучасних сортів, які втратили довготривалу потребу в яровизації і високий рівень фотоперіодичної чутливості, необхідно вивчати і визначати оптимальні і допустимі строки їх сівби в польових умовах. Норма реакції сортів на абіотичні умови є об'єктивним показником для розробки інноваційних волого-енергоощадних технологій вирощування зернових культур, адаптованих до умов Причорноморського Степу.

Сорти пшениці озимої і ячменю озимого мають генетичний потенціал більш 10 т/га, але у виробництві врожайність зерна озимих культур сягає 25–50%. Щодо цього питання доцільно вивчати вплив різних абіотичних умов (опади, температура повітря, освітлення та ін.) на реалізацію генетичного потенціалу культурних рослин. За сівби озимих культур у різні строки сівби складаються різні абіотичні умови, але однакові для різних сортів, якщо вони висіваються в одні і ті ж терміни.

Для всіх сортів строки сівби повинні бути різними, окремими для кожного сорту. Думка інших авторів збігається з цим висновком [1; 2].

За даними Гідрометеослужби, дотримуються оптимальних строків сівби озимої пшениці загалом в Україні 47% аграрних підприємств, а 43% підприємств проводять сівбу із запізненням. Через це щорічні втрати зерна становлять 10%, оскільки в середньому на 25% від площі пшениці її посіви входять в зиму зрідженими і зі слаборозвинутими рослинами [3].

Вибір оптимальних строків сівби – це відповідність біологічним вимогам рослин. Для кожної з культур притаманні три рівні температур, необхідних для початкового розвитку: мінімальна (коли можна помітити будь-які якісні зрушення в насінині, що передують її проростанню), оптимальна (рівень, за якого процеси набубнявіння, проростання й одержання сходів відбуваються найінтенсивніше) та максимальна (коли висока температура стає перешкодою процесу проростання). Із господарської точки зору жоден із рівнів не можна вважати за критерій строку сівби. Це пояснюється тим, що за мінімального рівня проростання буде надто повільним, період від сівби до сходів розтягується у 2–3 рази порівняно з оптимумом, а бур'яни випереджатимуть ріст культурних рослин. Але й оптимальний для проростання насіння рівень температури не може братися за основу вибору строку сівби, бо до того часу ґрунт пересохне і може не вистачити для визрівання суми ефективних температур. Саме тому строк сівби необхідно визначати за іншим показником – господарсько-доцільним рівнем температури, який займає проміжне становище між мінімальним і біологічним оптимумом [4]. Тому приділяється велика увага строкам сівби озимих зернових культур, яка пояснюється тим, що їх відхилення від оптимальних ведуть до значних втрат урожаю і зменшення валових зборів зерна, а в окремі (несприятливі для перезимівлі рослин) роки призводять до повної втрати врожаю.

Оптимальний строк сівби належить до таких факторів, які не можна ні замінити, ні компенсувати іншими, як-от внесенням добрив, полив, застосуванням

пестицидів. Він безпосередньо впливає на морфо-біологічні властивості рослин, їх морозо- та зимостійкість,а також на розвиток хвороби, розмноження шкідників і розповсюдження бур'янів, вилягання і, відповідно, на продуктивність та якість зерна озимих культур.

За сівби озимих культур у різні строки спостерігаються різні: температура повітря, сума активних температур, тривалість дня, кількість опадів. Тому в основу розробки технологій вирощування озимих зернових культур із високими якостями насіння нових сортів озимої пшениці та озимого ячменю покладено диференційований підхід до вивчення оптимальних строків сівби для кожного окремого сорту [5–8].

Зниження врожаю від порушення кращих агротехнічних строків сівби озимих зернових культур пояснюється низкою причин. За сівби в ранні строки рослини розвивають велику надземну масу, сильно кущаться, дуже вражаються хворобами та шкідниками, переростають і старіють, що зумовлює їх знижену зимостійкість, зважаючи на втрату здібності до загартовування. Посіви значно зріджуються протягом весняно-літньої вегетації, що призводить до значного зниження продуктивності [9; 10].

На думку багатьох науковців, «головним фактором, що лімітує процеси росту в пшениці озимої після сходів, є необхідність у яровизації і фотоперіодична чутливість. У сортів традиційної селекції, які створені без участі ярих форм південного походження, є здатність до яровизації не тільки на холоді, а й за помірно високих температур (+16-+18º) в короткому дні» [11–14].

За повідомленням М. Литвиненко, С. Лифенко, інтенсивні та універсальні нові сорти озимої пшениці мають скорочений період яровизації та низьку фотоперіодичну чутливість, на відміну старих сортів, які відрізняються тривалим періодом яровизації та великою фотоперіодичною чутливістю. Нові сорти мають скорочені фази онтогенезу, швидко розвиваються восени, тому вони дуже чутливі до ранніх строків сівби. З огляду на це, для них кращий термін початку сівби – на п'ять-вісім днів пізніше, ніж це було раніше для старих сортів [15].

І. Нетіс і В. Ремесло у своїх працях висвітлювали те, що «навесні з відновленням весняної вегетації починається другий період розвитку озимих культур, який завершується плодоношенням і відмиранням рослин. Після відновлення рослини відростають і продовжують кущитися». Вони рахували, що «за дату відновлення весняної вегетації прийнято вважати перехід середньодобової температури повітря через 5°С у бік її підвищення, а також відростання надземних органів рослин і вузлових коренів пшениці озимої, які можна побачити неозброєним оком»[16; 17].

Строки сівби озимих зернових культур, зокрема озимої пшениці та озимого ячменю, у різних ґрунтово-ландшафтних зонах України коливаються в межах: кінець серпня – вересень – початок жовтня. Але зміна клімату в бік потепління, повторюваність посухи в осінній і весняно-літній періоди, подовження тривалості осінньої вегетації озимих культур, дуже холодні зими, які супроводжуються відлигами й опадами з потеплінням, які сприяють вегетації рослин декілька разів за зиму, – усе це викликає необхідність продовжувати дослідження щодо уточнення строків сівби та вивчення їх впливу на врожайність з урахуванням погодних умов року та реакції на них сортів-інновацій з інтенсивним стартовим ростом [18–19].

Постановка завдання. Мета досліджень – випробувати та адаптувати до умов регіону інноваційні технології виробництва зерна пшениці озимої та ячменю озимого нових сортів щодо забезпечення генетично-потенційного рівня урожайності і якості зерна.

*Методика досліджень***.** Дослідження проводили у 2019–2020 рр. на полях Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції НААН.

Схема досліду представлена в таблицях 1 і 2.

Таблиця 1

Пшениця озима м'яка і тверда (2019–2020 рр.)

Сорт	Рік реєстрації	Дата сівби			
		25.09	05.10	15.10	25.10
Житниця одеська (м'яка)	2016	1	11	21	31
Ліра одеська (м'яка)	2013	2	12	22	32
Мудрість одеська (м'яка)	2015	3	13	23	33
Кантата одеська (м'яка)	2016	4	14	24	34
Оранта одеська (м'яка)	2017	5	15	25	35
Наснага (м'яка)	2015	6	16	26	36
Перепілка (м'яка)	2016	7	17	27	37
Кнопа (м'яка)	2014	8	18	28	38
Шляхетний (тверда)	2017	9	19	29	39
Блискучий (тверда)	2018	10	20	30	40

Таблиця 2

Ячмінь типово озимий і дворучка (2019–2020 рр.)

Сорт	Рік реєстрації	Дата сівби			
		25.09	05.10	15.10	25.10
Академічний (типово озимий)	2012	1	11	21	31
Айвенго (дворучка)	2011	2	12	22	32
Дев'ятий вал (дворучка)	2014	3	13	23	33
Достойний (дворучка)	2006	4	14	24	34
Валькірія (дворучка)	2018	5	15	25	35
Буревій (типово-озимий)	2013	6	16	26	36
Зимовий (типово-озимий)	2005	7	17	27	37
Снігова королева (дворучка)	2014	8	18	28	38
Крікс	-	9	19	29	39
Вінтмальт	2009	10	20	30	40

Основний метод – польовий, який доповнювався аналітичними дослідженнями, вимірами, підрахунками і спостереженнями відповідно до загальноприйнятих методик та методичних рекомендацій у землеробстві і рослинництві. Облік урожаю суцільний за допомогою Сампо-500.

Виклад основного матеріалу досліджень Важливий резерв підвищення врожайності озимих зернових культур – це строки сівби.

Наші дослідження свідчать (табл. 3), що строки сівби впливають на рівень урожайності пшениці озимої.

Аналіз результатів дослідження показує, що за 2-го строку сівби (05.10) отримано найбільший урожай – 3,20 т/га. Різниці між урожайністю за сівби 15 вересня і 5 жовтня становить за 10 сортами 0,61 т/га. Порівняно із сівбою 25 вересня при-

ріст урожайності становить 0,43 т/га. Із цих результатів випливає висновок, що сіяти пшеницю озиму потрібно 5 жовтня.

Таблиця 3

Урожайність зерна сортів пшениці озимої залежно від строків сівби, т/га (середнє за 2019–2020 рр.)

№ п/п	Сорт (А)	Строки сівби (В)				Середнє
		25.09	05.10	15.10	25.10	
1	Житниця одеська *(м'яка)*	2,60	2,89	2,21	2,02	2,43
2	Ліра одеська *(м'яка)*	2,67	2,95	2,49	2,28	2,60
3	Мудрість одеська *(м'яка)*	1,96	3,43	2,72	2,49	2,65
4	Кантата одеська *(м'яка)*	2,78	3,09	2,59	2,34	2,70
5	Оранта одеська *(м'яка)*	3,07	3,39	2,78	2,49	2,93
6	Наснага *(м'яка)*	3,40	3,70	3,06	2,72	3,22
7	Перепілка *(м'яка)*	3,05	3,49	2,64	2,40	2,90
8	Кнопа *(м'яка)*	3,41	3,52	2,98	2,62	3,13
9	Шляхетний *(тверда)*	2,59	2,97	2,36	2,18	2,53
10	Блискучий *(тверда)*	2,21	2,52	2,03	1,65	2,10
Середнє		2,77	3,20	2,59	2,32	2,72
%, до строку сівби 25 вересня		100	115,5	93,5	83,8	-
НСР05, т/га		А- 0,17; В- 0,17; АВ – 0,34				

Найвищий урожай сформували в середньому за 2 роки за сівби 5 жовтня такі сорти: Наснага (3,22 т/га), Кнопа (3,13 т/га), Оранта одеська (2,93 т/га), Кантата одеська (2,70 т/га). Мінімальний урожай сформовано у сорту твердої пшениці Блискучий (2,10 т/га).

За сівби 25 вересня врожайність зерна пшениці озимої була нижче на 15,5%, за сівби 15 жовтня – на 19,1%, за сівби 25 жовтня – на 27,5% порівняно зі строком сівби 5 жовтня. Різниця в урожаю зерна деяких сортів не є суттєвою (Житниця одеська – 2,43, Ліра одеська – 2,60, Кантата одеська – 2,70, Шляхетний– 2,3 т/га та ін.).

Наші дослідження свідчать, що різні сорти пшениці озимої, які занесені в реєстр у різні терміни і які мають різні потреби в яровізаційних умовах і фоточутливості, реагують неоднаково на однакові абіотичні умови в межах кожного строку сівби. Так, наприклад, сорт Наснага за сівби 25 вересня сформував урожайність зерна на рівні 3,24 т/га, а сорт Житниця одеська – 2,43 т/га, тобто різниця становить 0,79 т/га.

У середньому за два останні роки досліджень (2019 і 2020 рр.) ячмінь (типово озимий і дворучка) сформував вищий урожай за сівби 5 жовтня (табл. 4), тобто в ті ж строки, що і пшениця озима.

За сівби 5 жовтня одержано в середньому за 10-ма сортами 2,60 т/га зерна. Але сорт Дев'ятий вал сформував найвищу врожайність (3,09 проти 2,67 т/га) за строку сівби 25 вересня.

Найбільший урожай за цього строку сівби мали такі сорти: Снігова королева – 3,43 т/га, Достойний – 3,32 т/га і Академічний – 2,88 т/га. Найменший урожай був сформований сортом Крікс, який становив 1,88 т/га.

Таблиця 4

Урожайність зерна сортів ячменю озимого залежно від строків сівби, т/га (середнє за 2019–2020 рр.)

Сорт	Строки сівби				Середня
	25.09	5.10	15.10	25.10	
Академічний (типово озимий)	3,06	3,38	2,71	2,35	2,88
Айвенго (дворучка)	2,64	3,02	2,34	2,03	2,51
Дев'ятий вал (дворучка)	3,09	2,67	2,31	1,99	2,52
Достойний (дворучка)	3,50	3,86	3,11	2,80	3,32
Валькірія	2,89	3,31	2,52	2,21	2,73
Буревій (типово озимий)	2,54	2,89	2,22	1,86	2,38
Зимовий (типово озимий)	2,44	2,81	2,11	1.79	2,29
Снігова королева (дворучка)	3,73	4,25	3,26	2,48	3,,43
Крікс	1,94	2,24	1,78	1,56	1,88
Вінтмальт	2,26	2,45	1,84	1,61	2,04
Середнє	2,81	3,09	2,42	2,07	2,60
%, до строку сівби 25 вересня	100	110,0	86,1	73,7	-
НСР05	А- 0,20; В – 0,20; АВ – 0,4				

Строк сівби 25 вересня в середньому знизив урожай зерна на 10,0%, строк сівби 15 жовтня знизив урожай ще більше – на 21,7% (порівняно зі строком сівби 5 жовтня). Найгірший результат отримано за строку сівби 25 жовтня. Тут зниження урожайності склало 43,0%.

Усереднені дані за урожайністю 10-ти сортів пшениці озимої і 10-ти сортів ячменю озимого показують, що оптимальні погодні умови для росту і розвитку рослин, для формування зерна склалися 5 жовтня. Пізні строки сівби (25 жовтня) значно зменшують урожай зерна в обох культурах, що вивчаються у дослідах.

Висновки. Проведені дослідження й отримані експериментальні дані дозволяють зробити такі висновки:

1. Вищі урожаї одержано за сівби 5 жовтня у всіх сортів пшениці озимої, які вивчалися. При цьому строку сівби врожайність була вище на 15,5% порівняно зі строком сівби 25 вересня, на 19,1% – 15 жовтня і на 27,5% – 25 жовтня.

2. Найвищий урожай сформували (середнє за 2019–2020 рр.) за сівби 5 жовтня такі сорти: Наснага (3,22 т/га), Кнопа (3,13 т/га), Оранта одеська (2,93 т/га), Перепілка (2,90 т/га). Мінімальний урожай сформовано у сорту твердої пшениці Блискучий (2,10 т/га).

3. Ячмінь (типово озимий і дворучка) формує вищий урожай (середнє за 2019–2020 рр.) за сівби 5 жовтня, тобто в ті ж строки, що і пшениця озима. За сівбі 5 жовтня одержано в середньому за 10-ма сортами 3,09 т/га зерна. При цьому строку сівби врожайність була вище на 10,0% порівняно зі строком сівби 25 вересня, на 21,7% –15 жовтня і на 43,0% – 25 жовтня.

4. Найбільший урожай при цьому строку сівби мали такі сорти: Снігова королева – 3,43 т/га, Достойний – 3,32 т/га і Академічний – 2,88 т/га. Найменший урожай був сформований сортом Крікс, який становив 1,88 т/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Агрометеорологический справочник по Одесской области. Ленинград : Гидрометеоиздат, 1958. 246 с.

2. Нетіс І. Т. Пшениця озима на півдні України : монографія. Херсон : Олді-плюс, 2011. 460 с.

3. Адаменко І.А. Изменение урожайности и качества зерна в период изменения климата: научное издание. *Хранение и переработка зерна*. 2007. № 9. С. 26–29.

4. Щербаков В.Я., Лазер П.Н., Яковенко Т.М. та ін. Система заходів посівного комплексу для польових культур : навч. посібник. Херсон : «Айлант», 2006. 396 с.

5. Друз'як В.Г. Строки сівби як елемент адаптивної селекції озимої пшениці. *Адаптивная селекция растений. Теория и практика*: тезиси междунар. конф. 11–14 ноября 2002 г. Харьков : ИР им. В.Я. Юрьева. 2002. С. 39–40.

6. Друз'як В.Г. Вплив строків сівби нових сортів озимої м'якої пшениці на урожайність зерна. *Аграрний вісник Причорномор'я*: зб. наук. праць-Біологічні та сільськогосподарські науки. Одеса : ОДАУ, 2002. Вип. 18. С. 15–16.

7. Лифенко С.Ф., Литвиненко М.О. Досягнення в селекції пшениці озимої м'якої. *Вісник аграрної науки.* 2000. № 12. С. 15–16.

8. Стельмах А.Ф.,Литвиненко М.А., Файт В.І. Яровизаційна потреба та фоточутливість сучасних генотипів озимої м'якої пшениці: зб. наук. праць. Одеса : СГІ-НАЦ НАІС, 2004. Вип. 5 (45). С. 118–127.

9. Зубець М.В. Наука для того, щоб перемагати екстремальні умови. Науково-практичні підходи до ведення сільського господарства за екстремальних погодних умов: матеріали позачергової сесії загальних зборів УААН. Київ : Аграрна наука, 2003. С. 3.

10. Маклаидуев Х.А., Ханкев Ю.Д. Влияние сроков сева и норм высева на урожай и качество зерна твердой пшеницы. *Зерновые культуры*. 1997. № 1. С. 4–5.

11. Булавка Н.В. Наследование длины стадии яровизации некоторых озимых сортов мягкой озимой пшеницы мироновской селекции: бюл. ВНИИ растениеводства. 1980. № 98. С. 62–63.

12. Булавка Н.В. Изучение разнообразия мироновских сортов озимой пшеницы по длине стадии яровизации. Приемы и методы повышения урожайности полевых культур. 1981. С. 78–79.

13. Булавка Н.В. Наследование различной потребности в яровизации при скрещивании озимых сортов мягкой пшеницы: тр. по приел. ботанике, генетике и селекции. Т. 95, 1984. С. 37–41.

14. Долгушин Д.А. Новые данные о стадийном развитии озимых растений. Тезисы докладов сотрудников ВСГИ на научно-методическом совещании по применению и дальнейшему развитию мичуринских методов в селекции с.-х. растений. Одесса. 1962. С. 3–5.

15. Литвиненко М.А., Лифенко С.Ф. Вплив строків сівби і сублетальних зимових температур на виживаємість та врожайність озимої пшениці. *Вісник аграрної науки*. 2004. № 5. С. 27–31.

16. Нетіс І.Т. Наукове обґрунтування та розробка енергозберігаючих технологій вирощування озимої м'якої і твердої пшениці на зрошуванних землях півдня України автореф. … док. с. – г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво» Херсон, 1998. 34 с.

17. Ремесло В.Н. Селекция и сортовая агротехника пшеницы интенсивного типа. Москва : Колос. 1982. 304 с.

18. Нетис И.Т. Критическая влага для озимой пшеницы. *Зерно.* 2009. № 1. С. 41–46.

19. Агротехническое обоснование оптимальных сроков сева, норм высева озимого ячменя, обеспечивающих получение максимально возможного урожая в Ростовской области. Современные принципы и методы селекции ячменя/за ред. Алабушев А.В., Янковский Н.Г., Филиппов Е.Г. и др. Краснодар : Краснод. науч.-исслед. ин-т сел. хоз-ва, 2007. С. 172–179.

УДК 631.95:631.815
DOI https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.119.8

БІОЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО З ВИКОРИСТАННЯМ НОВИХ БІОДОБРИВ НА ОСНОВІ ОСАДІВ СТІЧНИХ ВОД

Крутякова В.І. *– к.е.н., директор,*
Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка»
Національної академії аграрних наук України
Пиляк Н.В. *– завідувач науково-дослідного сектору,*
Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка»
Національної академії аграрних наук України
Нікіпелова О.М. *– д.хім.н., професор, завідувач науково-дослідної лабораторії,*
Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка»
Національної академії аграрних наук України

У роботі представлено результати оцінки біоенергетичної ефективності використання нових біодобрив, які отримано шляхом компостування осадів стічних вод (далі – ОСВ) станцій біологічної очистки (далі – СБО) «Південна» та «Північна» м. Одеса з додаванням рослинних наповнювачів (солома пшениці озимої та лушпиння насіння соняшника) за участі фосфатмобілізувальної бактерії Microbacterium barkeri ЛП-1 (M.b.).

В основу розрахунків покладено показники продуктивності кукурудзи, що одержано в трирічному польовому досліді, який проведено на базі Цебриківського наукового біосектору ІТІ «Біотехніка» НААН України (смт Цебрикове Великомихайлівського району Одеської області).

Ґрунт дослідного поля – чорнозем звичайний середньогумусний, який характеризується такими агрохімічними показниками, як уміст гумусу – 3,67%; рухомих форм азоту – 14,2 мг/кг; фосфору – 52,4 мг/кг; калію – 601,2 мг/кг; pH (вод.) 7,4.

Площа посівної ділянки – 272 м^2 (розміри ділянки – 17 м х 16 м), облікової – 210 м^2 (розміри ділянки – 14 м х 15 м), повторність варіантів у досліді шестиразова з їх рендомізованим розміщенням. Культура в досліді: кукурудза на зерно (середньостиглий гібрид Піонер).

Із метою визначення енергетичної ефективності застосування біодобрива під час вирощування зерна кукурудзи порівняно загальні витрати антропогенної енергії на виробництво з енергією отриманого врожаю.

За результатами досліджень вирощування кукурудзи на зерно з використанням нових біодобрив характеризувалось дуже високою ефективністю вирощування за всіма видами добрив (від 9,53 до 12,00). Так, під час використання ОСВ СБО «Північна» $К_{ее}$ становив 11,05, що на 20,60% більше, ніж у контролі, а під час використання біодобрива на основі ОСВ СБО «Північна» за участі Microbacterium barkeri ЛП-1 з додаванням соломи $К_{ее}$ становив 11,90, під час додавання лушпиння насіння соняшника – 12,00, що більше контролю на 24,80% та 25,90% відповідно. Перевагу над контролем забезпечувала також урожайність, яка була вищою за контроль у всіх варіантах досліду.

Крім того, слід зазначити, що зі зростанням витрат антропогенної енергії на вирощування кукурудзи зростав показник енергоємності врожаю. Це можна пояснити наявністю в добривах рослинних наповнювачів, особливо фосфатмобілізувальної бактерії Microbacterium barkeri ЛП-1.

Таким чином, за результатами досліджень установлено, що найбільший енергетичний коефіцієнт спостерігається під час вирощування кукурудзи на зерно за внесення біодобрив на основі ОСВ СБО «Північна» – 11,9 з соломою пшениці озимої та 12,0 з лушпинням насіння соняшника.

Ключові слова: *зернові культури, сільськогосподарського виробництво, станції біологічної очистки, солома пшениці озимої, лушпиння насіння соняшника, фосфатмобілізувальна бактерія Microbacterium barkeri ЛП-1.*

Krutyakova V.I., Pilyak N.V., Nikipelova O.M. Bioenergetic efficiency of growing corn for grain using new biofertilizers based on sewage sludge

The paper presents the results of evaluation of bioenergy efficiency of new biofertilizers obtained by composting sewage sludge (SS) of biological treatment plants (BTP) 'Southern' and 'Northern' in Odessa with the addition of plant fillers (winter wheat straw and sunflower seed husk). with the participation of phosphate-mobilizing bacteria Microbacterium barkeri LP-1 (M.b.).

The calculations are based on the indicators of corn productivity, which was obtained in a three-year field experiment conducted on the basis of Tsebrykivsky scientific biosector ETI 'Biotekhnika' NAAS of Ukraine (Tsebrykove village, Velykomykhailivsky district, Odessa region).

The soil of the experimental field is ordinary medium humus chernozem, which is characterized by the following agrochemical parameters: humus content – 3.67 %; mobile forms of nitrogen – 14.2 mg / kg; phosphorus – 52.4 mg / kg; potassium – 601.2 mg / kg; pH (aq) 7.4.

The area of the sown plot is 272 m^2 (plot size is 17 m x 16 m), the recording area is 210 m^2 (plot size is 14 m x 15 m), the repetition of variants in the experiment is six times with their randomized placement. Crop in the experiment: corn for grain (mid-season hybrid Pioneer).

In order to determine the energy efficiency of biofertilizer in the cultivation of corn grain, the total cost of anthropogenic energy for production was compared with the energy of the harvest.

According to the research results, the cultivation of corn for grain using new biofertilizers was characterized by a very high efficiency of cultivation for all types of fertilizers – from 9.53 to 12.00. Thus, when using SSs BTP 'Northern', K_{ee} was 11.05, which is 20.60 % more than in the control, and when using biofertilizers based on SSs BTP 'Northern' with the participation of Microbacterium barkeri LP-1 with the addition of straw, K_{ee} was 11.90, with the addition of sunflower seed husks – 12.00, which is respectively more than control by 24.80 % and 25.90 %. The advantage over control was also provided by the yield, which was higher than the control in all variants of the experiment.

In addition, it should be noted that with the increase in the cost of anthropogenic energy for growing corn, the energy intensity of the crop increased. This can be explained by the presence in fertilizers of plant fillers and, in particular, the phosphate-mobilizing bacterium Microbacterium barkeri LP-1.

Thus, according to the results of research, it was found that the highest energy factor is when growing corn for grain with the application of biofertilizers based on SSs BTP Northern' – 11.9 with straw of winter wheat and 12.0 with husks of sunflower seeds.

Key words: *grain crops, agricultural production, biological treatment of plants, winter wheat straw, sunflower seed husk, phosphate-mobilizing bacterium Microbacterium barkeri LP-1.*

Постановка проблеми. Головне завданням землеробства – підвищення його продуктивності на основі відновлення родючості ґрунтів та раціонального їх використання. Раціональні методи використання ґрунтів повинні забезпечувати економічно і екологічно стійкі врожаї, які можуть бути досягнуті тільки за умов збереження або відновлення родючості ґрунтів [1]. В останнє десятиріччя внесення добрив та інших засобів хімізації різко скоротилося, внаслідок чого падає родючість ґрунтів [2].

Але зростає інтерес до органічного сільського господарства, особливо порівняно з традиційним. За органічного землеробства внесення органічних добрив сприяє активізації діяльності ґрунтової мікрофлори, а після їх мінералізації проходить насичення ґрунту живильними речовинами, які використовують рослини [3].

Основними критеріями для визначення доцільності впровадження у сільськогосподарське виробництво нових біодобрив є їх економічна та біоенергетична ефективність.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В Україні проводяться дослідження щодо підтвердження ефективності застосування органічних добрив, мікробіологічних препаратів у технологіях вирощування кукурудзи на зерно [4–11]. Загалом, для землеробства найважливішим є визначення біоенергетичної ефективності [12–14] з урахуванням урожайності сільськогосподарських культур.

Аналіз енергоємності сільськогосподарського виробництва дає можливість порівняти й оцінити різні технології, вибрати найбільш ресурсно та енергетично економічні і перспективні [13].

Постановка завдання. Для отримання високих врожаїв сільськогосподарських культур необхідно створити сприятливі умови в ґрунті для росту і розвитку рослин, що можливо за умов використання органічних та мінеральних добрив. Розробка сучасних систем удобрення передбачає максимально повне задоволення потреб рослин в елементах мінерального живлення. Однак вирішення цього завдання тільки за рахунок внесення дорогих мінеральних добрив часто знижує конкурентоспроможність сільгоспвиробництва. Сьогодення вимагає розробки таких технологій вирощування сільськогосподарських культур, які б давали високий економічний та біоенергетичний ефект із найменшими витратами електроенергії, паливно-мастильних матеріалів.

Виклад основного матеріалу досліджень. В основу розрахунків покладено показники продуктивності кукурудзи, що одержано в трирічному польовому досліді, який проведено на базі Цебриківського наукового біосектору інституту (смт Цебрикове Великомихайлівського району Одеської області).

Ґрунт дослідного поля – чорнозем звичайний середньогумусний, який характеризується такими агрохімічними показниками, як уміст гумусу – 3,67%; рухомі форми азоту – 14,2 мг/кг; фосфору – 52,4 мг/кг; калію – 601,2 мг/кг; pH (вод.) – 7,4.

Нові біодобрива отримано шляхом компостування осадів стічних вод (далі – ОСВ) станцій біологічної очистки (далі – СБО) «Південна» та «Північна» м. Одеса з додаванням рослинних наповнювачів (солома пшениці озимої та лушпиння насіння соняшника) за участі фосфатмобілізувальної бактерії *Microbacterium barkeri ЛП-1* (*M.b.*).

Дослідження проводили за такою схемою:

1 – без удобрення (контроль); 2 – ОСВ СБО «Південна» у дозі за Nзаг. 100 кг/га; 3 – ОСВ СБО «Північна» у дозі за Nзаг. 100 кг/га; 4 – компост СБО «Південна» у дозі за Nзаг. 100 кг/га + солома пшениці озимої + *M.b.*; 5 – компост СБО «Південна» у дозі за Nзаг. 100 кг/га + лушпиння насіння соняшника + *M.b.*; 6 – компост СБО «Північна» у дозі за Nзаг. 100 кг/га + солома пшениці озимої + *M.b.*; 7 – компост СБО «Північна» у дозі за Nзаг. 100 кг/га + лушпиння насіння соняшника + *M.b.*

Площа посівної ділянки – 272 м^2 (розміри ділянки – 17 м х 16 м), облікової – 210 м^2 (розміри ділянки – 14 м х 15 м), повторність варіантів у досліді шестиразова з їх рендомізованим розміщенням. Культура в досліді: кукурудза на зерно (середньостиглий гібрид Піонер).

Визначення оцінки енергетичної ефективності елементів технології вирощування кукурудзи на зерно розраховували за технологічними картами та відповідними методиками [12; 13]. Для цього технологічні операції (час роботи техніки та знарядь) і витрати ресурсів, що були використані для економічної оцінки, було перераховано в енергетичні еквіваленти. Ціни на ресурси і сільськогосподарську продукцію середньорівневі на 2020 р.

Одним із важливих видів ефективності виробництва є енергетична ефективність. У сучасних умовах ведення сільськогосподарського виробництва, де постійно змінюються ціни на ресурси, економічна оцінка не завжди може об’єктивно відобразити ефективність технології вирощування, тому велике значення в урахуванні всіх енергозатрат має вміст валової та обмінної енергії, порівняння приходу енергії, акумульованої в урожаї, із сукупною енергією, витраченою на вирощування і збирання врожаю [11]. Сутність енергетичного аналізу заснована

на тому, що ні натуральні, ні вартісні показники економічної ефективності вирощування кукурудзи на зерно не дають повного уявлення про допустимий (нормативний) і фактичний рівень загальних енерговитрат на повний обсяг механізованих робіт та затрат людської праці.

Більш об'єктивну і стабільну оцінку ефективності системи удобрення забезпечують енергетичні параметри їх використання. Універсальним показником біоенергетичної ефективності технології вирощування кукурудзи на зерно є співвідношення енергії акумульованої в продукції та витраченої на її отримання (антропогенної) – коефіцієнт енергетичної ефективності $К_{ее}$. Тому метою енергетичної оцінки досліджуваних елементів технології вирощування є визначення окупності витрат сукупної енергії, що накопичена врожаєм, а також виявлення рівня енергоємності отриманої продукції. Усі види трудових і технологічних витрат при цьому визначаються в енергетичних одиницях (еквівалентах), що відображають кількість невідновлюваної енергії, що визначається кілокалоріями або джоулями.

Із метою визначення енергетичної ефективності застосування біодобрив під час вирощування зерна кукурудзи було порівняно загальні витрати антропогенної енергії на виробництво з енергією отриманого урожаю (табл. 1).

Таблиця 1

Показники біоенергетичної ефективності застосування біодобрива на основі ОСВ

Показники	Контроль	Добриво		Добриво за участі *Microbacterium barkeri ЛП-1*			
				солома		лушпиння	
		ОСВ СБО «Південна»	ОСВ СБО «Північна»	СБО «Південна»	СБО «Північна»	СБО «Південна»	СБО «Північна»
Урожайність, т/га	4,5	5,2	5,5	6,0	6,7	6,0	6,8
Витрати антропогенної енергії, МДж / га	7264,4	7662,8	7662,5	8662,3	8657,4	8662,3	8657,4
Енергоємність урожаю, МДж / га	69300,0	80080,0	84700,0	92400,0	103180,0	92400,0	104720,0
Коефіцієнт енергетичної ефективності	9,53	10,40	11,05	10,60	11,90	10,60	12,00

За [14] при $К_{ее}$ менше 2 – виробництво неефективне, 2-4 – ефективність низька, 4–6 – середня, 6–8 – висока, більше 8 – дуже висока. Таким чином, вирощування кукурудзи на зерно з використанням нових біодобрив характеризувалось дуже високою ефективністю вирощування за всіма видами добрив (від 9,53 до 12,00). Так, за умов використання ОСВ СБО «Північна» $К_{ее}$ становив 11,05, що на 20,60% більше, ніж у контролі, а під час використання біодобрива на основі ОСВ СБО «Північна» за участі *M.b.* з додаванням соломи $К_{ее}$ становив 11,90, під час додавання лушпиння насіння соняшника – 12,00, що більше контролю на 24,80% та 25,90% відповідно. Перевагу над контролем забезпечувала також урожайність, яка була вищою за контроль у всіх варіантах досліду. Крім того, слід зазначити, що зі зростанням витрат антропогенної енергії на вирощування кукурудзи зростав

показник енергоємності врожаю. Це можна пояснити наявністю в добривах рослинних наповнювачів, особливо, фосфатмобілізувальної бактерії *M.b.*

За результатами досліджень установлено, що найбільший енергетичний коефіцієнт отримується під час вирощування кукурудзи за внесення біодобрив на основі ОСВ СБО «Північна» – 11,9 із соломою пшениці озимої та 12,0 з лушпинням насіння соняшника.

Таким чином, найбільш ефективним продуцентом енергії у досліді є кукурудза на зерно, вирощена під час використання біодобрив на основі ОСВ СБО «Північна» за участі *Microbacterium barkeri ЛП-1* з рослинними наповнювачами, яка накопичувала найбільше енергії 103180,0 МДж/га і 104720,0 МДж/га.

Висновки і пропозиції. Вирощування кукурудзи на зерно в умовах Південного Степу України з використанням біодобрив на основі ОСВ СБО «Південна» та «Північна» м. Одеса з рослинними наповнювачами (солома пшениці озимої та лушпиння насіння соняшника) за участі фосфатмобілізувальної бактерії *Microbacterium barkeri ЛП-1* є енергетично прибутковим. З енергетичної точки зору найбільш прибутковими є біодобрива на основі ОСВ СБО «Північна». Показано, що коефіцієнт енергетичної ефективності (11,90 та 12,00) вирощування кукурудзи на зерно перебуває в безпосередній залежності від її врожайності (6,70 т/га та 6,80 т/га відповідно). Із метою підвищення енергетичної ефективності вирощування кукурудзи на зерно доцільно використовувати біодобрива на основі ОСВ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Elke Jurandy, Bran Nogueira Cardoso, Rafael Leandro Figueiredo Vasconcellos, Daniel Bini etc. Soil health: looking for suitable indicators. What should be considered to assess the effects of use and management on soil health? *Sci. agric.* (Piracicaba, Braz.) 2013; 70(4) Piracicaba July/Aug. https://doi.org/10.1590/S0103-90162013000400009
2. Василенко М.Г., Стадник А.П. Агроэкологическое обоснование применения новых отечественных удобрений и регуляторов роста растений в агроэкосистемах. За научн. ред. акад. НААН О.И. Фурдичко. Винница : ООО «ТВОРИ», 2019. 340 с.
3. S. K. Das, Banabehari Jana. Pond Fertilization Regimen. *Journal of Applied Aquaculture*, March 2003. 13 (1-2). P. 35–66. DOI: 10.1300/J028v13n01_03
4. Крестьянінов Є.В., Єрмакова Л.М., Антал Т.В. Економічна та енергетична ефективність вирощування кукурудзи залежно від мінеральних добрив та позакореневого підживлення посівів. *Наук. доповіді НУБіП України*. 2020. № 5 (87). DOI: http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2020.05.006
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. Baoyuan Zhoua, Xuefang Suna, Dan Wangb, Zaisong Dinga, Congfeng Lia, Wei Maa, Ming Zhaoa. Integrated agronomic practice increases maize grain yield and nitrogen use efficiency under various soil fertility conditions. *The Crop Journal*. August 2019. Vol. 7. Issue 4. P. 527-538. DOI: https://doi.org/10.1016/j.cj.2018.12.005.
7. Волкогон В.В., Бердников А.Н., Лопушняк В.И. Экологические аспекты систем удобрения сельскохозяйственных культур. Под ред. В.В. Волкогона. Киев : Аграр. наука, 2019. 264 с.
8. Bala Rathinasabapathi, Xue Liu, Yue Cao, Lena Q. Ma. Phosphate-solubilizing Pseudomonads for improving crop plant nutrition and agricultural productivity. *Crop Improvement Through Microbial Biotechnology*. 2018. P. 363–372.
9. Park J., Bolan N., Mallavarapu M., Naidu R. Enhancing the solubility of insoluble phosphorus compounds by phosphate solubilizing bacteria. 19-th World Congres of Soil Science, Brisbane, Australia, 2010. P. 65–68.

10. Гарькавий А.Д., Петриченко В.Ф., Спірін А.В. Конкурентоспроможність технологій і машин : Навчальний посібник. Вінниця : ВДАУ – «Тірас», 2003. 68 с.

11. Тараріко Ю.О., Глущенко Л.Д. Вплив систематичного застосування органічних і мінеральних добрив на біологічні процеси та гумусний стан чорнозему типового. *Вісник аграрної науки*. 2002. № 11. С. 18–20.

12. Смаглій О.Ф., Малиновський А.С., Кардашов А.Т. та ін. Енергетична оцінка агросистем. Житомир : Волинь, 2004. 132 с.

13. Медведовський О.К., Іваненко П.І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ : Урожай, 1988. 206 с.

14. Тараріко Ю.О., Несмашна О.Є., Глущенко Л.Д. Енергетична оцінка систем землеробства і технологій вирощування сільськогосподарських культур: методичні рекомендації. Київ : Нора-прінт, 2001. 59 с.

УДК 631.584.4:631.811.1.2:6333.85
DOI https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.119.9

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЄКТ ВИРОЩУВАННЯ ДВОХ УРОЖАЇВ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР НА РІК НА ОДНІЙ ПЛОЩІ ЗА ЗРОШЕННЯ В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

Минкін М.В. *– к.с.-г.н., доцент кафедри землеробства,*
Херсонський державний аграрно-економічний університет

Мета. *У дослідженнях необхідно встановити доцільну систему обробітку ґрунту та оптимальний рівень мінерального живлення під час вирощування соняшнику в повторних посівах після озимого ріпака на насіння і рекомендувати науково обґрунтовані прийоми вирощування цих культур у виробництво.*

Методи: *польовий, аналітичний, розрахунково-порівняльний, математичної статистики.*

Результати досліджень*. Агротехніка вирощування озимого ріпака передбачає розміщення його в сівозмінах за кращими попередниками. Найбільші врожаї ріпаку одержують під час підтримання за допомогою вегетаційних поливів вологості ґрунту в шарі 0,7 м не нижче 70–75% НВ, для чого в умовах Півдня України слід провести 2–3 поливи нормою 450–500 м^3/га.*

У технології вирощування двох урожаїв олійних культур в рік на одному полі відповідальним моментом є своєчасне збирання ріпака. Під час жнивування цієї культури слід дотримуватися такого: не допускати втрат олієнасіння, проводити збирання в більш ранні строки, залишати на полі мінімальну кількість стерні та вегетативної маси. Цим вимогам відповідає роздільний метод збирання.

Агротехніка вирощування післяжнивного соняшника має свої особливості.

Вирощування соняшнику в післяжнивних посівах під час зрошення має сполучатися з кращими умовами живлення рослин. Дослідами, проведеними на темно-каштанових середньо-суглинистих ґрунтах, встановлена раціональна доза добрив у таких посівах соняшника, як N-90, P-90.

Висновки і пропозиції. *Агрокліматичні і ґрунтові умови зрошуваної зони Півдня України дозволяють успішно комбінувати вирощування ріпака озимого з післяжнивними посівами соняшнику на олієнасіння.*

Загальна продуктивність двох урожаїв олійних культур на рік свідчить про високі показники використання зрошуваної ріллі, збільшення коефіцієнта використання вегетаційного періоду і валового виробництва сільськогосподарської продукції. У розробленому агротехнічному комплексі за умов додержання рекомендованих агротехнічних прийомів сумарна урожайність насіння становить 60–63 ц/га, що еквівалентно 22–23 ц олії і 38–39 ц макухи.

Ключові слова: *зрошення, соняшник, ріпак озимий, система обробітку ґрунту, добрива.*

Mynkin M.V. A technological project on getting two yields of oil crops per year on the same area of irrigated land under the conditions of Southern Ukraine

Objective*. In our investigations it is necessary to establish an appropriate soil tillage system and the optimal level of mineral nutrition in the cultivation of sunflower after winter rape for seeds and recommend scientifically substantiated techniques of growing these crops.* ***Methods:*** *Field, analytical, calculation and comparative, mathematical statistics.* ***Research results****. Agrotechnics of cultivating winter rape involves primarily placing it in crop rotations after the best forecrops. The highest rape harvests are obtained by maintaining soil moisture level of not less than 70-75% LH (with vegetative irrigation in a layer of 0.7 m); for this, under the conditions of the south of Ukraine, we should have 2-3 waterings at a rate of 450-500 m3 / ha. In the technology of growing two crops of oilseeds a year on the same field, the responsible moment is the timely haresting of rape. When harvesting this crop, it is necessary to adhere to the following: not to allow losing oilseeds; to harvest at earlier time; leave the minimum stubble and vegetative mass in the field. These requirements are met by the separate method of harvesting. Agrotechnics of the cultivation of sunflower as a stubble crop has its own features. It should be combined with the best conditions of plant nutrition. Experiments conducted on dark chestnut medium-loamy soils, determined a rational dose of fertilizers in such sunflower crops – N-90, P-90.*

Conclusions and suggestions*. The agro-climatic and soil conditions of the irrigated zone of the south of Ukraine allow us to successfully combine the cultivation of winter rape with the post-harvest growing of oilseed sunflower.*

The overall productivity of two oil crops per year indicates high performance of irrigated arable land, an increase in the coefficient of use of the growing season and gross production of agricultural products. In the developed agrotechnical complex, with the condition of observing the recommended agrotechnical techniques, the total yield of seeds is 60-63 c / ha, which is equivalent to 22-23 c of oil and 38-39 c of oil cake.

Key words: *irrigation, sunflower, winter rape, soil cultivation system, fertilizer.*

Постановка проблеми. За сучасного стану аграрної галузі країни одним із найважливіших завдань є нарощування виробництва олійних культур для нормального сталого забезпечення населення олією.

Відомо, що рослинні жири мають низку переваг для здоров'я людини перед тваринними жирами, зокрема і перед вершковим маслом. Крім того, для вироблення 1 т соняшникової олії треба засіяти цією культурою не більше 1–1,5 га ріллі, а отримання 1 т вершкового масла забезпечать 9,5 корови із середнім удоєм 3 000 кг молока за умов жирності 3,5%, для яких буде потрібно 10 га землі.

У Південному Степу України найбільш поширеними олійними культурами є соняшник, соя та ріпак. Проблема підвищення їх продуктивності вирішується погано через посухи, недостатню кількість та нерівномірність розподілення опадів.

Соняшник – основна олійна культура України. Серед олійних культур на його частку припадає до 70% посівних площ, до 80% валового збору насіння і 90% виробленої рослинної олії.

Особлива цінність соняшникової олії як харчового продукту зумовлюється його жирнокислотним складом і високим умістом поліненасиченої жирної лінолевої кислоти, що відрізняється значною біологічною активністю. До складу соняшникової олії також входить низка інших цінних і необхідних для людини біологічно активних речовин: вітамінів (А, Д, Е, К), стеринів, фосфатидів тощо.

Гірші сорти олії використовують у лакофарбовій, миловарній промисловості та багатьох інших галузях народного господарства. Макуха та шрот є цінним високобілковим кормом для тварин.

Білок соняшнику має не тільки кормове, а й харчове значення. В останні роки він знаходить все більше застосування в харчовій промисловості.

Спеціалізація південного регіону України на виробництво зерна, овочевих та кормових культур обмежує можливість розширення площ посіву олійних куль-

тур під час зрошення. Наукова концепція вирощування двох урожаїв олійних культур у рік на одній площі направлена на інтенсивне насичення сівозміни олійними культурами під час зрошення за рахунок промінних посівів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз літературних джерел показав, що олійні культури в Україні та світі є важливими, на обсяг виробництва яких впливає урожайність гібридів, технологія вирощування, матеріально-технічне забезпечення підприємств галузі та економічні механізми формування ринкової ціни готової продукції. Нині накопичений багатий експериментальний матеріал щодо сприятливого впливу на продуктивність рослин у конкретних агрокліматичних умовах.

Н. Ящук, І. Івашків, А. Лівандовський, Г. Жаркова, І. Шувар вивчали технології вирощування олійних культур за умов як природного зволоження, так і зрошення. Установлено реакцію рослин, які вирощуються в післяжнивних посівах, на рівень мінерального живлення.

Постановка завдання. У дослідженні необхідно встановити доцільну систему обробітку ґрунту та оптимальний рівень мінерального живлення під час вирощування соняшнику в повторних посівах після озимого ріпака на насіння і рекомендувати науково обґрунтовані прийоми вирощування цих культур у виробництво.

Методи: польовий, аналітичний, розрахунково-порівняльний, математичної статистики.

Виклад основного матеріалу дослідження. В агротехніці вирощування двох урожаїв олійних культур на рік на одній площі культурою першого врожаю є ріпак – культура з коротким періодом вегетації та високим потенціальним врожаєм. Культура другого врожаю – соняшник, основна олійна культура нашої держави.

Агротехніка вирощування озимого ріпака передбачає розміщення його в сівозмінах за кращими попередниками. Озимий ріпак (а потім і соняшник) слід розміщувати в трав'яно-просапних та просапних сівозмінах. Не слід вирощувати ріпак у сівозмінах, насичених цукровими чи кормовими буряками.

Для озимого ріпака кращі ті попередники, які рано звільнюють поле, достатньо удобрені і залишають після збирання багато післяжнивно-кореневих залишків. Таким вимогам найбільше відповідають багаторічні трави, озимі зернові хліби, багатокомпонентні сумішки на зелений корм, кукурудза на зелений корм або силос.

Ріпак відрізняється від інших культур тим, що потребує для дружного проростання насіння твердого ложа. Основний обробіток ґрунту, тобто оранку, доцільно виконувати за 2–3 тижні до посіву в агрегаті з бороною чи котком. Глибина обробітку ґрунту – 25–27 см. Після оранки виконують полив нормою 500–600 м^3/га. Під час дозрівання ґрунту і проростання бур'янів слід виконувати обробіток паровими культиваторами – КПС-4 (в агрегаті з боронами).

Передпосівним обробітком вирівнюють мікрорельєф, створюють дрібногрудкувату структуру посівного шару (5–6 см). Для цієї мети слід використовують шлейф-борону ШБ-2,5; каток ЗККШ-6 або агрегати РВК-3 чи РВК-3,6.

Післяпосівне прикочування, особливо у суху погоду, обов'язкове.

Озимий ріпак потребує великої кількості елементів живлення, проте засвоєння їх культурою проходить у різні фенологічні фази по-різному. В осінній період ріпак потребує невеликої кількості елементів живлення: азоту – 30%, фосфору – 10%, калію – 10% від загальної кількості засвоюваного за весь вегетаційний період. 20–30% азотних добрив, фосфорні та калійні добрива вносять під основний обро-

біток ґрунту на весь період вегетації. Дози добрив залежать від родючості ґрунту, умов зволоження, попередника, загальної культури землеробства. Для одержання урожаю насіння 25–30 ц/га на темно-каштанових середньо суглинистих ґрунтах рекомендована доза добрив N-120 P-60.

Причому ранньою весною зі швидким наростанням позитивних температур як підживлення слід застосовувати всю дозу запланованих азотних добрив для внесення весною. У разі пізньої і холодної весни ці добрива вносять у два прийоми. Перше підживлення (60% від весняної дози) виконують щойно з'явиться можливість виходу в поле, другу (40% від весняної дози) – через 10–14 днів.

Краще за підживлення весною вносити аміачну селітру за допомогою переобладнаних зернових сівалок.

Не слід допускати внесення надмірних доз азотно-фосфорних добрив, оскільки це приводить до утворення великої надземної маси, подовження вегетаційного періоду, вилягання рослин.

Для виробництва насіння ріпака слід вирощувати двонульові сорти, тобто ті, у яких відсутня ерукова кислота і глюкозинолати. Найбільшу урожайність в умовах Півдня України забезпечують сорти, у яких висока зимостійкість. Для посіву доцільно використовувати велике і добре вирівняне насіння першого класу. За 2–3 тижні до посіву його протруюють.

Строки посіву озимого ріпаа необхідно розраховувати так, щоб для осінньої вегетації рослин залишилось 55–60 днів із середньодобовою температурою повітря більше 5^0С. Календарно такі строки на території Півдня України настають із 1 до 15 вересня. Кращий спосіб посіву – рядковий із міжряддям 15 см.

Норма висіву ріпака має забезпечувати високу продуктивність кожної рослини. У дослідах, проведених на темно-каштанових ґрунтах Білозерського району, найбільша врожайність насіння ріпака в умовах використання N-120 P-60 одержана під час висіву 2.0 млн насінин на гектар, або 8–10 кг/га. Зменшення або збільшення норми висіву значно зменшує врожай. Глибина загортання насіння – 2–3 см. Ріпак можна сіяти різними зерновими сівалками (СЗТ-3,6; СЗУ-3,6; СЗА-3,6), при цьому необхідно встановити мінімальну передаточну кількість привідних зірочок на висівний апарат та відповідну довжину робочої котушки.

Найбільші врожаї ріпака одержують за умов підтримання за допомогою вегетаційних поливів вологості ґрунту в шарі 0,7 м не нижче 70–75% НВ, для чого в умовах Півдня України слід провести 2–3 поливи нормою 450–500 $м^3$/га.

У технології вирощування двох урожаїв олійних культур на рік на одному полі відповідальним моментом є своєчасне збирання ріпака. Під час жнивування цієї культури слід дотримуватися такого: не допускати втрат олієнасіння,проводити збирання в більш ранні строки, залишати на полі мінімальну кількість стерні та вегетативної маси. Цим вимогам відповідає роздільний метод збирання. Косити ріпак у валки слід за вологості насіння 30–35%. Візуально строк косіння можна визначити за кольором насіння. У той момент, коли колір насіння змінюється з червонуватого до темно-коричневого і протягом 3–4 діб не змінюється, проходить завершальне достигання. Цей момент є найбільш оптимальним для косіння ріпака у валки. В умовах Півдня України цей строк доводиться на третю декаду червня. Косять ріпак жатками ЖНУ-4, ЖРБ-4,2. Можна косити і самохідною косаркою КПС-5 Г. Висота зрізу рослин – 15–20 см.

Вегетативна маса і насіння у валках підсихають. Причому зміна вологості насіння залежить від температури і вологості повітря. У цей період щодобово вологість насіння зменшується на 2–4%.

До підбирання валків ріпака слід приступити тоді, коли вологість насіння зменшиться до 10–12%. Підбирання валків виконують зерновими комбайнами, у яких старанно герметизовані всі місця можливих витрат насіння.

Агротехніка вирощування післяжнивного соняшника має свої особливості.

Вирощування соняшнику в післяжнивних посівах під час зрошення має сполучатися з кращими умовами живлення рослин. Дослідами, проведеними на темно-каштанових середньо-суглинистих ґрунтах, встановлена раціональна доза добрив у таких посівах соняшнику, як N-90, P-90. Добрива, особливо азотні, доцільно вносити зерновими сівалками одразу після збирання ріпака.

Система обробітку ґрунту під соняшник після озимого ріпака залежить від вологості ґрунту, його щільності та наявності післяжнивних залишків на момент обробітку. Оранка (як більш трудомісткий процес) значно стримує строк посіву. З огляду на це, характерною особливістю в таких посівах є заміна оранки мілким обробітком, або безполицевим рихленням. Якщо ґрунт піддається розпушенню, його боронують важкою дисковою бороною у два сліди на глибину 10–12 см, а потім виконують передпосівну культивацію.

Якщо ґрунт не піддається обробітку, то потрібно виконувати зволожувальний полив нормою 300–350 м^3/га. У разі запізнення допускається поверхневий обробіток ґрунту сівалкою СЗС-2,1 з одночасним посівом соняшнику на глибину 4–5 см, унесенням добрив та прикочуванням ґрунту.

Великі врожаї повноцінного насіння соняшника в післяжнивних посівах після ріпака забезпечують сорти і гібриди, період вегетації яких становить 80–90 днів. Рослини цих сортів і гібридів володіють генетично зумовленою стійкістю до вовчка, борошнистої роси, є порівняно стійкими до сірої та білої гнилі, толерантними до фомопсису. Продуктивність висока. За роки вивчення, проведеного кафедрою землеробства ХДАЕУ, вони забезпечили врожайність у межах від 21 до 30 ц/га. Гібриди Погляд, Харківський 62, мають коротке стебло (90–125 см), відрізняються дружним цвітінням та дозріванням, володіють стійкістю до вилягання, осипання слабке.

В умовах Півдня України під час зрошення посів післяжнивного соняшнику після збирання ріпака, виконують у першій декаді липня. На більш пізніх строках посіву врожайність соняшника значно знижується.

Посів культури слід здійснювати протравленим насінням із високою схожістю та енергією проростання. Спосіб посіву широкорядковий із міжряддям 70 см. Оптимальна густота рослин до збирання – 75–80 тис/га. Глибина загортання насіння – 3–5 см.

Після посіву обов’язковим є боронування поперек майбутніх рядів для вирівнювання поверхні ґрунту. Якщо насіння соняшника перебуває на твердому і вологому ложі і в ґрунті є волога, то виконують коткування посівів кільчасто-шпоровими котками. Якщо ж насіння соняшника перебуває в сухому або напіввологому ґрунті або якщо насіння зароблене у вологий ґрунт, а нижче насінного може немає вологи, обов’язковим після боронування є проведення поливу нормою 250 мг/га.

За додержання всіх агротехнічних вимог сходи соняшника з’являються через 7–8 днів після посіву.

Зважаючи на те, що зрошувані ґрунти дуже засмічені злаковими та дводольними бур’янами, бажаним є використання гербіцидів. Для знищення бур’янів і падалиці ріпака ефективною є бакова суміш гербіцидів ацетала (55% к.е.) з прометрином (50% с.п.) за половинної норми застосування останнього або промислова їх суміш (ацетатрін) із розрахунку 4–5 кг/га препарату. Для внесення гербіцидів використо-

вують штангові обприскувачі за витрати робочого розчину 250–300 л/га. Гербіциди слід вносити під передпосівну культивацію, або після посіву під борони.

Зважаючи на те, що у раньостиглих сортів та гібридів соняшника кількість насінин у кошику закладається у фазу трьох-чотирьох пар листків, перший вегетаційний полив необхідно проводити не пізніше указаної фази з розрахунку 350–400 м^3/га. Другий і третій вегетаційні поливи з розрахунку 500–600 м^3/га проводять у фазу бутонізації і кінець цвітіння – початок наливання насіння. Поливи в більш пізні строки не ефективні, крім того, вони можуть сприяти розвитку хвороб кошика, затягують строки збирання.

Під час дозрівання ґрунту після першого вегетаційного поливу (фаза трьох-чотирьох пар листів) проводять міжрядний обробіток просапними культиваторами на глибину 6–8 см. При цьому кожну секцію культиватора обладнують однією стріловидною лапою з широкою 270 мм і двома лапами – бритвами по 165 мм з перекриттям лап не менше 50 мм. За висоти рослин соняшнику 30–40 см виконують другий міжрядний обробіток.

Для цього кожну секцію культиватора дообладнують долотоподібними лапами і полицевими загортачами. Цей захід обробітку ґрунту проводять із метою нарізання борозд-щілин на глибину 14–16 см, знищення бур'янів у міжряддях і рядках, а також рівномірного розподілення поливної води.

Перед збиранням урожаю важливо провести десикацію. Її проводять на початку побуріння кошиків (10–15% у масиві) за вологості насіння не більш 35%. В умовах Півдня України оптимальний строк десикації настає в третій декаді вересня. Для обробітку масиву використовують хлорат магнію (20 кг/га), реглон (2 кг/га) або їх сумішку (10 кг хлорату магнію і 1 кг реглону).

До збирання соняшнику приступають через 5–8 днів, коли насіння будуть мати вологість 12–14% (господарська вологість). До збирання соняшнику без десикації слід приступати, коли в масиві залишається 15–20% рослин із жовтими кошиками, а інші жовто-бурі або бурі, і вологість насіння складає 17–19%. У такому стані соняшник буває в третій декаді жовтня. У цьому разі необхідно проводити негайно очищення і висушування насіння в потоці зі збиранням. Для збирання використовують зернозбиральні комбайни, обладнані відповідними приставками ПСП-1,5,Ь ПСП-10.

Висновки і пропозиції. Агрокліматичні і ґрунтові умови зрошуваної зони Півдня України дозволяють успішно комбінувати вирощування ріпака озимого з післяжнивними посівами соняшнику на олієнасіння.

Загальна продуктивність двох урожаїв олійних культур на рік свідчить про високі показники використання зрошуваної ріллі, збільшення коефіцієнта використання вегетаційного періоду і валового виробництва сільськогосподарської продукції. У розробленому агротехнічному комплексі за умови додержання рекомендованих агротехнічних прийомів сумарна урожайність насіння становить 60–63 ц/га, що еквівалентно 22–23 ц олії і 38–39 ц макухи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гаврилюк М.М. Насінництво і насіннєзнавство олійних культур. Київ : Аграрна наука, 2002. 220 с.
2. Івашків І.М. Формування ринку олії та шроту соняшникового в Україні в умовах експортоорієнтованості галузі. Сталий розвиток економіки. 2014. № 3. С. 175–181.
3. Лівандовський А. Загинайло М. Соняшник 2016: огляд новинок. *Пропозиція*. 2016. № 3. С. 56–60.

4. Шувар І.А. Краще місце для соняшнику. *Агробізнес сьогодні*. 2015. № 4. С. 48.
5. Юркевич Є.О. Коваленко Н.П. Вдосконалення технологій вирощування олійних культур у сівозмінах в умовах південного Степу. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур УААН*. Запоріжжя, 2009. № 14. С. 248–254.

УДК 634.8:631.5:631.432.2
DOI https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.119.10

УДОСКОНАЛЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ КУЛЬТИВУВАННЯ ПРОМИСЛОВИХ НАСАДЖЕНЬ ВИНОГРАДУ ЗАЛЕЖНО ВІД УМОВ ВОЛОГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

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

Мета. *Вивчити режим зволоження ґрунту в конкретних екологічних умовах господарства під час культивування насаджень промислового винограду; установити реакцію рослин винограду на зміни водного режиму ґрунту; удосконалити елементи технології культивування насаджень промислового винограду залежно від умов вологозабезпечення.*

Методи*: польовий, аналітичний, розрахунково-порівняльний, математичної статистики.*

Результати досліджень. *Гострий дефіцит вологи ґрунту, що склався на початку вегетації поточного року, пригнічує відновлення та розвиток коренів найвищого рівня гілкування (сисних коренів), які якраз і забезпечують активне поглинання вологи з ґрунту. Подальше поступове загострення дефіциту вологи в ґрунті зумовлює розвиток процесів опробковіння та суберизації сисних коренів, внаслідок чого вони стають непроникними для вологи та газів, скорочуючи до мінімуму надходження вологи рослинам. Загострення умов вологозабезпечення надземної частини рослин сприяє росту температури листя, збільшує концентрацію клітинного соку, зменшує тургор, зумовлюючи закриття продихів та подальше в'янення листя. Після довгого перебування рослин у депресивному стані з покращенням умов середовища кущі дуже повільно відновлюють свій розвиток, а фізіологічні функції листя повністю не відновляться до кінця вегетації. За такого сценарію розвитку умов середовища створюється реальна загроза втрати не тільки врожаю ягід, а і багаторічних насаджень винограду. Довгі терміни дії посухи створюють особливо великі ризики для насаджень винограду, у яких коренева система зосереджена у верхніх горизонтах ґрунту, у зв'язку із систематичним порушенням режиму видалення поверхневих коренів (катаровки), а також пошкоджених хронічними хворобами, великою чисельністю бур'янів, особливо багаторічних. На таких ділянках наступна зима може принести фатальні наслідки для насаджень винограду.*

Висновки і пропозиції*. Для зменшення впливу посухи на виноградні кущі необхідно зменшити навантаження їх пагонами та врожаєм ягід. Суттєво покращить стан рослин і виламування зайвих зелених пагонів, при цьому прийом в умовах поточного року доцільно провести раніше прийнятих багаторічних строків.*

Ключові слова: *виноградник, технологічні прийоми, посуха, зелені пагони, вологозабезпечення, ризики, водний режим ґрунту.*

Mynkina G.O. Improving the technology elements of the cultivation of industrial plantations of grapes depending on the conditions of moisture supply

Objective

To study *the soil moisture regime in specific ecological conditions of the farm when cultivating industrial grape plantations. Establish the response of grape plants to changes in soil water regime.*

To improve the elements of the technology of cultivation of industrial grape plantations depending on the conditions of moisture supply.

***Methods**: field, analytical, calculation-comparative, mathematical statistics. Results of research. **Sharp deficit** of moisture in the soil that was created at the beginning of vegetation in the current year, primarily represses the regeneration and development of the roots of the highest level of branching (sucking roots), which provide active absorption of moisture from the soil. The subsequent gradual worsening of soil moisture deficit causes the development of processes of corking and suberization of sucking roots, as a result of which they become impermeable to moisture and gases, reducing to a minimum the inflow of moisture to plants. Worsened moisture supply of the aboveground part of plants contributes to the increase in leaf temperature, increases the concentration of cell sap, reduces turgor, causing the closure of the stomata and subsequent wilting of leaves. After a long depressed state, with the improvement of environmental conditions, plants recover very slowly, and the physiological functions of the leaves will not fully restore by the end of the growing season. Under such a scenario of the development of environmental conditions, there is a real threat of losing not only the grape yield, but also perennial grape vines. Long periods of drought create particularly high risks for grape plantations, in which the root system is concentrated in the upper soil horizons, due to the systematic violation of the removal of surface roots, as well as those damaged by chronic diseases, large numbers of weeds, especially perennials. In such areas, the following winter can have fatal consequences for grape plantations.*

***Conclusions and suggestions**. To reduce the impact of drought on vine bushes it is necessary to decrease the load of shoots and grape yield. Breaking off excess green shoots will significantly improve the state of plants; under the conditions of the current year, it is expedient to do it earlier than usual.*

***Key words:** vineyard, technological practices, drought, green shoots, moisture supply, risks, water regime of the soil.*

Постановка проблеми. Серед агротехнічних заходів, що застосовуються для покрашення водного, теплового та поживного режимів ґрунту, провідна роль належить науково обґрунтованій системі обробітку ґрунту під кожну с.-г. культуру. Застосування її не тільки забезпечує необхідні умови для більш повного накопичення та збереження вологи, а і спрямовує в бажаному напрямку процесами мінералізації органічної речовини, використання внесених мінеральних та органічних добрив та поливної води. Ці питання є актуальними для галузі виноградарства.

Промислове виноградарство як галузь агропромислового комплексу України забезпечує зайнятість населення південних регіонів, слугує основним джерелом сировини для виноробства, надійно та своєчасно поповнює державний і місцевий бюджети. Проте нові природно-кліматичні, соціально-економічні умови господарювання, щорічно зростальна конкуренція викликають серйозні сумніви у тому, що сучасні технології вирощування та зберігання винограду не є конкурентноздатними.

Спираючись на дійсну технологію створення та культивування промислових виноградників, фактори ризику умовно можна поділити на дві групи. Перша й основна група факторів ризику складається на етапі проектування і створення промислових насаджень винограду. Це стосується вибору ділянки з оптимальними екологічними умовами, що включає її експозицію, водно-фізичні та хімічні властивості ґрунту, рівень розташування ґрунтових вод тощо.

Для зменшення ймовірності помилок на етапі розробки проекту визначаються і лімітувальні чинники, як-от тепловий режим, динаміка температури у період вегетації та зимівлі рослин. Одержані кількісні та якісні показники суттєво зменшують імовірність помилки під час визначення перспективного сортименту винограду, густоти садіння кущів, їх формування та навантаження. Яскравим прикладом цієї залежності є розвиток кореневої системи кущів, пов’язаний з агрофізичними та водними характеристиками ґрунту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Поряд з агроекологічними умовами та біологічними особливостями сортів продуктивність насаджень, терміни, ефективність їх культивування, ресурсні та енергетичні витрати зумовлюються

якістю садивного матеріалу. Позитивним прикладом цього може бути промислове виноградарство країн Європейського Союзу, членом якого Україна бажає бути. Виноградарство цих країн представлено обмеженою кількістю кращих, найбільш цінних сортів. характеристика та технологія культивування та зберігання яких детально і чітко прописані. Про безперечну перспективність цього напряму свідчать і результати роботи вітчизняних учених, які за останні два десятиріччя виділили, вивчили і частково розмножили 52 клони з найбільш розповсюджених сортів винограду пристосованих до екологічних умов України.

Питаннями технологічних прийомів культивування, промислового виноградарства займались вчені: О.М. Негруль, О.С. Мержаніан, М.І. Тарлатан, Г.С. Груздів, Ю.О. Дадаєва, Н.Г. Ніколаєва, В.К. Панин та ін. Проте і нині, зважаючи на зміну сортового складу та технологій вирощування, а також необхідність зниження пестицидного навантаження на навколишнє середовище, вивчення особливостей процесів забур'янення виноградників, оцінки ефективності нових агроприйомів та технологій за результатами енергетичного аналізу є досить актуальним завданням. Для проведення маршрутних обстежень виноградних насаджень застосували методики В.В. Ісаєва, С.М. Косолапа, а визначення видового складу бур'янів виконували за визначниками таких учених, як І.П. Васильченко, О.А. Пидотти, І.В. Веселовський, А.К. Лисенко, Ю.П. Манько, А.С. Мельничук, А.М. Ковалевська, Д.Н. Доброчаєва, М.І. Котов, Ю.Н. Прокудин та ін.

Постановка завдання. Вивчити режим зволоження ґрунту в конкретних екологічних умовах господарства під час культивування насаджень промислового винограду; установити реакцію рослин винограду на зміни водного режиму ґрунту; удосконалити елементи технології культивування насаджень промислового винограду залежно від умов вологозабезпечення.

Методи: польовий, аналітичний, розрахунково-порівняльний, математичної статистики.

Виклад основного матеріалу дослідження. Південь України є основним регіоном вирощування високоякісного врожаю ягід винограду для споживання у свіжому вигляді та виготовлення різноманітної виноградної продукції. У межах цього локального регіону зосереджено більше 80% площі промислових насаджень, для ефективного культивування яких розроблено оригінальний і найбільш доцільний сортимент, інноваційні формування кущів, відповідні технологічні прийоми догляду за рослинами.

Клімат регіону посушливий, що доповнюється сильними вітрами переважно східного або північно-східного напрямків, значними коливаннями температури як узимку, так і в літній період. Середньорічна температура повітря становить 10,8°С, а сума активних температур (вище 10°С) – 3 590°С, чого цілком достатньо для достигання майже всіх сортів винограду. На відміну від теплового режиму літнього періоду зима в регіоні порівняно холодна, малосніжна, зі значними коливаннями температури повітря, що зумовлює часті морозні пошкодження кущів винограду, іноді дуже важкі.

Вологозабезпеченість рослин (включно з виноградом) у регіоні недостатня, оскільки втрати вологи на випаровування перевищують кількість опадів за вегетацію, більше ніж удвічі. Не сприяють задовільному вологозабезпеченню рослин під час їх вегетації і водно-фізичні властивості ґрунтів, найменша вологоємність (далі – НВ) яких коливається від 5–7% на пісках до 12–14% на супіщаних чорноземах. Найбільші загальні вологозапаси ґрунту формуються після осіннє-зимового періоду і досягають 1 000–1 800 м^3/га, які з підвищенням температури швидко

втрачаються на фізичне випаровування та транспірацію. Низька вологоутримувальна здатність зумовлена механічним складом на основі дрібних часток кварцу розміром 0,25–0,05 мм, уміст яких коливається від 85 до 94%. Механічному складу відповідає і низька природна родючість, яка визначається вмістом органічної речовини в межах 0,08–0,4%, валового азоту 0,025%, 0,034% фосфору і 0,02% калію. Найбільш освоєні та включені до сільськогосподарського використання міжаренні масиви із супіщаними чорноземами та окремі ділянки з похованими чорноземами на коренедоступній глибині.

Не дивлячись на досить сприятливі умови середовища, перманентне вдосконалення технологічних прийомів культивування, промислове виноградарство сьогодні у цьому регіоні перебуває в доволі глибокому кризовому стані, а його майбутнє малопрогнозоване. Підставою для такого твердження є статистичні дані про співвідношення між площею плодоносних та молодих насаджень, яке становить як 97% до 3%. Потенційна загроза втрати галузі значно зростає якщо врахувати, що наявні площі плодоносних насаджень культивуються близько 15–17 років, мають досить високу зрідженість, значно меншу (порівняно з нормативною) ємність формування рослин, численні пошкодження багаторічної деревини різного походження, незадовільний фітосанітарний стан, сукупна дія яких суттєво зменшує біологічний потенціал виноградників, їх перспективи.

Проте внаслідок збільшення температури повітря в середньому на 0,7–0,9°С, суттєвого зменшення його вологості спостерігається порушення режиму випадання опадів протягом року, вегетація винограду майже щорічно протікає в надзвичайно складних умовах хронічного дефіциту вологозабезпечення.

Згідно з даними багаторічних досліджень у південних регіонах України максимальні загальні запаси вологи ґрунту на виноградниках формуються протягом осінньо-зимового періоду і досягають максимуму на час переходу температури повітря через позначку + 5°С. За середньої багаторічної норми опадів осінньо-зимового періоду в межах 210–220 мм максимальні обсяги акумуляції вологи сягають 2 500–2 220 м^3/га, із яких 1 600–1 300 м^3/га є доступними для рослин.

За осінь та зиму 2019–2020 років фактичні обсяги опадів були значно меншими за середню багаторічну норму і склали 145–150 мм, що безпосередньо вплинуло як на загальні, так і на доступні рослинам запаси вологи активного шару ґрунту, розподіл за окремими генетичними горизонтами.

Додатковим фактором негативного впливу на ефективність акумуляції природних ресурсів вологи в осінньо-зимовий період 2019–2020 років стала аномально висока температура навколишнього середовища, внаслідок чого втрати вологи на фізичне випаровування суттєво збільшилися, зменшивши обсяги акумульованої ґрунтом вологи до 490 м^3/га, або 33,1% фактичного обсяг опадів за період. Тобто з 1 480 м^3/га опадів, що випали протягом осені та зими, близько 67% вже втрачені на фізичне випаровування з поверхні ґрунту до початку фази сокорух (табл. 1).

Зменшення норми опадів, значні непродуктивні втрати вологи на фізичне випаровування суттєво змінили і запаси вологи, що формувалися на різних горизонтах активного шару ґрунту. Максимальні об’єми вологи (більше 32%), її загальної акумуляції в умовах поточного року, склалися в шарі 0–20 см. Значно менше надійшло вологи до горизонтів ґрунту, найбільш насичених коренями винограду. Так, запаси вологи горизонту 20–50 см поповнилися на 140 м^3/га, а горизонт 50–100 см – 190 м^3/га. Зосередження значних обсягів вологи у верхніх шарах ґрунту пов’язані зі зменшенням швидкості фільтрації води і зумовлені формуванням на глибині

30–40 см переущільненого горизонту, хронічного дефіциту органічної речовини, незадовільного структурно-агрегатного складу, наявності постійної технологічної колії в кожному міжрядді винограднику.

Таблиця 1

Динаміка запасів вологи активного шару ґрунту виноградників ДМК АПФ «Таврія», сорт Подарунок Магарача (м³/га), 2020 р.

Глибина горизонту, см	Час визначення запасів вологи				Продуктивні запаси вологи на кінець фази сокорух
	запаси вологи восени 2019 року	запаси вологи навесні 2020 року	різниця	% НВ	
0–20	250	410	160	93	123
20–50	430	570	140	85	140
50–100	570	760	190	68,4	45
0–100	1250	1740	490	78,5	308

На початковому етапі найбільш інтенсивно втрачається волога з 0–20 см шару, і за оптимальних умов зволоження досягає 7–12 м³/га*добу. За багаторічними даними сукупне вологоспоживання до початку фази росту пагонів винограду в середньому становить 400–470 м³/га і забезпечуються наявними запасами продуктивної вологи 0–20 см і 20–50 см горизонтів ґрунту. Весною 2020 року продуктивні запаси вологи активного шару ґрунту на початку фази сокорух винограду становлять близько 300 м³/га, а тому не здатні забезпечити оптимальні умови зволоження навіть початкового періоду розвитку рослин. Зважаючи на гострий дефіцит вологозабезпечення рослин, фаза сокорух була дуже обмеженою в часі, проходила з незначним виділенням пасоки, а на окремих ділянках насаджень виділення пасоки взагалі не спостерігалося. Нетипові ознаки проходження кущами першої фази розвитку в нинішньому році додатково свідчать про гострий дефіцит вологи в ґрунті та ризики втрати врожаю ягід.

Передчасне формування та подальше загострення дефіциту волого забезпечення рослин зберігається до кінця вегетації винограду, оскільки опади літнього періоду тільки частково поповнюють запаси вологи. Навіть за умови випадання великої кількості опадів за певний проміжок часу, незадовільний водний режим ґрунту зберігається у зв’язку з тим, що більша частина вологи акумулюється у верхніх горизонтах, а згодом дуже швидко втрачається на фізичне випаровування. Сприяє цьому традиційна технологія утримання ґрунту у стані чорного пару, постійна глибина обробітку та висока забур’яненість насаджень. На тлі дефіцитного волого забезпечення рослин протягом фази ріст пагонів винограду, обсяги волого споживання кущів закономірно досягають 900–1 100 м³/га та досягають максимуму в 1 200–1 350 м³/га за фазу ріст ягід. Природні ресурси вологи за цей період вегетації винограду значно менші і в середньому становлять 506 м³/га протягом фази ріст пагонів та 920 м³/га протягом фази ріст ягід, а тому не можуть забезпечити оптимальних умов зволоження кущів.

Водночас критичне вологозабезпечення порушує узгодженість швидкості надходження вологи з ґрунту до надземних органів винограду та витрати її кущами, внаслідок чого виникають стресові явища, насамперед скорочується транспірація, підвищується осмотичний тиск, зменшується вміст вологи в тканинах, уповіль-

нюються процеси фотосинтезу, пригнічуються ріст та розвиток рослин, а згодом призупиняється повністю.

Надходження вологи рослинам залежить від провідності коренів на одиницю їх довжини, загальної довжини транспорту вологи, насиченості коренями певного обсягу ґрунту, гідравлічного опору надходження води до коренів, відносної площі поверхні поглинання, радіусу переміщення вологи в ґрунті, коефіцієнта водопроникності стінок коренів, температури ґрунтового середовища. Усі зазначені та інші фактори не стійкі і постійно змінюються відповідно до умов середовища, безпосередньо впливаючи на доступність вологи кореням рослин, швидкість пересування води через судини коренів, а тому і режим вологозабезпечення рослин. Найбільша насиченість коренями формується переважно у верхніх (30–60 см) горизонтах ґрунту, де складаються оптимальні умови водного, повітряного, теплового та поживного режиму, протікає активна діяльність мікроорганізмів. У більш глибоких шарах ґрунту кількість коренів зменшується до 3–5% їх загальної чисельності, зважаючи на погіршанням структурно-агрегатного стану ґрунту, його температурного режиму, зменшенням швидкості газообміну. Глибина переважного розвитку коренів змінює і їх функції. Надходження води і елементів живлення кущам у процесі вегетації забезпечують корені, що розвиваються в активному шарі ґрунту. Здебільшого вона не перевищує 1 м. Корені більш глибоких горизонтів ґрунту забезпечують функціонування виноградних кущів, переважно у стресових ситуаціях, і забезпечити рослин вологою в повному обсязі вони не здатні.

Висновки і пропозиції. Для зменшення впливу посухи на виноградні кущі необхідно зменшити навантаження їх пагонами та врожаєм ягід, особливо на тих ділянках, де обрізування виконувалося взимку, тому кількість залишених бруньок, що вже почали свій розвиток, значно перевищує норму. Суттєво покращить стан рослин і виламування зайвих зелених пагонів, при цьому прийом в умовах поточного року доцільно провести раніше прийнятих багаторічних строків.

Із метою підвищення якості виконання технологічних прийомів догляду за рослинами доцільно під час досягнення приросту зелених пагонів винограду в межах 10–12 см необхідно провести обстеження насаджень для визначення неперспективних для подальшого культивування ділянок, обґрунтувати правомірність таких заходів та виключити їх із подальшого культивування.

Повністю усунути дефіцит вологи на виноградниках, підтримувати оптимальний рівень вологості ґрунту протягом усього терміну вегетації рослин, дозволяє штучне зрошення. На відміну від багаторічної практики застосування прийому в умовах поточного року зрошення насаджень доцільно провести на початку фази росту пагонів нормою 80–100 м^3/га для локальних способів поливу. Строки проведення подальших поливів, поливні норми доцільно узгоджувати з динамікою вологості активного шару ґрунту конкретної ділянки, застосовуючи тензіометри або інші методи діагностики чергових строків поливу. На основі цієї інформації також визначати і поливні норми.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Власов В.В. Экологические основы формирования виноградных ландшафтов. Одесса, 2013. 250 с.
2. Гадзало Я.М., Власов В.В., Мулюкіна Н.А., інші. Система сертифікованого виноградного розсадництва України. Київ : Аграрна наука, 2015. 288 с.
3. Зеленянська Н.М. Наукове обґрунтування та розробка сучасної технології вирощування садивного матеріалу винограду : автореф. дис. … доктора с.г. наук. Одеса, 2015. 48 с.

4. Минкін М.В., Минкіна Г.О. Енергетичний потенціал на промислових насадженнях винограду. *Зрошуване землеробство*. 2017. № 68. С. 79–84.
5. Подуст Н.В. Удосконалення технологічних прийомів вирощування саджанців винограду в умовах півдня України : автореф. дис. … канд. с.г. наук. Одеса, 2010. 20 с.
6. Тінтулов Ю.В. Державне регулювання розвитку виноградарства та виноробства в Україні. URL: http://www.br.com.ua/referats/dysertacii_ta_autoreferaty/89565.htm.
7. Шевченко І.В., Поляков В.І. Прогресивна технологія вирощування винограду в умовах зрошення. Одеса, 2007. 155 с.

УДК 632:595.7
DOI https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.119.11

ПРОГНОЗУВАННЯ ФЕНОФАЗ ВНУТРІШНЬОСТЕБЛОВИХ КОМАХ-ФІТОФАГІВ СОНЯШНИКА

Мороз С.Ю. *– аспірант кафедри інтегрованого захисту і карантину рослин,*
Національний університет біоресурсів та природокористування України
Фокін А.В. *– д.с.-г.н., професор кафедри інтегрованого захисту і карантину рослин*
Національний університет біоресурсів та природокористування України

У статті наведено результати досліджень щодо протікання основних фенологічних фаз внутрішньостеблових фітофагів соняшника залежно від абіотичних факторів.

Установлено, що літ імаго соняшникової шипоноски починається за СЕТ 169°С, відкладання яєць – 173, вихід личинок – 247°С; літ імаго та яйцекладка відбуваються за ГТК – 0,78–0,815 та 0,55, личинки трапляються за 0,76–0,88; літ соняшникового вусача починається за СЕТ 173°С і закінчується за 247 °С, початок яйцекладки – за 240,5°С, відродження личинок – за 247°С і з вересневим зниженням температури – 188,5–158,5 діапаузують, заляльковування личинок активується СЕТ 140,5 і припиняється за 240,5°С, за ГТК періоди заляльковування і льоту імаго 0,78–0,55; періоду яйцекладки – 0,55–0,76, вихід і розвиток личинок до діапаузи – 0,665–0,305; розбиття графіку динаміки СЕТ та ГТК на елементи (відповідно до стадій фітофага з подальшим визначенням трендів цих елементів) дозволяє формалізувати більшість фенологічних подій у популяції; для соняшникової шипоноски щодо СЕТ визначено прогнозні моделі льоту (достовірність апроксимації 0,9122), початку льоту (1), відкладання та розвитку яєць (0,8789), початку виходу личинок (1), діапаузування личинок (0,9276), щодо ГТК – льоту-яйцекладки (1), виходу личинок і тривалості личинкової стадії до впадання в діапаузу (1). Для соняшникового вусача щодо СЕТ визначено прогнозні моделі заляльковування (0,9667), льоту імаго (0,8002), відкладання та розвитку яєць (0,8641), щодо ГТК – заляльковування-льоту імаго (1), яйцекладки і розвитку яєць (1), початку відродження личинок та їх розвитку до діапаузи (0,8984). ***Висновки****. Літ імаго соняшникової шипоноски починається за СЕТ 169°С, відкладання яєць – 173, а вихід личинок – 247°С, літ імаго та яйцекладка відбуваються за ГТК – 0,78–0,815 та 0,55, личинки трапляються за 0,76–0,88, під час зниження ГТК у вересні до 0,305; літ соняшникового вусача відбувається за СЕТ 173–247°С, початок відкладання яєць – за 240,5°С, відродження личинок – 247°С і з вересневим зниженням температури до 188,5–158,5 діапаузують, заляльковування активується за 140,5 і припиняється за 240,5°С, за ГТК періоди заляльковування і льоту вусача – 0,78–0,55, яйцекладки – 0,55–0,76, а виходу і розвитку личинок до діапаузи – 0,665–0,305; для соняшникової шипоноски щодо СЕТ визначено прогнозні моделі льоту, початку льоту, відкладання та розвитку яєць, початку виходу личинок, діапаузування личинок із рівнем достовірності апроксимації 0,8789-1, щодо ГТК – моделі льоту-яйцекладки, виходу личинок і тривалості личинкової стадії до впадання в діапаузу – достовірність 1; для соняшникового вусача щодо СЕТ визначено моделі заляльковування, льоту імаго, відкладання та розвитку яєць –*

достовірність 0,8002-1, щодо ГТК – заляльковування-льоту імаго, яйцекладки і розвитку яєць, початку відродження личинок та їх розвитку до діапаузи – достовірність 0,8984-1.

Ключові слова: *соняшниковий вусач, соняшникова шипоноска, моделювання, сума ефективних температур, гідротермічний коефіцієнт, тренд, достовірність апроксимації, фенологія.*

Moroz S.Yu., Fokin A.V. The prediction of phenophases of intra-stem phytophages of sunflower

The article presents the results of studies on the passing of the main phenological phases of intrastem phytophages of sunflower depending on abiotic factors.

It was established that the tumbling flower beetle starts its life cycle at the SET of 169°C, laying of eggs at 173°C, hatching of larvae at 247°C; the life cycle of adult and oviposition corresponds to the SET of 0.78-0.815 and 0.55; the larvae are met at 0.76-0.88; flying of sunflower longhorn beetle begins at SET 173°C, ends at 247°C; beginning of oviposition – 240.5°C, hatching larvae – 247°C; with September decrease in temperature (188.5-158.5) diapause, larval pupation is activated by SET 140.5 and stops at 240.5°C; hydro-thermal coefficient periods of pupation and imago flight 0.78-0.55; oviposition 0.55-0.76, emergence and development of larvae to diapause 0.665-0.305; Subdivision of the graph of SET and HTC dynamics into elements according to phytophage stages with subsequent determination of trends in these elements allows us to formalize the predominant majority of phenological events in the population; predictive models for flight activity of tumbling flower beetle (reliability of approximation 0.9122), beginning of flight (1), egg laying and development (0.8789), beginning of larval hatching (1), larval diapause (0.9276), according to HTC flight activity-oviposition (1), larval hatching and duration of larval stage before diapause (1) were determined for sunflower longhorn beetle relative to SET predictive models for pupation (0.9667), imago flight (0.8002), egg laying and development (0.8641), relative to HTC – the pupation – flight activity of imagoes (1), oviposition and development of eggs (1), the beginning of larval hatching and their development to diapause (0.8984).

Flight of tumbling flower beetle starts at SET 169°C, laying of eggs at 173, larvae hatching at 247°C, flight activity of imago and oviposition take place at HTC – 0.78-0.815 and 0.55, larvae meet at HTC – 0.76-0.88, with decrease in HTC values to 0.305 in September; The flight activity of sunflower longhorn beetle takes place at a 173-247°C, beginning of oviposition at 240.5°C, hatching larvae at 247°C and diapause with September decrease in temperature to 188.5-158.5°C, pupation is activated at 140.5 and terminated at 240.5°C, with HTC periods of pupation and flight activity of sunflower longhorn beetle is 0.78-0.55, oviposition of 0.55-0.76, and emergence and development of larvae to diapause of 0.665-0.305; we determined prognostic models of flight, early flight, egg laying and development, larval hatching, larval diapause with 0.8789-1 reliability level of approximation; models of flight activity and oviposition, larval hatching and duration of larval stage before diapause with reliability level – 1 were determined for sunflower longhorn beetle relative to HTC; for the sunflower longhorn beetle, the models of pupation, imago flight, egg laying and development were determined relative to the SET; relative to the HTC, the models of pupation-flying, oviposition and egg development, the beginning of larval hatching and their development to diapause, 0.8984-1 reliability.

Key words: *Sunflower longhorn beetle, tumbling flower beetle, modeling, sum of effective temperature, hydro-thermal coefficient, trend lines, approximation reliability, phenology.*

Постановка проблеми. Проблема прогнозування розвитку комах-фітофагів за кліматичними показниками не нова і їй присвячена значна література [8; 9; 17–19; 22]. Увесь сучасний фітосанітарний моніторинг у тій чи іншій інтерпретації побудований на використанні відповідностей перебігу фенофаз та динаміки чисельності з результатами метеорологічних спостережень різної складності (від температурних показників повітря [3; 28] чи ґрунту до аналізу глобальних кліматичних змін [11; 12]). Причому простежується цікава тенденція: більшість сучасних авторів [4; 5; 10; 20; 24; 26; 27] прагне розглядати теорію проблеми саме з позицій глобальних змін, використовуючи потужний математичний апарат, тоді як на практиці всі продовжують користуватися даними тієї ж температури повітря, вологості ґрунту тощо або інтегральними показниками на основі традиційних кліматичних предикторів [15; 22; 25]. І це правильно, оскільки саме останні дають адекватні результати під час застосування для прогнозу розвитку ентомологічних об’єктів у конкретних агроценозах зі складним рельєфом та мікрокліматом [1; 2; 16; 23].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Потрібно зауважити, що, з одного боку, подібна усталеність свідчить про цінність апробованих методів, а з іншого – гальмує науковий пошук щодо їх удосконалення, створюючи хибне уявлення щодо повної вичерпаності проблеми. Проаналізувавши основні методи, на яких базується фенологічний прогноз, дійшли висновку, що найбільш уживаним є метод багаторічних фенограм на основі встановлення середніх термінів настання визначених фенологічних показників для конкретних видів на основі обробки багаторічних емпіричних даних [15]. При цьому використовують температурні показники, зокрема суму ефективних температур (далі – СЕТ), а для окремих видів, таких як шкідлива черепашка, хлібна жужелиця, злакові попелиці і, що особливо важливо, хлібні пильщики, також непрямий показник – гідротермічний коефіцієнт (далі – ГТК). Недоліком застосування СЕТ є його змінність залежно від температурних умов попереднього сезону, періоду зимівлі, неврахування температур, що наближені до нижньої межі, але не сягають її, та негативний вплив на розвиток фітофагів температур вище оптимальної межі [15]. Тим не менше СЕТ залишається найважливішим показником для прогнозування. Менш уживаним є метод температурно-фенологічних номограм А.С. Подольського [21], оскільки він досить складний у застосуванні. Для прогнозу розвитку шкідників та їх щільності також широко застосовується кореляційно-регресійний аналіз агрометеорологічних предикторів: тривалість сонячного сяйва, середня річна температура повітря, сума річних опадів, середня річна вологість повітря (шкідлива черепашка, хлібні жуки, озима та капустяна совка, хлібна жужелиця, кукурудзяний стебловий та лучний метелик тощо) [7; 15], але абсолютно не беруться до уваги прогностичні властивості сезонних чи багаторічних рядів кліматичних показників – тренди. Останні під час застосування узагальнених показників (таких як СЕТ чи ГТК) і під час накладання на них даних фенологічних спостережень дозволяють за допомогою стандартного програмного забезпечення отримувати прогностичні моделі конкретних фенологічних подій, досягаючи високого рівня достовірності апроксимації шляхом підбору виду тренду (лінійного, поліноміального, степеневого, логарифмічного чи експоненціального). Саме на ці характеристики ми звернули увагу, маючи на меті вдосконалення прогностичних методів, побудованих на основі СЕТ та ГТК.

Постановка завдання. Завдання дослідження – установити фенологію соняшникового вусача і шипоноски та розробити спосіб прогнозування фенологічних подій у популяціях фітофагів за значеннями рядів кліматичних предикторів (СЕТ та ГТК) на основі їх трендів.

Фенологія соняшникового вусача та шипоноски вивчалась на гібриді F1, НС СУМО 2017 у 2019–2020 рр. Побудова фенологічних календарів соняшникової шипоноски та вусача проводили за загальноприйнятою методикою [6; 13] на основі результатів польових обстежень у роки досліджень.

Із метою подальшого аналізу фенокалендарі накладали на графіки узагальнених показників, зокрема таких, як СЕТ та ГТК Селянінова, який розраховують шляхом ділення кількості опадів (ΣR) у мм за період із температурами, вище 10°С, суми активних температур (Σt>10) за той же час, яка зменшена у 10 разів:

$$\boldsymbol{ГТК} = \frac{\sum \boldsymbol{R} * 10}{\sum \boldsymbol{t} > 10°\mathrm{C}}$$

При цьому використовується така шкала: ГТК < 0,4 – дуже сильна посуха, від 0,4 до 0,5 – сильна посуха, від 0,6 до 0,7 – середня посуха, від 0,8 до 0,9 – слабка посуха, від 1,0 до 1,5 – достатньо волого, ГТК > 1,5 – надмірно волого.

Формалізація елементів фенології здійснювалась за оригінальною методикою шляхом розбиття графіків динаміки СЕТ та ГТК на елементи відповідно до стадій фітофагів із подальшим визначенням трендів цих елементів. Вибір типу тренду здійснювався за достовірністю апроксимації [14]. Такий підхід дозволив формалізувати більшість фенологічних подій у популяціях соняшникової шипоноски та вусача.

Виклад основного матеріалу дослідження. *Фенологія соняшникової шипоноски Mordellistena parvula* Gyll. Загалом, соняшникова шипоноска має однорічну генерацію. Класичний фенологічний календар, складений на підставі багаторічних спостережень, показує, що літ імаго триває з другої декади травня до першої декади липня. Початок відкладання яєць припадає на третю декаду травня. Трапляються яйця до середини липня. Із другої декади червня починається відродження личинок. Останні зимують у стані діапаузи і трапляються до початку квітня. Заляльковування починається у першій декаді березня і триває протягом усього весняного періоду – лялечки трапляються до кінця травня. Накладання фенологічного календаря на динаміку кліматичних показників дає важливу інформацію для прогнозування появи тієї чи іншої стадії, а тому є необхідним елементом для прийняття рішень щодо застосування засобів регулювання чисельності фітофага.

Для отримання більш об’єктивної інформації доцільно фенокалендар накладати на графіки узагальнених показників, зокрема таких, як СЕТ та ГТК Селянінова.

Аналіз фенології у розрізі динаміки СЕТ (рис. 1) дозволяє прогнозувати появу стадій за температурними показниками. Так, багаторічні дані свідчать, що літ імаго шипоноски починається за суми 169°С, відкладання яєць – 173, а вихід личинок за СЕТ – 247°С.

Розбиття графіку динаміки СЕТ на елементи (відповідно до стадій фітофага з подальшим визначенням трендів цих елементів) дозволяє формалізувати більшість фенологічних подій у популяції соняшникової шипоноски. Так, було визначено загальне рівняння льоту, рівняння початку льоту, відкладання та розвитку яєць, початку виходу личинок, діапаузування личинок (табл. 1).

Таблиця 1

Прогнозні моделі фенологічних подій у популяції соняшникової шипоноски

Фенологічна подія	Прогнозні моделі на основі	
	СЕТ	ГТК (Селянінова)
Початок льоту	$y = 4x + 137$	$y = 0{,}22x^2 - 1{,}33x + 2{,}56$
Літ імаго	$y = 21{,}55x - 7{,}2$	
Відкладання та розвиток яєць	$y = 17{,}843x + 27{,}4$	
Початок виходу личинок	$y = 4x + 195$	$y = -0{,}1325x^2 + 1{,}0975x - 1{,}51$
Діапаузування личинок	$y = -10{,}371x + 389{,}71$ $y = -1{,}0832x^2 + 28{,}623x + 53{,}933$	
де y – значення СЕТ, °С або значення ГТК; x – декада вегетаційного періоду		

Накладання даних фенологічного календаря соняшникової шипоноски на динаміку ГТК (Селянінова) дає такі результати (рис. 2). Так, літ імаго та яйце-

кладка відбуваються за ідентичних значень ГТК – 0,815, 0,78 (середня посуха) та 0,55 (сильна посуха). Личинки трапляються за досить значного діапазону значень: від 0,76 (середня посуха) у липні до 0,88 (слабка посуха) у грудні, під час зниження ГТК у вересні до 0,305 (рівень дуже сильної посухи), що свідчить про їх входження у діапаузу наприкінці вегетації.

Формалізація фенології шипоноски щодо ГТК можлива лише для періоду льоту імаго і відкладання яєць та появи личинкової стадії до діапаузувального стану (табл. 1).

Прогноз фенології соняшникової шипоноски за значеннями СЕТ досить адекватно описують моделі на основі лінійного тренду з високою достовірністю апроксимації. Так, значення коефіцієнта детермінації для моделей початку льоту та початку виходу личинок становить 1, загальне рівняння льоту має показник 0,9122, дещо менший рівень для періодів відкладання та розвитку яєць та діапаузування личинок – 0,8789 та 0,8282 відповідно. Для останнього періоду значний рівень достовірності дає і модель на основі поліноміального тренду – $R^2 = 0,9276$.

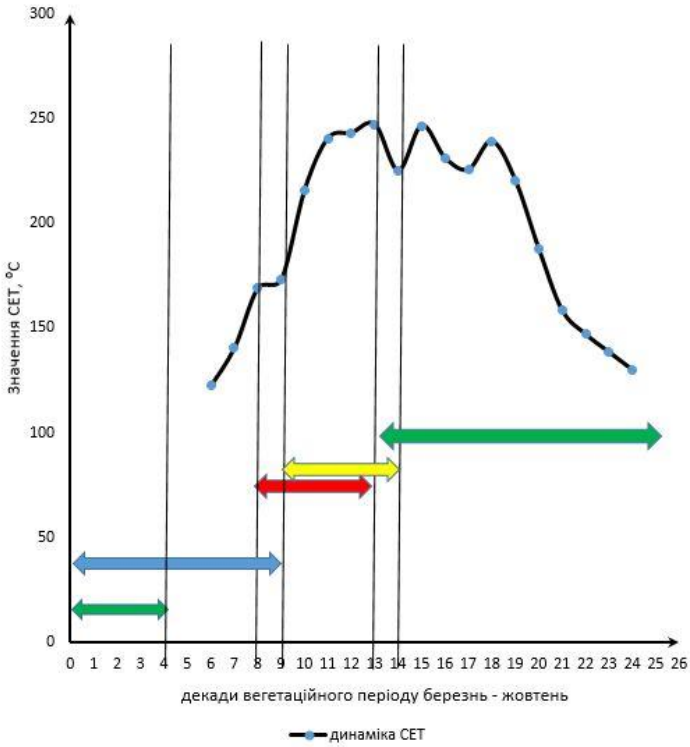


Рис. 1. Фенологія соняшникової шипоноски у відповідності до СЕТ (Херсонська область, 2019–2020 рр.)

зелений колір стрілки – личинки, синій – лялечки, червоний – літ імаго, жовтий – період відкладання яєць

Прогнозування фенології на основі значень ГТК є більш достовірним за використання моделей на основі поліноміального тренду. Так, рівняння періодів льоту-яйцекладки та виходу личинок і тривалості личинкової стадії до впадання в діа-

паузу будуть мати максимальний рівень достовірності детермінації R^2 =1. Решту фенофаз на основі ГТК прогнозувати не зовсім доцільно, оскільки прогнозні рівняння мають незначну достовірність апроксимації.

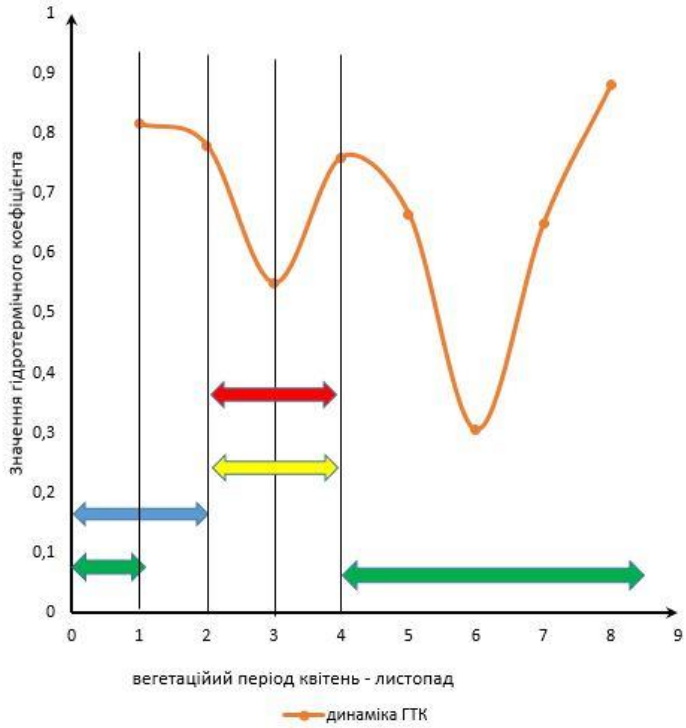


Рис. 2. Фенологія соняшникової шипоноски відповідно до значень ГТК Селянінова (Херсонська область, 2019–2020 рр.)

зелений колір стрілки – личинки, синій – лялечки, червоний – літ імаго, жовтий – період відкладання яєць

Фенологія соняшникового вусача Agapanthia dahli Richt. Соняшниковий вусач розвивається в одному поколінні. Багаторічні спостереження дають можливість окреслити його фенологію так: літ імаго триває більше півтора місяця (починаючись у третій декаді травня і закінчуючись у першій декаді липня). Яйця трапляються із середини червня до середини липня. Перші личинки починають з'являтися на початку липня, а після зимівлі трапляються до другої декади травня, лялечки – протягом усього травня і до другої декади червня.

Накладання фенології на дані СЕТ (рис. 3) свідчить про те, що літ вусача починається за 173°С і закінчується за 247°С, причому останнє може бути реакцією на тимчасове зниження температури у середині липня. Яйця починає відкладати за СЕТ 240,5°С, яйцекладка також закінчується зі зниженням температури у липні (225°С), хоча вже відкладені яйця трапляються і пізніше. Личинки починають відроджуватися за СЕТ 247°С і з вересневим зниженням температури – СЕТ 188,5–158,5 діапаузують. Заляльковування навесні личинок, що перезимували, активується СЕТ 140,5 і припиняється за 240,5°С.

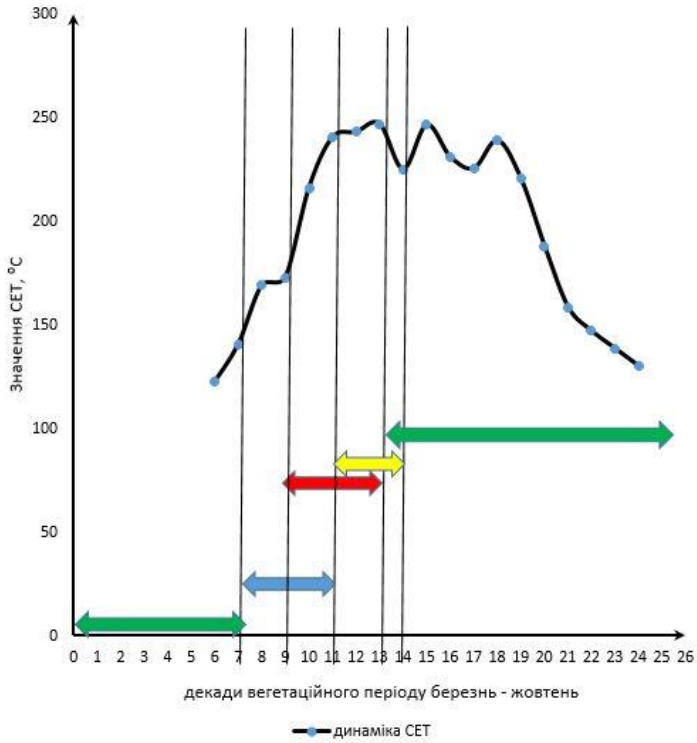


Рис. 3. Фенологія соняшникового вусача відповідно до СЕТ (Херсонська область, 2019–2020 рр.)

зелений колір стрілки – личинки, синій – лялечки, червоний – літ імаго, жовтий – період відкладання яєць

Формалізація фенології соняшникового вусача з метою прогнозування на основі СЕТ можлива для таких елементів: заляльковування, літ імаго, відкладання та розвиток яєць, початок відродження личинок та їх розвиток до діапаузи (табл. 2). Модель фази заляльковування, побудована на основі поліноміального тренду, має рівень високої достовірності $R^2 = 0,9667$. На основі такого ж тренду маємо рівняння для льоту та періоду відкладання-розвитку яєць, хоча й із значенням коефіцієнта детермінації дещо нижчим – 0,8002 та 0,8641 відповідно. Початок відродження личинок та їх розвиток до діапаузи буде описуватися виразом зі слабкою достовірністю апроксимації (0,271), тому його використання для прогнозу не бажане.

Поєднання фенології соняшникового вусача із сезонною динамікою ГТК показало такі тенденції: за ГТК періоди заляльковування і льоту імаго відповідають інтервалу 0,78–0,55 (від середньої до сильної посухи); ГТК періоду яйцекладки також майже ідентичний попередньому – 0,55–0,76 (зміна ступеня посушливості у зворотному порядку (від сильної посухи до середньої), а тому яйцекладка розпочинається лише за певних показників вологості), лише зміщений у часі, вихід і розвиток личинок до діапаузи відповідає ГТК в діапазоні від 0,665 у серпні (середня посуха) до 0,305 у вересні (сильно посушливий період) (рис. 4).

Таблиця 2

Прогнозні моделі фенологічних подій у популяції соняшникового вусача

Фенологічна подія	Прогнозні моделі на основі	
	СЕТ	ГТК (Селянінова)
Заляльковування	$y = 2{,}2143x^2 - 15{,}157x + 140{,}43$	$y = -0{,}23x + 1{,}24$
Літ імаго	$y = 17{,}5x - 31{,}4$	
Відкладання та розвиток яєць	$y = -6{,}125x^2 + 148{,}88x - 657{,}38$	$y = 0{,}21x - 0{,}08$
Початок виходу личинок та їх розвиток до діапаузи	$y = -0{,}0298x^2 + 1{,}6369x + 267{,}43$	$y = -0{,}2275x + 1{,}7142$
де y – значення СЕТ, С або значення ГТК; x – декада вегетаційного періоду		

Моделі прогнозу фенологічних фаз соняшникового вусача щодо ГТК Селянінова можливе для періодів заляльковування (льоту імаго, яйцекладки і розвитку яєць, відродження личинок і їх розвиток до діапаузи). Усі вони мають високий рівень достовірності (для перших двох $R^2 = 1$, а для останнього – 0,8984) і побудовані на основі лінійного тренду.

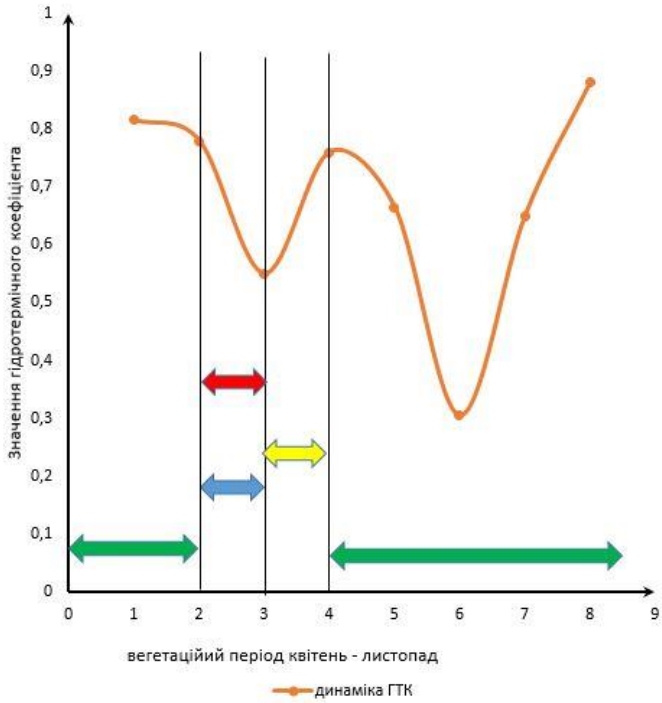


Рис. 4. Фенологія соняшникового вусача відповідно до значень ГТК Селянінова (Херсонська область, 2019–2020 рр.)

зелений колір стрілки – личинки, синій – лялечки, червоний – літ імаго, жовтий – період відкладання яєць

Висновки і пропозиції. Літ імаго соняшникової шипоноски починається за суми 169°С, відкладання яєць – 173, а вихід личинок за СЕТ 247°С, літ імаго та яйцекладка відбуваються за ГТК – 0,78–0,815 та 0,55, личинки трапляються за 0,76–0,88, під час зниження ГТК у вересні до 0,305, що свідчить про їх входження у діапаузу наприкінці вегетації; літ соняшникового вусача починається за СЕТ 173°С і закінчується за 247°С, початок відкладання яєць за 240,5°С, відродження личинок – 247°С і з вересневим зниженням температури – 188,5–158,5 діапаузують, заляльковування навесні активується за 140,5 і припиняється за 240,5°С, за ГТК періоди заляльковування і льоту вусача відповідають інтервалу 0,78–0,55, яйцекладки 0,55–0,76, а виходу і розвитку личинок до діапаузи – 0,665–0,305; розбиття графіку динаміки СЕТ та ГТК на елементи (відповідно до стадій фітофага з подальшим визначенням трендів цих елементів) дозволяє формалізувати більшість фенологічних подій у популяції шкідників; для соняшникової шипоноски щодо СЕТ визначено прогнозні моделі: льоту, початку льоту, відкладання та розвитку яєць, початку виходу личинок, діапаузування личинок із рівнем достовірності апроксимації 0,8789-1, щодо ГТК – моделі льоту-яйцекладки, виходу личинок і тривалості личинкової стадії до впадання в діапаузу – достовірність 1; для соняшникового вусача щодо СЕТ визначено прогнозні моделі заляльковування, льоту імаго, відкладання та розвитку яєць (достовірність 0,8002-1), щодо ГТК – рівняння заляльковування – льоту імаго, яйцекладки і розвитку яєць, початку відродження личинок та їх розвитку до діапаузи (достовірність 0,8984-1).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Артохин К.С., Полтавский А.Н. Злаковая листовертка на юге России. *Защита и карантин растений*. 2021. № 1. С. 25–27.
2. Артохин К.С., Полтавский А.Н. Мониторинг чешуекрылых. *Защита и карантин растений*. 2020. № 5. С. 23–29.
3. Балыкина Е.Б., Ягодинская Л.П., Шишкин В.А. Фенология яблонной плодожорки в Крыму. *Защита и карантин растений*. 2020. № 4. С. 27–29.
4. Белецкий Е. Н. Фитосанитарное прогнозирование на Украине: история, методология, пути совершенствования. *Защита и карантин растений*. 2015. № 12. С. 14–19.
5. Белецкий Е. Н., Станкевич С. В. *Полицикличность, синхронность и нелинейность популяционной динами насекомых и проблемы прогнозирования.* Vienna : Premier Publishing, 2018. 138 с.
6. Добровольский Б.В. *Фенология насекомых*. Москва : Высшая школа,1969. 232 с.
7. Довгань С.В. *Моделі прогнозу розвитку та розмноження фітофагів*. Херсон: Айлант, 2009. 208 с.
8. Драховская М. *Прогноз в защите растений*. Москва : Сельхозиздат, 1962. 200 с.
9. Дружелюбова Т.С., Макарова Л.А. *Погода и прогноз размножения вредных насекомых.* Ленинград : Гидрометеоиздат, 1972. 84 с.
10. Зубков А.Ф. *Агробиоценологическая фитосанитарная диагностика*. Санкт-Петербург, Пушкин : Изд-во ВИЗР, 1995. 386 с.
11. Ибрагимов Т.З., Санин С.С. Цифровая защита растений и интелектуальный анализ фитосанитарной информации. *Защита и карантин растений*. 2019. № 4. С. 15–18.
12. Исаев А.С., Овчинникова Т.М., Суховольский В.Г., Пальникова Е.Н., Тарасова О.В., Хлебопрос Р.Г. *Отклик насекомых вредителей леса на будущие глобальные климатические изменения*. Красноярск : Изд-во Ин-та леса СО РАН, 1998. 31 с.

13. Каплин В.Г., Перцева Е.В., Антонов П.В. *Скрытоживущие насекомые – вредители злаковых культур.* Москва : Наука, 2007. 232 с.

14. Карімов І.К. *Інформаційно-обчислювальні системи в економіці*: Навч. посібник. Дніпродзержинськ : ДДТУ, 2009. 250 с.

15. Кулєшов В.А, Білик М.О., Довгань С.В. *Фітосанітарний моніторинг і прогноз.* Харків : Еспада, 2011. 608 с.

16. Лукомец В.М., Пивень В.Т., Децина А.А., Семеренко С.А. Фитосанитарные проблемы возделывания подсолнечника. *Защита и карантин растений*. 2019. № 6. С. 32–37.

17. Макарова Л.А., Доронина Г.М. *Агрометеорологические предикторы прогноза размножения вредителей сельскохозяйственных культур.* Ленинград : Гидрометеоиздат, 1988. 216 с.

18. Макарова Л.А., Доронина Г.М. *Агрометеорологическое обоснование оптимизации защиты зерновых культур от вредной черепашки*. Ленинград: Гидрометеоиздат, 1983. 144 с.

19. Недорезов Л.В., Садыков А.М. О влиянии зимних погодных условий на динамику численности изолированной популяции насекомых. *Евразийский энтомологический журнал.* 2004. 3. № 3. С. 169–172.

20. Овсянникова Е.И., Гричанов И.Я. Фенология яблонной плодожорки подтверждает потепление климата. *Защита и карантин растений*. 2019. № 5. С. 28–29.

21. Подольский А.С. *Фенологический прогноз (математический прогноз в экологии)*. Москва : Колос, 1974. 287 с.

22. Поляков И.Я., Левитин М.М., Танский В.И. *Фитосанитарная диагностика в интегрированной защите.* Москва : Колос, 1995. 208 с.

23. Семеренко С.А. Растительноядные клопы на подсолнечнике. *Защита и карантин растений*. 2020. № 11. С. 23–27.

24. Станкевич С.В., Белецкий Е.Н., Забродина И.В. *Циклически-нелинейная динамика природных систем и проблемы прогнозирования.* Vancouver : Accent Graphics Communications &Publishing, 2019. 232 с.

25. Станкевич С.В., Забродіна І.В., Васильєва Ю.В., Туренко В.П., Кулєшов А.В., Білик М.О. *Моніторинг шкідників і хвороб сільськогосподарських культур :* Навч. посібник. Харків : 2020. 624 с.

26. Фокін А.В. Принципи фрактальної фітосанітарної діагностики агроценозу. *Карантин і захист рослин*. 2015. № 4. С. 16–18.

27. Фокін А.В., Доля М.М., Дрозда В.Ф. Прогнозування популяційної динаміки фітофагів в агроекосистемах за допомогою ланцюгів Маркова. *Agrology*, *2*(2), 100–105. https://doi.org/10.32819/019014

28. Чекмарев В.В., Ермилова Н.И., Илларионова О.И. Влияние погодных факторов на развитие хлебных жуков. *Защита и карантин растений*. 2019. № 9. С. 27–28.

УДК 628.1(477.72)
DOI https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.119.12

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО В УКРАЇНІ

Морозов О.В. *– д.с.-г.н., професор, професор кафедри гідротехнічного будівництва, водної інженерії та водних технологій,*
Херсонський державний аграрно-економічний університет
Морозова О.С. *– к.е.н., доцент, доцент кафедри готельно-ресторанного та туристичного бізнесу й іноземних мов,*
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
Керімов А.Н. *– к.с.-г.н., доцент, доцент кафедри рослинництва та агроінженерії,*
Херсонський державний аграрно-економічний університет

У статті досліджено ефективність вирощування кукурудзи на зерно, у тому числі в умовах зрошення. Розглянуто показники ефективності вирощування кукурудзи на зерно, а саме посівні площі, валовий збір, урожайність. У 2019 році в Україні найбільша урожайність кукурудзи на зерно була отримана в Хмельницькій (99,2 ц/га), Волинській (92,2 ц/га), Тернопільській (90,9 ц/га), Вінницькій (87,3 ц/га), Житомирській (84,1 ц/га), Київській (84,7 ц/га) та Херсонській(83,7 ц/га) областях. Варто відзначити, що отримання проектної урожайності в Херсонської області можливо лише за умов зрошення.

Проаналізовано показники ефективності вирощування кукурудзи на зерно в господарствах різних форм власності й за площею вирощування. Установлено, що найбільша урожайність кукурудзи на зерно простежується в сільськогосподарських підприємствах (70,4 ц/га). У господарствах населення урожайність кукурудзи на зерно у 2019 році становила лише 50,0 ц/га. Проведений аналіз із застосуванням методу групування сільськогосподарських підприємств за їх величиною свідчить, що найбільша урожайність кукурудзи на зерно спостерігається в сільськогосподарських підприємствах з площею 2000,0 га й більше (83,5–86,3 ц/га). Таке ресурсозабезпечення на гектар площі у великих сільськогосподарських підприємствах свідчить на користь інтенсифікації виробництва.

В умовах недостатнього й нестійкого зволоження зрошенню належить головна роль у підвищенні врожайності сільськогосподарських культу. Аналіз узагальнених даних досліджень за 2019 рік щодо врожайності кукурудзи на зерно на зрошуваних і незрошуваних землях свідчить, що коефіцієнт ефективності зрошення в Степовій зоні вищий, ніж в інших зонах України. Це свідчить, що отримання сільськогосподарської продукції в Степовій зоні відбувається при значному находженні теплових ресурсів і найменшій в Україні кількості опадів.

За таких умов ведення землеробства в Степовій зоні України знаходиться на межі постійного ризику, а строкатість урожайності сільськогосподарських культур за роками дуже велика. Доцільність зрошення кукурудзи на зерно необхідно розглядати відповідно до кліматичних умов та еколого-агромеліоративного стану земель.

Ключові слова: *ефективність, кукурудза на зерно, посівні площі, валовий збір, урожайність, зрошення.*

Morozov O.V., Morozova O.S., Ivaniv M.O., Kerimiv A.N. Efficiency of growing corn for grain in Ukraine

The article investigates the efficiency of growing corn for grain, including under irrigation. Natural and economic conditions of Ukraine allow us not only to meet the domestic needs for corn grain, but also to significantly increase its export potential. Indicators of efficiency of corn cultivation for grain, namely sown areas, gross harvest, productivity are considered. In 2019, the highest grain yield in Ukraine was obtained in Khmelnytsky (99.2 c / ha), Volyn (92.2 c / ha), Ternopil (90.9 c / ha), Vinnytsia (87.3 c / ha). ha), Zhytomyr (84.1 c / ha), Kyiv (84.7 c / ha) and Kherson (83.7 c / ha) oblasts. It should be noted that obtaining the project yield in the Kherson region is possible only under irrigation. Indicators of efficiency of corn cultivation for grain on

farms of different forms of ownership and by area of cultivation are analyzed. It is established that the highest yield of corn for grain is observed in agricultural enterprises (70.4 c / ha). In households, the yield of corn for grain in 2019 was only 50.0 kg / ha. The analysis using the method of grouping of agricultural enterprises by their size shows that the highest yield of corn for grain is observed in agricultural enterprises with an area of 2000.0 ha and more (83.5-86.3 c / ha). Sufficient resource supply per hectare of area in large agricultural enterprises indicates in favor of intensification of production. In the conditions of insufficient and unstable moisture, irrigation plays a major role in increasing crop yields. Analysis of generalized research data of 2019 on corn yield for grain on irrigated and non-irrigated lands shows that the coefficient of irrigation efficiency in the Steppe zone is higher than in other areas of Ukraine. This indicates that the production of agricultural products in the steppe zone occurs significant thermal resources and the lowest amount of precipitation in Ukraine. Under such conditions, farming in the steppe zone of Ukraine is on the verge of constant risk, and the range of crop yields over the years is very wide. The expediency of irrigating corn for grain should be considered in accordance with the climatic conditions as well as ecological and agro-ameliorative condition of lands.

Key words: *efficiency, corn for grain, sown areas, gross harvest, yield, irrigation.*

Постановка проблеми. Кукурудза займає лідируючі позиції в сучасному світовому землеробстві, що пояснюється її широким застосуванням і високою врожайністю. Вона є більш високоенергетичним кормом порівняно з пшеницею, ячменем і вівсом. Зерно кукурудзи добре підходить для годування всіх видів тварин і птахів. Крім того, з ростом цін на енергоресурси підвищився інтерес до використання зерна кукурудзи як найбільш дешевого матеріалу для виробництва біоетанолу. Тому не дивно, що ще у 2019 році у світі під цю культуру було виділено 192 млн. га посівних площ, що на 3 млн. більше, ніж у 2018 році [1; 2].

За даними Міністерства сільського господарства США (USDA), лідерами по виробництву кукурудзи є США, Китай і Бразилія, на які припадає 48% світових площ. США займає таку позицію завдяки високій врожайності, яка в минулому році становила 10,5 т/га. Усього американськими аграріями з площі 33,1 млн. га було зібрано 347 млн. тонн зерна, що становить близько 33% від світового виробництва. Китай займає другу позицію в рейтингу завдяки значним площами. У 2019 році китайські аграрії зібрали 254 млн. тонн зерна з площі 41 млн га. У Бразилії під кукурудзу виділили 18,1 млн га й зібрали 101 млн тонн зерна (таблиця 1) [2; 3].

Таблиця 1

Групування країн Світу за виробництвом кукурудзи на зерно у 2019 році

Посівна площа			Валовий збір			Урожайність		
№ з/п	країна	тис. га	№ з/п	країна	тис. тонн	№ з/п	країна	т/га
1	Китай	41000	1	США	347006	1	Туреччина	11,5
2	США	33109	2	Китай	254000	2	США	10,5
3	Бразилія	18100	3	Бразилія	101000	3	Канада	10,0
4	Індія	9500	4	ЄС	64560	4	Аргентина	8,2
5	ЄС	8594	5	Аргентина	50000	5	Єгипет	8,0
6	Мексика	6800	6	Україна	35500	6	ЄС	7,5
7	Нігерія	6500	7	Індія	29000	7	Україна	7,2
8	Аргентина	6100	8	Мексика	25000	8	Сербія	7,1
9	Україна	4900	9	ЮАР	14000	9	Китай	6,2
10	Танзанія	4200	10	Росія	14000	10	Росія	5,7
…	…	…	….	…	…	…	…	…
Світ загалом		191510	Світ загалом		1102064	Світ загалом		6,0

Україна в рейтингу країн Світу за площами посіву кукурудзи на зерно – на 9 місці, за валовим збором – на 6 місці, а за рівнем урожайності – на 7 місці (таблиця 1). Хоча сьогодні в це важко повірити, але на початку 2000-х років обсяг виробництва кукурудзи в країні становив близько 3,0 млн. тонн, а вже у 2019 р. було зібрано 29,2 млн. тонн.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання вирощування кукурудзи на зерно, у тому числі на зрошуваних землях, в Україні висвітлено в працях багатьох вітчизняних дослідників, зокрема Лавриненко Ю.О., Вожегової Р.А., Аверчева О.В., Коковіхіна С.В., Писаренка П.В., Іваніва М.О., Михайленко І.В., Найдьонова В.Г. та інших [4, 5, 6, 7, 10, 11]..

Постановка завдання. Інформаційну базу дослідження становлять дані статистичних звітностей, ретроспективних матеріалів Державної служби статистики України, Інституту зрошуваного землеробства НААН, Херсонського державного аграрно-економічного університету й матеріали власних досліджень. Опрацювання й візуалізація статистичної, інформації та результатів дослідження здійснювалося за допомогою пакетів програм Microsoft Excel.

У роботі використано комплекс загальнонаукових і спеціальних, емпіричних і теоретичних методів дослідження: ***історичний*** – для ретроспективного узагальнення наукових досягнень вітчизняних учених щодо підвищення ефективності вирощування кукурудзи на зерно в сучасних умовах господарювання; ***аналітичний*** – для аналізу показників ефективності вирощування кукурудзи на зерно; ***групування*** – для аналізу сільськогосподарських підприємств за їх величиною; ***системний аналіз і підхід*** для комплексного аналізу стану й вивчення закономірностей зв'язку ефективності вирощування кукурудзи на зерно в умовах зрошення.

Виклад основного матеріалу дослідження. Природно-економічні умови України дають змогу не тільки забезпечити внутрішні потреби в зерні кукурудзи, а й значно наростити її експортний потенціал.

У структурі всіх посівних площ (зернові та зернобобові) в Україні площа кукурудзи на зерно становить 4986,9 тис. га (32,6%) (рис. 1а), при валовому зборі 358800,5 тис. ц (47,75%) (рис. 2а). На зрошуваних землях у структурі посівних площ (зернові та зернобобові) в України площа кукурудзи на зерно становить 58,7 тис. га (32,12%) (рис. 1б), при валовому зборі 5642,1 тис. ц (51,60%) (рис. 2б).

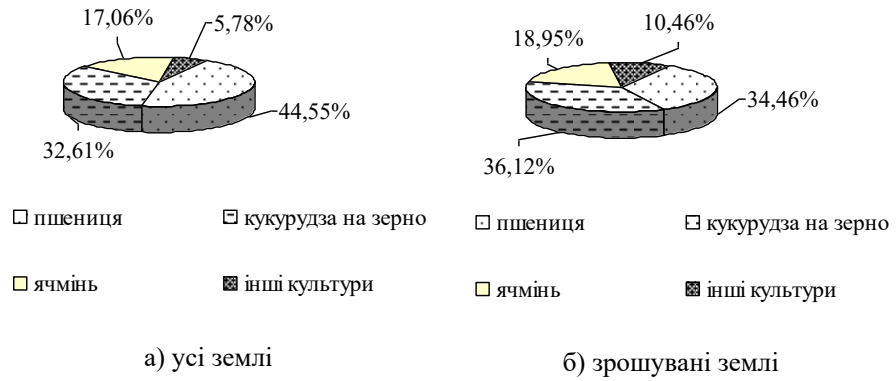
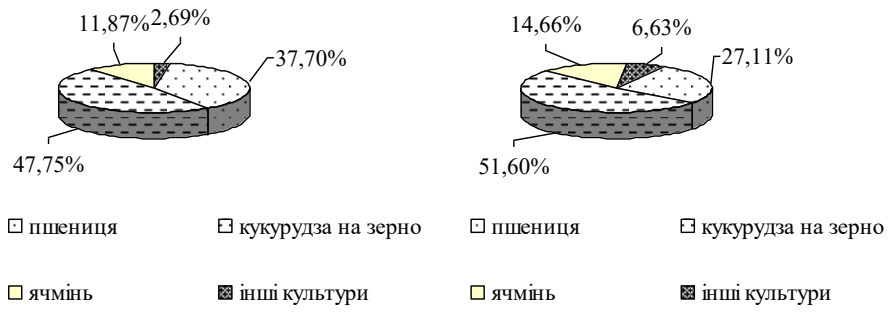


Рис. 1. Структура посівних площ зернових і зернобобових культур в Україні (2019 рік)



а) всі землі б) зрошувані землі

Рис. 2. Структура валового збору зернових і зернобобових культур в Україні (2019 рік)

Для оцінки загального стану вирощування кукурудзи на зерно в Україні розглянуто зміну посівних площ, валового збору й урожайності в динаміці. За період охоплений дослідженнями (1990–2019 рр.) виявлена тенденція до збільшення посівних площ і, відповідно, валового збору кукурудзи на зерно в Україні (рис. 3).

Динамічним фактором, що визначає рівень ефективності вирощування кукурудзи на зерно, є урожайність. У 2019 році в Україні найбільша урожайність кукурудзи на зерно була отримана у Хмельницькій (99,2 ц/га), Волинській (92,2 ц/га), Тернопільській (90,9 ц/га), Вінницькій (87,3 ц/га), Житомирській (84,1 ц/га), Київській (84,7 ц/га) та Херсонській (83,7 ц/га) областях (рис. 3). Варто відзначити, що отримання проектної урожайності в Херсонській області можливо лише за умов зрошення.

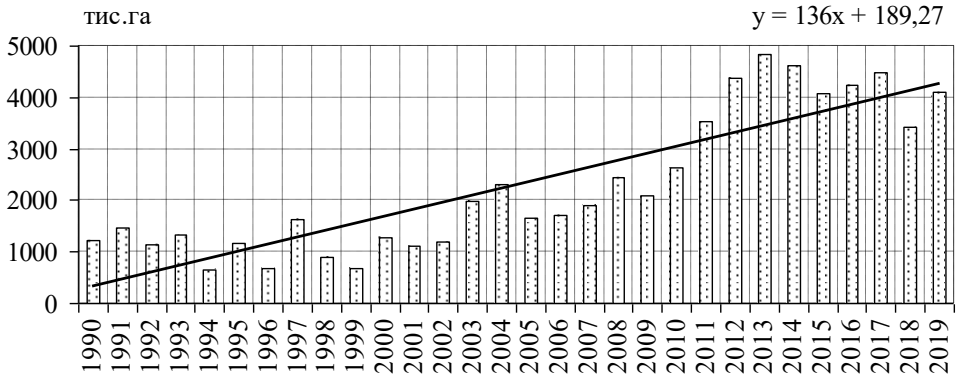
Рівень урожайності не лише характеризує рівень культури землеробства, а й відображає результат інтенсифікації виробництва та її економічну доцільність. Останнє підтверджують результати групування сільськогосподарських підприємств за розмірами зібраної площі кукурудзи на зерно у 2019 році (таблиці 2, 3).

Найбільша врожайність кукурудзи на зерно простежується в сільськогосподарських підприємствах (70,4 ц/га). У господарствах населення врожайність кукурудзи на зерно у 2019 році становила лише 50,0 ц/га (таблиця 2).

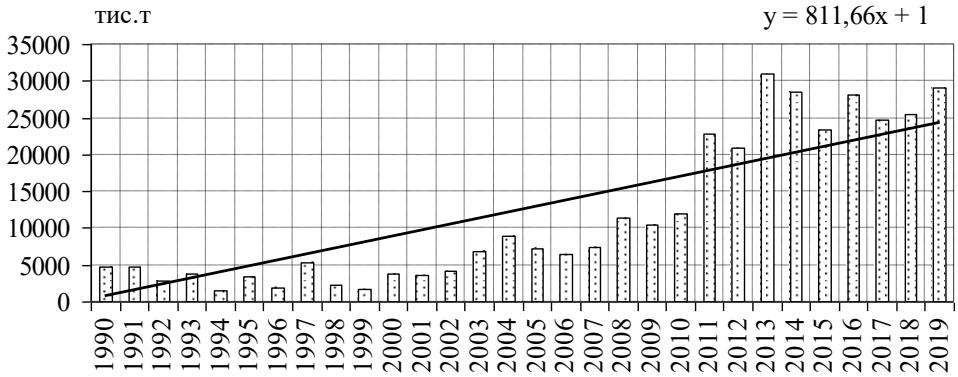
Проведений аналіз із застосуванням методу групування сільськогосподарських підприємств за їх величиною свідчить, що найбільша врожайність кукурудзи на зерно спостерігається в сільськогосподарських підприємствах з площею 2000,0 га й більше (83,5–86,3 ц/га) (таблиця 3). Таке ресурсозабезпечення на гектар площі у великих сільськогосподарських підприємствах свідчить на користь інтенсифікації виробництва.

У господарствах населення через нестачу добрив, гербіцидів та інших матеріально-технічних засобів порушується технологія вирощування кукурудзи на зерно. Не завжди дотримуються рекомендовані науково обґрунтовані рекомендації щодо обробітку та норми внесення добрив [9].

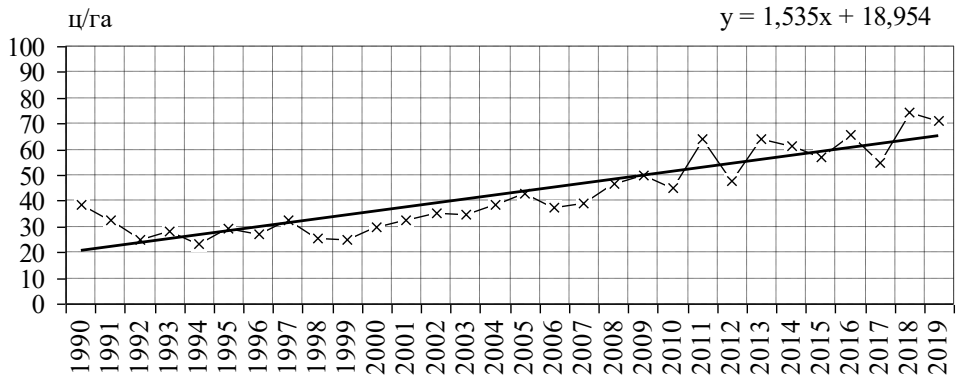
Господарства населення здатні забезпечити високоефективне виробництво кукурудзи на зерно, але без допомоги держави їм не обійтися, як це робиться в інших країнах, зокрема в США, де великі сільськогосподарські підприємства становлять лише 20%, а фермерські господарства – 80%, незважаючи на переваги в усіх напрямах великих сільськогосподарських підприємств, країни Заходу та США сприяють розвиткові фермерських господарств [9].



а) зібрана площа



б) валовий збір



в) урожайність

Рис. 3. Динаміка посівних площ, валового збору й урожайності кукурудзи на зерно в Україні

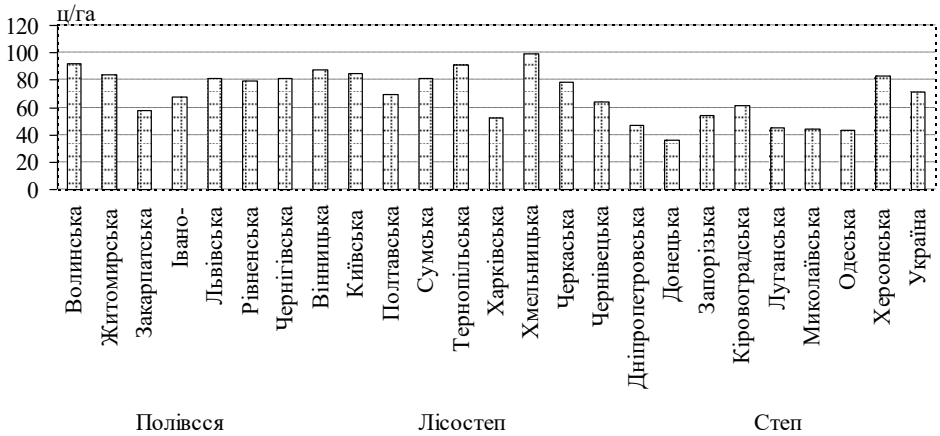


Рис. 4. Урожайність кукурудзи на зерно в Україні (станом на 1 листопада 2019 року[1])

[1]Дані наведено без урахування тимчасово окупованої території Автономної Республіки Крим, м. Севастополя та частини тимчасово окупованих територій у Донецькій і Луганській областях

Таблиця 2

Збір урожаю кукурудзи на зерно в Україні (станом на 1 листопада 2019 року[1])

Зони	Господарства всіх категорій			Сільськогосподарські підприємства			Господарства населення		
	площа зібрана, тис. га	обсяг виробництва, тис. ц	урожайність, ц з 1 га зібраної площі	площа зібрана, тис. га	обсяг виробництва, тис. ц	урожайність, ц з 1 га зібраної площі	площа зібрана, тис. га	обсяг виробництва, тис. ц	урожайність, ц з 1 га зібраної площі
Полісся	685,7	54677	79,7	581,4	49222	84,7	104,3	5455,6	53,3
Лісостеп	2353	182153	77,4	1938,1	157503	81,3	414,9	24650	59,4
Степ	1054,1	54771,5	52,0	546,2	33549	61,4	507,9	21223	41,8
Україна	4092,8	291601,2	71,2	3065,7	240273,3	78,4	1027,1	51327,9	50,0

[1]Дані наведено без урахування тимчасово окупованої території Автономної Республіки Крим, м. Севастополя та частини тимчасово окупованих територій у Донецькій і Луганській областях.

Джерело: складено автором на основі даних Державного комітету статистики України.

В умовах недостатнього й нестійкого зволоження зрошенню належить головна роль у підвищенні врожайності сільськогосподарських культу. Доцільність зрошення кукурудзи на зерно необхідно розглядати відповідно до кліматичних умов та еколого-агромеліоративного стану земель [4].

Таблиця 3

Групування підприємств за розмірами зібраної площі кукурудзи на зерно в Україні у 2019 році[1]

	Кількість підприємств		Обсяг виробництва[2]		Урожайність, ц з 1 га
	одиниць	у % до загальної кількості	тис. т	у % до загального обсягу виробництва	
Підприємства	**15170**	**100,0**	**30664,4**	**100,0**	**77,7**
з них із площею, га					
до 100,00	9317	61,4	1927,2	6,3	60,0
100,01–200,00	2003	13,2	2013,0	6,6	68,7
200,01–500,00	2037	13,4	4823,2	15,7	74,3
500,01–1000,00	972	6,4	5205,7	17,0	77,3
1000,01–2000,00	512	3,4	5598,1	18,3	79,1
2000,01–3000,00	153	1,0	3074,4	10,0	83,5
Більше ніж 3000,00	176	1,2	8022,8	26,1	86,3

[1]Дані наведено без урахування тимчасово окупованої території Автономної Республіки Крим, м. Севастополя та частини тимчасово окупованих територій у Донецькій і Луганській областях.

[2]Обсяг виробництва наведено в масі після доробки.

Таблиця 4

Коефіцієнт ефективності зрошення при вирощуванні кукурудзи на зерно в Україні (станом на 2019 рік)[1]

Адміністративні області	Господарства всіх категорій			Зрошення			Неполивні землі			Коефіцієнт ефективності зрошення[2]
	площа зібрана, тис. га	обсяг виробництва, тис. ц	урожайність, ц з 1 га зібраної площі	площа зібрана, тис. га	обсяг виробництва, тис. ц	урожайність, ц з 1 га зібраної площі	площа зібрана, тис. га	обсяг виробництва, тис. ц	урожайність, ц з 1 га зібраної площі	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Полісся, Лісостеп										
Житомирська	207,6	17464,2	84,1	0,2	20,1	110,7	207,4	17444,1	84,1	**1,32**
Вінницька	412,3	35749,0	86,7	0,9	76,6	89,8	411,4	35672,4	86,7	**1,03**
Полтавська	661,7	46175,2	69,8	1,7	128,9	73,8	660,0	46046,3	69,8	**1,06**
Харківська	274,8	14800,3	53,8	1,0	72,3	73,6	273,8	14728,0	53,8	**1,37**
Степ										
АР Крим	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Дніпропетровська	316,3	15346,5	48,5	6,5	647,2	100,3	309,8	14699,3	47,4	**2,12**
Донецька	59,8	2173,3	36,3	0,5	23,6	46,3	59,3	2149,7	36,3	**1,28**
Запорізька	33,8	1856,9	54,9	8,9	951,6	107,5	24,9	905,3	36,4	**2,95**

Закінчення табл. 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Кіровоградська	384,4	24190,8	62,9	0,1	4,7	75,7	384,3	24186,1	62,9	**1,28**
Луганська	61,6	2773,4	45,1	0,4	28,1	73,3	61,2	2745,3	44,9	**1,63**
Миколаївська	115,4	5099,9	44,2	3,8	415,3	107,2	111,6	4684,6	42,0	**2,56**
Одеська	141,4	6134,7	43,4	3,2	239,1	73,7	138,2	5895,6	42,7	**1,73**
Херсонська	44,8	3724,5	83,3	25,7	2709,8	105,3	19,1	1014,7	53,1	**1,98**
Україна	**4986,9**	**358800,5**	**71,9**	**58,7**	**5642,1**	**96,2**	**4928,2**	**353158,4**	**71,7**	**1,34**

[1]Дані наведено без урахування тимчасово окупованої території Автономної Республіки Крим, м. Севастополя та частини тимчасово окупованих територій у Донецькій і Луганській областях.

[2]Коефіцієнт ефективності зрошення визначається як відношення врожайності на зрошуваних землях до врожайності на їх незрошуваних аналогах.

[3]За даними Державної служби статистики України.

Джерело: складено автором на основі даних Державного комітету статистики України

Аналіз узагальнених даних досліджень за 2019 рік щодо врожайності кукурудзи на зерно на зрошуваних і незрошуваних землях свідчить, що коефіцієнт ефективності зрошення в Степовій зоні вищий, ніж в інших зонах України (таблиця 4). Це свідчить, що отримання сільськогосподарської продукції в Степовій зоні відбувається при значному находженні теплових ресурсів і найменшій в Україні кількості опадів.

За таких умов ведення землеробства в Степовій зоні України знаходиться на межі постійного ризику, а строкатість урожайності сільськогосподарських культур за роками дуже велика.

Звичайно, подальший розвиток і підвищення ефективності вирощування кукурудзи на зерно, у томі числі в умовах зрошення, з огляду на глобальні зміни клімату та зростання водопотреби, не може здійснюватися без урахування відновлення зрошення в Степовій зоні та розвитку зрошення в Поліссі й Лісостепу. Це підтверджує актуальність наукових досліджень щодо сучасних наукових розробок з оптимізації водокористування на зрошувальних землях на основі застосування більш досконалих режимів і новітніх технологій і систем управління зрошенням.

Висновки і пропозиції. Україна є лідером у рейтингу країн Світу за площами посіву кукурудзи на зерно на 9 місці, за валовим збором на 6 місці, а за рівнем урожайності на 7 місці. Природно-економічні умови України дають змогу не тільки забезпечити внутрішні потреби в зерні кукурудзи, а й значно наростити її експортний потенціал.

За період, охоплений дослідженнями (1990–2019 рр.), виявлена тенденція до збільшення посівних площ і, відповідно, валового збору кукурудзи на зерно в Україні. У структурі всіх посівних площ (зернові та зернобобові) в Україні площа кукурудзи на зерно становить 4986,9 тис. га (32,6%), при валовому зборі 358800,5 тис. ц (47,75%). На зрошуваних землях у структурі посівних площ (зернові та зернобобові) України площа кукурудзи на зерно становить 58,7 тис. га (32,12%), при валовому зборі 5642,1 тис. ц (51,60%).

Найбільша врожайність кукурудзи на зерно в Україні простежується в сільськогосподарських підприємствах (70,4 ц/га). У господарствах населення врожайність кукурудзи на зерно у 2019 році становила лише 50,0 ц/га. Проведений

аналіз із застосуванням методу групування сільськогосподарських підприємств за їх величиною свідчить, що найбільша врожайність кукурудзи на зерно спостерігається в сільськогосподарських підприємствах з площею 2000,0 га й більше (83,5–86,3 ц/га). Таке ресурсозабезпечення на гектар площі у великих сільськогосподарських підприємствах свідчить на користь інтенсифікації виробництва.

Аналіз даних щодо врожайності кукурудзи на зерно на зрошуваних і незрошуваних землях свідчить, що коефіцієнт ефективності зрошення в Степовій зоні вищий, ніж в інших зонах України. Це свідчить, що отримання сільськогосподарської продукції в Степовій зоні відбувається при значному находженні теплових ресурсів і найменшій в Україні кількості опадів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. ТОП-10 країн з вирощування кукурудзи в 2019 році. *Українська зернова асоціація :* веб-сайт. URL: http://uga.ua/news/top-10-krayin-z-viroshhuvannya-kukurudzi-v-2019-rotsi/ (дата звернення: 31.05.2020).

2. Україна входить до числа країн-лідерів за виробництвом кукурудзи в світі. *Super Agro Dom.com :* веб-сайт. URL: https://superagronom.com/news/9446-ukrayina-vhodit-do-krayin-lideriv-za-virobnitstvom-kukurudzi-v-sviti (дата звернення: 31.05.2020).

3. Міністерство сільського господарства США (USAD). URL: https//www.indexmundi.com/agriculture/ (дата звернення: 31.05.2020).

4. Кукурудза на зрошуваних землях півдня України : монографія / Ю. О. Лавриненко та ін. Херсон : Айлант, 2011. 468 с.

5. Використання результатів статистичної обробки експериментальних даних в прогнозуванні економічної ефективності виробництва кукурудзи при зрошенні / С.В. Коковіхін, І.В. Михайленко, Ю.О. Лавриненко, П.В. Писаренко. *Таврійський науковий вісник*. 2007. Вип. 48. С. 282–291.

6. Лавриненко Ю.О. Агротехнологічні моделі гібридів кукурудзи для південного Степу України. *Таврійський науковий вісник.* 1999. Вип. 12. С. 25–34.

7. Ефективність зрошення при вирощуванні гібридів кукурудзи різних груп ФАО / Ю.О. Лавриненко, С.В. Коковіхін, І.В. Михайленко, П.В. Писаренко. *Таврійський науковий вісник*. 2009. Вип. 66. С. 144–152.

8. Матеріали Державної служби статистики України. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/ (дата звернення: 31.05.2020).

9. Шанін О.В. Ефективність функціонування сільськогосподарських аграрних формувань різних організаційно-правових форм в Україні. *Економічний аналіз :* збірник наук. праць / Тернопільський національний економічний університет ; голов. ред. В.А. Дерій. Тернопіль : Видавничо-поліграфічний центр Тернопільського національного економічного університету «Економічна думка», 2014. Том 18. № 3. С. 81–90.

10. Аверчев О.В., Іванів М.О., Лавриненко Ю.О. Мінливість елементів структури продуктивності у гібридів кукурудзи різних груп ФАО та їх зв'язок з урожайністю зерна за різних способів поливу та вологозабезпеченості у посушливому степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2020. Вип. 112. С. 4–15.

11. Аверчев О.В., Іванів М.О., Лавриненко Ю.О. Індекси врожайності та ефективної продуктивності у гібридів кукурудзи різних груп ФАО за різних способів поливу та вологозабезпеченості в Посушливому Степу України. *Таврійський науковий вісник.* 2020. Вип. 114. С. 3–12.

УДК 631.657:631.527
DOI https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.119.13

ЕЛЕМЕНТИ ВРОЖАЙНОСТІ Й УМІСТУ БІЛКА В НАСІННІ ГЕНОТИПІВ НУТУ ЗВИЧАЙНОГО В УМОВАХ НЕДОСТАТНЬОГО ЗВОЛОЖЕННЯ НА ПІВДНІ СТЕПУ УКРАЇНИ

Очкала О.С. *– аспірант, молодший науковий співробітник відділу селекції, генетики та насінництва бобових культур, Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення Національної академії аграрних наук України*
Лаврова Г.Д. *– к.б.н., завідувач відділу селекції, генетики та насінництва бобових культур, Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення Національної академії аграрних наук України*
Молодченкова О.О. *– д.б.н., завідувач лабораторії біохімії рослин, Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення Національної академії аграрних наук України*
Джус Т.О. *– агроном відділу селекції, генетики та насінництва бобових культур, Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення Національної академії аграрних наук України*

Мета статті – проведення дослідження та спостереження зміни продуктивності генотипів нуту звичайного за умов недостатнього зволоження клімату південного степу України; відбір екологічно стабільних форм для подальшої селекції на стійкість до абіотичних факторів зі збереженням високої продуктивності та якості насіння сортів. Для виконання поставленої мети нами досліджено 21 сортозразок вітчизняної й закордонної селекції та лінії 3 й 4 покоління на базі Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннєзнавства та сортовивчення – м. Одеса, південний Степ. Використано польовий, лабораторний і статистичний методи досліджень. Польовий метод включав спостереження й аналіз висіяних генотипів у польовому розсаднику експериментальної бази «Дачна» СГІ-НЦНС за 2018–2020 роки. Лабораторний метод включав дослідження вмісту білка в отриманому насінні нуту за допомогою титрування. Статистичні опрацювання результатів дослідів проводили дисперсійним методом, використовували програмне забезпечення Microsoft Excel.

Дослідження й аналіз отриманих даних протягом 3-х років у Селекційно-генетичному інституті – Національному центрі насіннєзнавства та сортовивчення (СГІ – НЦНС). Виявлення впливу гідротермічних показників 2018–2020 рр. на продуктивність і якість насіння нуту звичайного для відбору батьківських форм для селекції на стійкість до абіотичних факторів. Аналіз елементів урожаю отриманих ліній у процесі виконання програми та виявлення кореляційних зв'язків між елементами урожаю нуту звичайного.

Кліматичні умови суттєво впливають на продуктивність і якість урожаю нуту звичайного. Відбір генотипів нуту з толерантною реакцією на абіотичний стрес і введення цих форм у селекційну програму для створення високопродуктивних форм, стійких до абіотичних факторів, є пріоритетним сьогодні.

Ключові слова: *нут, селекція, вплив низьких позитивних температур, урожайність, білок, адаптивність.*

Ochkala O.S., Lavrova G.D., Molodchenkova O.O., Dzhus T.O. Elements of yield and protein content in the seeds of chickpea genotypes under the conditions of insufficient moisture in the South of the Steppe of Ukraine

The purpose of research *is to study and observe changes in the productivity of chickpea genotypes under the climate change of the Southern steppe of Ukraine, selection of ecologically stable forms for further selection for resistance to abiotic factors while maintaining high productivity and seed quality.* ***Materials and methods****. To achieve this goal, we studied*

21 varieties of domestic and foreign selection and lines of 3rd and 4th generation on the basis of the Plant Breeding and Genetics Institute – National Center for Seed and Cultivar Investigation of NAAS, Odessa, Southern Steppe. Field, laboratory and statistical research methods were used. The field method included observation and analysis of sown genotypes in the field nursery of the experimental base Dachna SGI-NCNS for the period 2018-2020. The laboratory method involved determining the protein content of the resulting chickpea seeds using the Kjeldahl method. Statistical processing of research results was carried out by conventional methods. Analysis of variance and correlation analysis was used to assess the variation of agronomic and economically valuable traits. ***Discussion of results****. Research and analysis of data obtained over 3 years at the Breeding and Genetics Institute – National Center for Seed Science and Variety Studies (SGI – NCNS) revealed the impact of hydrothermal parameters 2018-2020 on the productivity and quality of chickpea seeds to select parental forms for selection for resistance to abiotic factors. The analysis of the yield structure of the obtained lines in the process of program execution and the identification of correlations between the elements of the structure of the common chickpea crop.* ***Conclusions****. Climate change has a significant impact on the productivity and quality of chickpeas. Selection of chickpea genotypes with a tolerant response to abiotic stress and the introduction of these forms in the selection program to create highly productive forms resistant to abiotic factors is a priority at present.*

Key words: *chickpeas, breeding, influence of low positive temperatures, yield, protein, adaptability.*

Постановка проблеми. Питання забезпечення посівів сільськогосподарських культур запасами вологи для південних і центральних областей України постає з кожним роком усе гостріше. На превеликий жаль, питання глобального потепління впливає на екологічну, а із цим і на економічну сторону нашої країни. З огляду на зміну клімату, неабияку цінність нині має нут – важлива жарота посухостійка культура [1]. Для північних районів світової кулі, а саме для Канади, потрібні сорти нуту з ранньостиглістю, асоційованим з раннім цвітінням і утворенням подвійних бобів для уникнення приморозків наприкінці вегетаційного періоду. У 2014–2016 роках пройшли випробування три нові сорти Саскатунського дослідного центру: CDC Orion, CDC Leader і CDC Palmer [2], що дає перспективу вирощувати цю культуру по всій території нашої країни. Нині постає питання не стільки щодо збільшення продуктивності сільськогосподарських культур, скільки збереження стабільності тих показників, які ми маємо, адже абіотичні фактори впливають на продуктивність цієї культури, що висвітлив у роботі C.L.L. Gowda. Великонасіннєві сорти дуже чутливі до чинників навколишнього середовища й утрачають урожайність при негативному впливі біо- та абіотичних факторів, тому виділення зразків із великим насінням і відносно стабільних до біо- та абіотичних чинників є дуже важливим [3]. Для проростання рослин нуту потрібно 140–160% вологи відносно маси насіння [4]. Тому для цієї культури вкрай важливо мати стабільну вологу ґрунту при проростанні. Для вирішення цієї проблеми потрібно використовувати ранні і надранні посіви цієї культури, а в деяких випадках і підзимні. Але ця культура не дуже пристосована до такої технології вирощування, хоч і має генотипи, які можуть проростати при температурі +4 C° [5]. Нами проведено низку дослідів на виявлення цих генотипів і включення їх у селекційну програму для створення пристосованих сортів нуту з високим темпом проростання при низьких позитивних температурах.

Постановка завдання. Метою дослідження було створення й оцінка нового вихідного матеріалу для селекції високопродуктивних сортів нуту звичайного, адаптивних до несприятливих факторів довкілля, у тому числі толерантних до низьких позитивних температур під час проростання та початкових фаз розвитку рослин. Для досягнення цієї мети поставлені такі завдання: 1) з наявного гено-

фонду нуту виділити генотипи з високим рівнем прояву ознак, що визначають продуктивність, і з високим умістом білка в насінні; 2) визначити вплив гідротермічних чинників зовнішнього середовища на мінливість господарсько цінних ознак нуту; 3) дослідити прояв господарсько цінних ознак у гібридних ліній нуту, створених на основі генотипів з високою продуктивністю й із високою інтенсивністю проростання при низьких позитивних температурах.

Виклад основного матеріалу дослідження. Матеріали дослідження, експериментальна частина. Для дослідження й аналізу нами взято 21 зразок вітчизняної та іноземної селекції та генотипи гібридного походження F_4. У список входять такі сорти, як Розанна (Україна), Антей (Україна), Пам'ять (Україна), Тріумф (Україна), Краснокутський 123 (Російська Федерація), Красноградський 213 (Україна), Орнамент (Україна), Тарас Бульба (Україна), Одіссей (Україна), Буджак (Україна), Скарб (Україна), КСІ 12 (Туреччина), Адмірал (Україна), Йордан (Ізраїль), КСІ 16 (Туреччина), Александрит (Україна), Пегас (Україна), Ярина (Україна), Азкан (Туреччина), Заволзький (Російська Федерація), Чанарит (Туреччина) та F_4: 5030, 5033, 5150, 5360, 5362, 5381, 5382, 5383, 5384, 5387.

Методи дослідження включають польовий, аналітичний і статистичний аналіз (за Доспеховим), біохімічний аналіз умісту білка в насінні (за К'єльдалем).

У період 2018–2020 років указані генотипи були висіяні в польовому розсаднику експериментальної бази «Дачна» СГІ-НЦНС. Сівба поводилася 3-рядковими ділянками площею 12 м^2 у чотирьох повтореннях, з міжряддям 45 см, за методикою проведення польового досліду Б.А. Доспехова. Кожен рік спостережень мав специфічні абіотичні та біотичні фактори, які впливали на розвиток і продуктивність рослин. Велися фенологічні спостереження й аналіз генотипів за елементами структури урожаю та вмістом білка в насінні.

У таблиці 1 висвітлено рівень прояву та мінливість урожайності, крупності й білковості насіння досліджуваних генотипів нуту. Серед представлених зразків за крупністю насіння варто виділити Антей, Скарб, КСІ 16, Чанарит, маса 1000 насінин яких становила від 401,0 до 425,3 г. За вмістом білка серед представлених генотипів можемо виділити зразки Розанна і Скарб, білковість яких перевищувала 22%. Але варто сказати, що інші генотипи не сильно відставали від виділених: різниця становила 1–2%. За урожайністю виділилися Пам'ять, Краснокутський 123, Буджак, Адмірал, Пегас, Заволзький, у яких значення цього показника становило 8,2 ц/га, 8,5 ц/га, 8,8 ц/га, 8,6 ц/га, 9,1 ц/га і 10,4 ц/га відповідно.

Отже, немає генотипів, які б мали високі показники за всіма трьома параметрами дослідження. При високій урожайності спостерігаємо зменшення маси 1000 насінин й навпаки, при високій масі 1000 насінин – меншу врожайність, адже, як виявилося при проведенні статистичного аналізу на виявлення кореляційних взаємозв'язків, кореляція між урожайністю й масою 1000 насінин була негативною і становила r = -0,6 (таблиця 2). Водночас між іншими показниками спостерігався незначний позитивний кореляційний взаємозв'язок. Особливу увагу потрібно звернути на масу 1000 насінин. За цим показником можемо спостерігати реакцію рослин на зміну показників клімату та вологозабезпечення, адже саме від запасів вологи ґрунту залежить виповненість і якість отриманого урожаю. Також проведені розрахунки на виявлення кореляційних взаємозв'язків між гідротермічними показниками в період вегетації нуту й елементами урожаю та якістю насіння (таблиці 3, 4, 5).

Таблиця 1

Урожайність, уміст білка та маса 1000 насінин генотипів нуту звичайного за період 2018–2020 років

Назва	Маса 1000 насінин, г			Уміст білка, %			Урожайність, т/га		
	$X_{сер}$	s_x	V	$X_{сер}$	s_x	V	$X_{сер}$	s_x	V
Розанна	328,3	32,85	14,1	22,3	2,10	9,7	0,67	0,245	5,14
Антей	425,3	31,82	10,6	21,5	1,30	6,0	0,71	0,21	4,18
Пам’ять	321,6	28,79	12,7	21,4	0,90	4,6	0,82	0,227	3,90
Тріумф	377,3	27,76	10,4	21,2	2,14	10,1	0,7	0,141	2,86
Краснокутський 123	296,3	15,00	7,2	21,2	2,23	10,5	0,85	0,178	2,97
Красноградський 213	328,6	15,60	6,7	21,1	1,73	8,2	0,75	0,294	5,53
Орнамент	372,3	45,90	17,4	20,6	0,69	3,3	0,72	0,299	5,89
Тарас Бульба	339,6	14,50	6	21,4	0,51	2,4	0,8	0,265	4,7
Одіссей	385,0	18,37	6,7	21,5	1,36	6,3	0,7	0,251	5,03
Буджак	374,3	19,18	7,2	21,4	1,78	8,3	0,88	0,174	2,8
Скарб	407,3	4,56	1,6	22,4	2,14	9,6	0,67	0,185	3,9
КСІ 12	398,0	76,26	27,1	-	-	-	0,56	0,147	3,75
Адмірал	381,3	30,86	11,4	21,9	1,59	7,3	0,86	0,256	4,19
Йордан	381,0	13,09	4,9	21,6	1,12	5,2	0,74	0,188	3,61
КСІ 16	401,0	8,15	2,9	21,4	2,14	10,0	0,62	0,256	5,82
Александрит	302,3	2,85	1,3	20,4	0,98	4,8	0,82	0,146	2,52
Пегас	328,6	12,75	5,5	20,5	0,48	2,3	0,91	0,167	2,6
Ярина	378,6	23,72	8,9	20,0	0,62	3,1	0,74	0,257	4,92
Азкан	392,6	27,58	9,9	20,1	2,72	13,5	0,5	0,189	5,4
Заволзький	332,6	7,78	3,3	20,7	2,08	10,0	1,04	0,221	3,00
Чанарит	403,6	75,86	26,6	20,8	2,43	11,7	0,59	0,284	6,79
НІР 05	31,6			2,9			0,11		

Таблиця 2

Кореляційний зв’язок між елементами врожаю та якістю насіння нуту звичайного за період 2018–2020 років

Показники	Маса 1000 насінин, г	Білок, %	Урожай, ц/га
Маса 1000 насінин, г	-	+0,15	-0,60
Уміст білка, %	-	-	+0,31
Урожайність, ц/га	-	-	-

Таблиця 3

Коефіцієнти кореляції між урожайністю нуту й гідротермічними показниками (конкурсне сортовипробування, середнє за 2018–2020 роки)

Показники	Період		
	березень – серпень	березень – травень	червень – серпень
Відносна вологість повітря, %	+0,64	+0,68	-0,06
Сума опадів, мм	-0,65	-0,63	-0,7
Середня температура повітря, °С	+0,69	+0,9	+0,57

Як ми бачимо, основні гідротермічні показники мають високий і досить суттєвий вплив на показник урожайності (таблиця 3), але цей вплив неоднаковий протягом вегетації. Відносна вологість повітря в другу половину вегетації майже не впливала на врожайність (r = -0,06), тоді як у першу половину (березень-травень) спостерігали досить сильну кореляцію між цими показниками (r = 0,64), що вказує на позитивний вплив високої вологості повітря на формування врожаю. Якщо говорити про кількість опадів, то ми бачимо досить негативну тенденцію впливу дощів на врожайність нуту (r = -0,65). Це пояснюється посиленим розвитком патогенів при збільшенні кількості опадів у першу половину вегетації та відновленням вегетації при випадінні дощів під час достигання нуту. При цьому пагони, що відростають, відтягують поживні речовини, які могли бути використані на налив насіння, що в результаті знижує урожай культури. Середня температура повітря має суттєвий позитивний вплив на формування врожаю, особливо в першу половину вегетації (r = 0,9).

Маса 1000 насінин також мала позитивну кореляцію з температурою та відносною вологістю повітря (таблиця 4). Сума опадів, навпаки, майже не впливала на крупність насіння (r = -0,06).

Таблиця 4

Коефіцієнти кореляції між масою 1000 насінин нуту й гідротермічними показниками (конкурсне сортовипробування, середнє за 2018–2020 роки)

Показники	Період		
	березень – серпень	березень – травень	червень – серпень
Відносна вологість повітря, %	+0,97	+0,98	+0,55
Сума опадів, мм	-0,06	-0,03	-0,13
Середня температура повітря, °С	+0,98	+0,97	+0,95

За весь вегетаційний період вплив відносної вологості повітря мав суттєвий позитивний характер (r = 0,97). Але в другий період вегетації вплив дещо менший (r = 0,55). Середня температура повітря загалом має прямий позитивний вплив на формування маси насіння (r = 0,98) як у першій (r = 0,97), так і в другій половині (r = 0,95) вегетації.

Досить своєрідний взаємозв’язок між умістом білка та гідротермічними показниками (таблиця 5). Спостерігається позитивний вплив за весь період вегетації тільки за середньої температури повітря (r = 1). За іншими показниками суттєвого впливу на білковість насіння за весь період немає. Але при аналізі за місяцями спостерігаємо, що й вологість, і температура повітря в першу половину вегетації мають позитивний вплив, а саме r = 1, а в другу половину – зворотній негативний вплив на формування білку в рослині (r = -1). Опади, у свою чергу, мають негативний вплив на формування білка протягом обох частин періоду вегетації рослин (r_1 = -0,98, r_2 = -0,99).

Як бачимо, вплив гідротермічних показників має не останнє місце у формуванні урожаю та якості насіння нуту звичайного.

У 2020 році в польовому розсаднику експериментальної бази «Дачна» СГІ-НЦНС були висіяні рослини F_4, створені на основі генотипу Ярина та колекційних зразків, які протягом досліджень стійкості нуту до низьких позитивних температур показали досить суттєві показники стійкості до впливу абіотичного фактору.

Було проведено структурний аналіз рослин гібридного походження та статистична обробка отриманих даних. Результати досліджень висвітлені в таблиці 6.

Таблиця 5

Коефіцієнти кореляції між умістом білка в насінні нуту й гідротермічними показниками (конкурсне сортовипробування, середнє за 2018–2019 роки)

Показники	Період		
	березень – серпень	березень – травень	червень – серпень
Відносна вологість повітря, %	0	+1	-1
Сума опадів, мм	0	-0,98	-0,99
Середня температура повітря, °С	+1	+1	-1

Таблиця 6

Структура врожаю генотипів нуту F4 та батьківського компоненту в оптимальний строк сівби 2020 року

Сорт, лінія	Висота рослин, см	Висота розташування нижнього бобу, см	Кількість бобів на рослині, шт.	Кількість насінин на рослині, шт.	Маса насінин з рослини, г.
Ярина	50,57 ±1,86	21,43±0,95	13,86±1,18	10,24±1,36	3,86±0,47
5030	58,43±3,84	32,43±5,09	22,57±5,20	20,71±5,52	10,71±2,38
5033	53,29±2,16	24,86±1,87	29,43±7,1	26,00±8,09	11,71±2,73
5150	51,10±1,37	26,00±1,95	24,4±5,22	21,20±6,11	9,40±2,29
5360	51,57±2,32	28,29±1,05	20,71±4,27	20,71±6,29	9,00±1,96
5362	49,83±1,95	24,22±1,15	14,5±2,18	16,12±2,51	5,71±1,05
5381	48,94±2,98	30,06±2,23	28,11±3,69	25,39±4,03	8,17±1,29
5382	65,65±2,92	34,94±2,31	22,41±3,57	18,82±3,35	8,29±1,25
5383	54,06±3,35	28,63±1,28	22,00±2,58	21,06±2,40	10,00±0,89
5384	49,90±2,40	22,52±0,86	17,57±1,77	13,48±1,49	4,76±0,54
5387	45,29±1,45	23,51±0,72	13,80±1,85	11,37±1,50	3,77±0,59

Проаналізувавши дані зі структурного аналізу генотипів F4, ми можемо виділити майже всі генотипи, крім 5387, яка показала себе на рівні батьківської форми. Але якщо робити більш детальні висновки, ми можемо виділити такі номери, як 5030, 5033 та 5383, що мають досить переконливу перевагу в плані структури врожаю над іншими генотипами та батьківським компонентом, а саме за масою насіння: 5030 – 10,71±2,38 г, 5033 – 11,71±2,73 г, 5383 – 10±0,89 г. Отже, перспективними генотипами для створення сорту, стійкого до низьких позитивних температур, визнано 5033, 5360, 5381, 5383, адже їх показники досить значно випереджають батьківський компонент. Але для остаточного висновку потрібно провести лабораторну перевірку насіння цих генотипів на інтенсивність проростання при низьких позитивних температурах.

Як бачимо з таблиці 7, досить велику роль у формуванні продуктивності відіграють ті елементи структури врожаю, які пов’язані безпосередньо з насінням і бобами. Кореляційний аналіз між елементами структури врожаю показав наяв-

ність тісного зв'язку між масою насіння з рослини та кількістю бобів і насінин на рослині (r = 0,87–0,94). Кореляційний зв'язок середньої сили спостерігається між висотою рослини та висотою розташування нижніх бобів (r = 0,53). Між показниками продуктивності (кількість бобів і насінин, маса насіння з рослини) і висотою рослин, а також висотою розташування нижніх бобів існує слабкий позитивний зв'язок (r = 0,35-0,48). Це свідчить про те, що вегетативний складник рослини має менший вплив на основні складники врожаю.

Таблиця 7

Кореляційний зв'язок між елементами структури врожаю нуту звичайного врожаю 2020 року

Елементи структури врожаю	Висота рослин, см	Висота розташування нижнього бобу, см	Кількість бобів на рослині, шт.	Кількість насінин на рослині, шт.	Маса насінин з рослини, г
Висота рослин, см	-	+0,53	+0,46	+0,41	+0,48
Висота розташування нижнього бобу, см	-	-	+0,37	+0,35	+0,40
Кількість бобів на рослині, шт.	-	-	-	+0,91	+0,87
Кількість насінин на рослині, шт.	-	-	-	-	+0,94

Висновки і пропозиції. Як бачимо, вирощування нуту на території України має низку проблем, особливо це пов'язано з абіотичним складником. Тому селекція цієї культури на стійкість до абіотичних факторів є за значимістю рівною до селекції на врожайність. Спостерігаючи за продуктивністю рослин нуту протягом 3 років, ми можемо відзначити, що великий значення має генотиповий складник. Якщо генотип має екологічну стабільність, він толерантно реагує на кліматичні стреси, що спостерігаються з кожним роком усе частіше й частіше. Отже, виділяємо такі генотипи: Антей, Скарб, КСІ 16, Чанарит, маса 1000 насінин яких становила від 401,0 до 425,3 г. За вмістом білка виділяємо Розанна і Скарб, білковість яких перевищувала 22%, а за урожайністю виділилися Пам'ять, Краснокутський 123, Буджак, Адмірал, Пегас, Заволзький, у яких значення цього показника становило 8,2 ц/га, 8,5 ц/га, 8,8 ц/га, 8,6 ц/га, 9,1 ц/га і 10,4 ц/га відповідно. Отже, ми виділяємо такі генотипи, які є потенційними джерелами стійкості до низьких позитивних температур, не зменшуючи свого показника продуктивності: Краснокутський 123, Буджак, Александрит, Йордан, Пегас, Заволзький, Ярина. Шляхом включення цих генотипів у селекційну програму зі створення сортів, стійких до низьких позитивних температур, ми можемо отримати перспективні лінії із цією ознакою та високим потенціалом урожайності. Дослідження впливу абіотичних факторів, а саме гідротермічних показників, на формування урожаю та білка в насінні показало, що цей вплив наявний і має досить великі показники кореля-

ції, але про суттєвість цього впливу досить тяжко судити, адже представлені дані лише за три роки спостережень і досліджень, що для таких досліджень досить мало. Тому для проведення закономірностей потрібно продовження проведення цих спостережень.

Аналіз ліній F_4 показав досить переконливу перевагу за показниками структури врожаю майже в усіх ліній, але варто виділити лінії 5033, 5360, 5381, 5383, які мають найвищі показники за всіма ознаками, що формують продуктивність рослини. Нині актуальною є перевірка цих ліній на отримання від батьківської форми ознаки стійкості до низької позитивної температури.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Січкар В.І., Бушулян О.В. Перспективи селекції нуту в умовах північного Лісостепу України. *Вісник аграрної науки. 2000*. № 1. С. 38–40.
2. Saskatchewan pulse crops. Seed in gand variety guide. 2016. URL: http://www.Usask.ca/soilsncrops/conferenceproceedings/previous_years/Files/2006/2006docs/001.pdf.
3. Identification of large-seeded high-yielding stable kabuli chickpea germplasm lines for use in crop improvement / C.L.L. Gowda, H.D. Upadhyaya, N. Dronavalli, S. Singh. *Crop Science.* 2010. Vol. 51. № 1. P. 198–209.
4. Бушулян О.В., Січкар В.І. Нут: генетика, селекція, насінництво, технологія вирощування. Одеса, 2009. С. 150–151.
5. Вплив низьких позитивних температур на інтенсивність проростання та строків сівби на елементи врожаю у різних генотипів нуту звичайного (Cicer arietinum L.) / О.С. Очкала, Г.Д. Лаврова, О.В. Бушулян, О.І. Нагуляк. *Зрошуване землеробство.* 2020. № 74. С. 139–143.

УДК 631.53.01:633.15:631.811.98:631.67(477.72)
DOI https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.119.14

СТРУКТУРА ВРОЖАЮ 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

У статті наведено результати досліджень щодо вивчення впливу способів зрошення на структуру врожаю й урожайність гібридів кукурудзи різних груп ФАО.

Аналіз структури показав, що забезпечення рослин кукурудзи умовами для росту й розвитку зумовило зростання біометричних показників качанів. Більших значень довжина качана набула при застосуванні краплинного зрошення, коли приріст становив порівняно з контролем від 39,7% у скоростиглих гібридів до 67,3% у середньостиглих. Приріст довжини качана озерненої від застосування підґрунтового зрошення від 37,6% до 65,2%, на зрошенні дощуванням приріст спостерігався довжини качана від 36,8% до 67,2% порівняно з умовами без зрошення.

Застосування зрошення мало більший вплив на ознаку маси зерен із качана порівняно з групою ФАО: зрошення дощуванням збільшило показник маси зерна з качана на 132,2 г (248%), зрошення краплинне – на 142,5 г (259%), підґрунтове зрошення – на 135,1 г (251%). Зрошення сприяло стабільному зростанню діаметра качанів гібридів кукурудзи різних груп ФАО. Так, на ділянках, де було використано краплинне зрошення, порівняно з контролем (без зрошення) підвищилися значення діаметра качана на 1,5–4,5% (1,9–2,9 мм), на зрошенні дощуванням спостерігалося збільшення діаметра качана на 2,0–3,9% (0,8–2,3 мм), підґрунтове зрошення призвело до збільшення діаметру качана на 3,8–4,3% (1,5–2,5 мм).

Кількості рядів зерен у качані підвищувалася зі зростанням групи ФАО та за різних способів зрошення. На контрольному варіанті природного зволоження кількість рядів зерен у середньому за роки проведення досліджень дорівнювала 16,2, на зрошенні дощуванням – 16,6, на підґрунтовому зрошенні – 17,1, максимальне значення ознаки кількості рядів зерен спостерігалося за краплинного зрошення – 17,7. Кількість рядів зерен у групі скоростиглих – 14,6, середньоранніх гібридів становила 14,9, у групі середньостиглих – 18,1, у середньопізніх гібридів кількість рядів зерен становила 20,1.

Коефіцієнт кореляції між урожайністю зерна та довжиною качана становив r = +0,992, діаметром качана – r = +0,436, кількістю рядів зерен – r = +0,534, масою зерна з одного качана r = + 0,965.

У дослідах зафіксовано збільшення маси 1000 зерен від застосування зрошення: на зрошенні дощуванням – на 122,8 г (72,3%), на краплинному зрошенні – на 127,8 г (75,9%), на підґрунтовому зрошенні спостерігалася збільшення маси 1000 насінин порівняно з контролем на 124,4 г (73,9%).

Ключові слова: *кукурудза, спосіб зрошення, структура врожайності, урожайність, краплинне зрошення, дощування, підґрунтове зрошення.*

Ivaniv M.O., Repilevsky D.E. Yield structure of maize hybrids of different FAO groups depending on irrigation methods under the conditions of the Southern Steppe of Ukraine

The article presents the results of research on the influence of irrigation methods on crop structure and yield of maize hybrids of different fao groups.

The analysis of the structure showed that the provision of corn plants with conditions for growth and development led to the growth of biometric indicators of cobs. Larger values of cob length were obtained with the use of drip irrigation, when the increase was, compared with the control, from 39.7% in precocious hybrids to 67.3% in medium-ripe ones. The increase in the length of the cob under subsoil irrigation was from 37.6% to 65.2%, under irrigation by sprinkling the increase in the length of the cob was from 36.8% to 67.2%.

The use of irrigation had a greater effect on the trait 'weight of cobs', compared to the fao group: sprinkler irrigation increased the weight of cobs by 132.2 g (248%), drip irrigation by 142.5 g (259%), subsoil irrigation by 135.1 g (251%). Irrigation has contributed to a steady increase in the diameter of cobs of maize hybrids of different fao groups. Thus, in the areas where drip irrigation was used, in comparison with the control, the values of cob diameter increased by 1.5–4.5% (1.9–2.9 mm), under sprinkling there was an increase in cob diameter by 2, 0–3.9% (0.8–2.3 mm), subsoil irrigation led to an increase in cob diameter by 3.8–4.3% (1.5–2.5 mm).

The number of rows of grains in the cob increased with the growth of the fao group and with different irrigation methods. In the control variant, natural moisture, the number of rows of grains, on average over the years of research, was 16.2, under sprinkling – 16.6, under subsoil irrigation – 17.1, the maximum value of the number of rows of grains was observed under drip irrigation – 17.7. The number of rows of grains in the precocious group – 14.6 medium-early hybrids was 14.9, in the medium-ripe group – 18.1, in medium-late hybrids the number of rows of grains was 20.1.

The correlation coefficient between grain yield and cob length was r = +0.992, cob diameter r = +0.436, number of rows of grains r = +0.534 and grain weight per cob r = + 0.965.

The experiments showed an increase in the mass of 1000 grains under sprinkling by 122.8 g (72.3%), under drip irrigation by 127.8 g (75.9%), under subsoil irrigation there was an increase in the mass of 1000 seeds compared with the control of 124.4 g (73.9%).

Key words: *corn, irrigation method, yield structure, yield, drip irrigation, sprinkling, subsoil irrigation.*

Постановка проблеми. Найважливішим чинником сучасної технології вирощування й отримання високих урожаїв зерна кукурудзи є використання для сівби високоякісних інноваційних гібридів, що дає змогу підвищити продуктивність

зрошуваного гектара на 50–80%. Наукові дослідження й виробничий досвід свідчать про те, що сучасні вітчизняні гібриди кукурудзи здатні забезпечити в зрошуваних умовах південного регіону України врожаї зерна до 12–14 тонн з гектару. Проте поширення гібридів української селекції стримує низька стабільність урожайності в різних агроекологічних зонах. Вивчення продуктивності рослини неможливо без досконалого вивчення ознак, що її становлять. Унаслідок великих матеріальних та енергетичних витрат під час вирощування кукурудзи наявна необхідність наукового обґрунтування основних елементів технології вирощування з урахуванням способів поливу. У зв'язку із цим актуальними залишаються питання вирощування гібридів різних груп стиглості, що потребують уточнення комплексу агротехнологічних заходів у разі вирощування в посушливих умовах Південного Степу України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Максимальний урожай зерна кукурудзи високої якості формується за умови оптимального співвідношення всіх структурних елементів: кількості рядів зерен у качані, маси 1000 зерен, кількості зерен у ряду, довжини та діаметра качана. За недостатнього розвитку одного структурного елемента урожай може бути компенсований за рахунок інших складників. Так як окремі елементи структури формуються на різних етапах органогенезу, то для успішного їх розвитку необхідні неоднакові умови [1].

Упровадження високоврожайних гібридів та ефективних технологій вирощування може забезпечити отримання врожаю кукурудзи підвищеного рівня. За останні роки основним завданням технологій її вирощування залишається скорочення розриву між фактичною й генетичною продуктивністю рослин [2; 3].

Сучасні сорти й гібриди використовують потенціал продуктивності на 40–50%, тому цілком досяжним потенціальним урожаєм кукурудзи є 16–18 т/га [4; 5]. Кукурудзі в майбутньому відводиться ключова роль: за даними ФАО й Організації економічної співпраці та розвитку, у період до 2024 року глобальне споживання зернових збільшиться на 390 млн тонн, при цьому 70% становитиме кукурудза [6].

Формування високої врожайності зерна кукурудзи високої якості зумовлюється головними структурними елементами, до яких відносяться маса 1000 зерен, число рядів зерен, число зерен у ряді, число зерен на одному качані, довжина та діаметр качана [7–8].

До кількісних ознак гібридів кукурудзи відносяться основні господарсько-цінні ознаки. Тому аналіз простих ознак поряд із продуктивністю є доцільним, адже вони розглядаються як впливові елементи структури врожаю. Деякі з ознак потенційної продуктивності (кількість рядів зерен качана) є більш стійкими при відтворюванні в нащадків, ніж урожайність, у зв'язку з детермінуванням цих ознак на ранніх етапах морфогенезу. При цьому умови навколишнього середовища в період формування та наливу зерна не чинять вагомого впливу [9].

Серед значної кількості господарсько-важливих ознак гібридів кукурудзи, які мають значний вплив на формування фактичної та потенційної врожайності, не останнє місце займають такі показники, як «кількість рядів зерен» і «кількість зерен у ряді». Вивчення кореляційної залежності між ними та між основними господарсько-цінними ознаками має практичне значення для визначення оптимальних параметрів при розробці моделей гібридів кукурудзи для конкретних агрокліматичних зон вирощування [10].

Урожайність зерна гібридів кукурудзи, як й інших сільськогосподарських культур, є складовою частиною низки кількісних ознак. Тому для подальшого підвищення врожайності кукурудзи необхідно володіти інформацією не лише про

рівень прояву результативної ознаки, а й щодо окремих елементів структури врожаю, їх взаємозв'язку [11; 12].

Вивчення кореляційної залежності між урожайністю й іншими основними господарсько-цінними ознаками має практичне значення для визначення оптимальних параметрів у процесі розробки агротехнології гібридів кукурудзи для конкретних агрокліматичних зон вирощування [13; 14].

Н.П. Турчинова, М.В. Проскурнін упевнені, що однією з актуальних проблем вирощування кукурудзи є вивчення генетичних основ формування елементів структури високого врожаю. Дослідження кореляційних зв'язків між господарсько-цінними ознаками гібридів дає змогу робити ефективний відбір вихідного матеріалу, що є актуальним і необхідним у рослинницькій галузі [15].

M.T. Jenkins провів найбільш детальні дослідження кореляційних залежностей у кукурудзи, вивчаючи зв'язки між 28 ознаками в 145 ліній кукурудзи. Унаслідок цього висока кореляція була встановлена між урожайністю й такими ознаками, як висота рослин, довжина й діаметр качана, кількість качанів на одній рослині та вихід зерна при обмолоті [16].

Л.В. Козубенко, І.А. Гур'єва теж відзначають, що достовірно високі рівні взаємозв'язків урожаю з висотою рослин, висотою прикріплення качана, довжиною качана, кількістю зерен у ряді й зерен на качані та виходом зерна вказують на те, що це основні показники, за якими необхідно вести відбір продуктивних гібридів незалежно від густоти посіву [17].

Л.К. Кривошея й О.Л. Зозуля повідомляють, що під час вивчення гібридів кукурудзи виявлений прямий кореляційний зв'язок середньої сили між урожайністю зерна й такими ознаками, як тривалість вегетаційного періоду, маса тисячі зерен, кількість зерен у ряді на качані, довжина качана та діаметр стрижня. Слабкий взаємозв'язок спостерігався між урожайністю й діаметром качанів і довжиною зерна [18].

Установлення кореляційних залежностей між господарсько-цінними ознаками має значний практичний інтерес, тому що дає можливість виконувати непрямий добір кращих гібридів для виробництва.

Постановка завдання. Метою досліджень було визначити прояв показників структури врожаю сучасних гібридів кукурудзи різних груп ФАО та з'ясували їх зв'язок з урожайністю зерна при вирощуванні за різних способів зрошення в умовах Південного Степу України.

Матеріали й методи досліджень. Дослідження проведені згідно з тематичним планом досліджень Херсонського державного аграрно-економічного університету за завданням «Реалізація технології вирощування основних сільськогосподарських культур». Польові досліди виконувалися в агрофірмі «Агробізнес» Каховського району Херсонської області, що розташована в агроекологічній зоні Південний Степ і в межах дії Каховської зрошувальної системи. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем південний середньосуглинковий. Агротехніка вирощування гібридів кукурудзи в дослідах була загальноприйнятною для зони півдня України. Попередник – соя. Досліди проводилися відповідно до загальноприйнятих методик у 2018–2020 рр. Математичну обробку результатів досліджень здійснювали методом дисперсійного аналізу з використанням пакета комп'ютерних програм Agrostat [19, 20].

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); середньо-

стигла – 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 м^2, облікова – 50 м^2.

Виклад основного матеріалу дослідження. Використані в дослідженнях гібриди виявили особливості формування елементів структури урожаю залежно від групи стиглості та способу зрошення. Розміри качанів, що сформувалися на рослинах кукурудзи, були характерними для певного генотипу гібриду. При встановленні параметрів довжини качанів ураховували тільки озернену частину. За результатами біометричних вимірювань найменший середній показник довжини качану встановлений у скоростиглого гібриду ДН Паланок – 10,8–17,9 см (таблиця 1).

Таблиця 1

Показники структури врожаю гібридів кукурудзи різних груп ФАО (середнє за 2018–2020 рр.)

Гібрид (фактор А)	Спосіб зрошення (фактор В)	Довжина качана, см	Діаметр качана, мм	Кількість рядів зерен, шт.	Маса зерна з качана, г	Урожайність, т/га
1	2	3	4	5	6	7
ДН Паланок (ФАО 180)	Контроль, без зрошення	10,8	39,9	14,2	104,6	5,06
	краплинне зрошення	17,9	41,8	15,4	169,4	10,24
	дощування	17,1	40,7	14,6	156,9	9,64
	підґрунтове зрошення	17,3	41,4	14,8	158,3	10,11
ДБ Лада (ФАО 190)	контроль, без зрошення	11,3	34,1	14,1	106,7	5,43
	краплинне зрошення	17,2	35,5	14,7	167,8	10,09
	дощування	17,0	34,8	14,3	151,1	9,48
	підґрунтове зрошення	17,1	35,1	14,4	152,3	9,88
ДН Галатея (ФАО 250)	контроль, без зрошення	9,8	43,9	14,4	84,6	2,96
	краплинне зрошення	18,0	48,2	15,4	175,3	11,36
	дощування	17,7	46,9	14,6	161,8	9,98
	підґрунтове зрошення	17,9	45,8	14,9	169,4	10,67
ДН Світязь (ФАО 290)	контроль, без зрошення	9,9	42,0	14,5	84,9	2,99
	краплинне зрошення	18,7	47,8	15,3	178,2	11,58
	дощування	18,1	44,2	15,1	172,0	10,39
	підґрунтове зрошення	18,2	45,8	15,2	173,5	11,23
Асканія (ФАО 320)	контроль, без зрошення	9,5	50,6	17,1	83,9	2,65
	краплинне зрошення	24,1	53,8	18,9	289,8	15,46
	дощування	22,6	51,4	17,6	275,7	13,91
	підґрунтове зрошення	23,3	52,6	18,5	278,0	14,23

Закінчення табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
ДН Булат (ФАО 350)	контроль, без зрошення	9,6	51,0	17,4	84,1	2,73
	краплинне зрошення	25,1	53,3	18,8	282,6	15,27
	дощування	23,4	51,9	17,9	272,4	13,55
	підґрунтове зрошення	24,7	52,9	18,2	276,9	14,11
Приморський (ФАО 420)	контроль, без зрошення	8,7	53,2	19,0	81,7	2,01
	краплинне зрошення	26,8	57,1	20,9	293,9	17,14
	дощування	25,1	54,8	19,7	289,8	16,08
	підґрунтове зрошення	26,3	55,9	20,3	292,4	16,62
ДН Рава (ФАО 430)	контроль, без зрошення	8,8	57,6	19,1	81,9	2,00
	краплинне зрошення	26,9	60,5	21,9	295,7	17,27
	дощування	25,3	59,9	19,3	290,8	16,33
	підґрунтове зрошення	26,8	60,1	20,8	292,9	16,73
$НІР_{05}$	фактора А	0,43	0,85	0,12	4,21	0,14
	фактора В	0,15	0,96	0,18	3,14	0,16
	взаємодія АВ	0,29	0,79	0,10	3,99	0,18

Зі збільшенням групи ФАО підвищувався показник «довжина качана», що пояснюється характеристикою гібридів. Значення цього показника для середньоранніх гібридів ДН Галатея та ДН Світязь у середньому за період проведення спостережень становило 9,8–18,0 см, 9,9–18,7 см відповідно. Середньостиглі гібриди Асканія й ДН Булат мали довжину качана – 9,5–24,1 см, 9,6–24,7 см відповідно, середньопізні Приморський і ДН Рава – 8,7–26,8 см та 8,8–26,9 см відповідно. Найбільше значення показника встановлено в середньопізнього гібрида ДН Рава – від 8,8 см за вирощування на природньому зволоженні, до 22,6 см за краплинного зрошення.

Треба відмітити, що за вирощування на природньому зволоженні гібриди всіх груп стиглості сформували качан, менший за розміром, ніж при вирощуванні на зрошенні. Довжина качана схильна до впливу умов вирощування. Найбільш потерпали від посухи гібриди середньостиглої й середньопізньої груп ФАО. Зменшення качана за несприятливих умов богари спостерігалася в середньому від 7,1 см у скоростиглого гібриду ДН Паланок до 18,1 см середньопізнього гібрида ДН Рава. Гібриди середньостиглої й середньопізньої груп ФАО на богарі сформували маленький качан зі щуплим зерном.

Забезпечення рослин кукурудзи умовами для росту й розвитку зумовило зростання біометричних показників качанів. Більших значень ознака «довжина качана» набула при застосуванні краплинного зрошення, коли приріст становив порівняно з контролем від 39,7% у скоростиглих гібридів до 67,3% у середньостиглих. Приріст довжини качана від застосування підґрунтового зрошення від 37,6% до 65,2%, на зрошенні дощуванням приріст довжини качана спостерігався від 36,8% до 67,2%.

Показник діаметра качана менший, ніж довжина качана, змінювався під впливом досліджуваних факторів, проте залежав від генотипових особливостей гібридів і становив у середньому за 2018–2020 рр. для скоростиглих гібридів ДН Паланок від 39,9 см до 41,8 мм, ДБ Лада 34,1–35,5 мм. Середньоранні гібриди мали діаметр качана від 43,9 мм у гібриду ДН Галатея на контрольному варіанті

до 47,8 мм, до 48,2 мм на краплинному зрошенні. Середньостиглі гібриди Асканія й ДН Булат показали діаметр качана 50,6–53,8 мм і 51,0–53,3 мм відповідно. Найбільше значення показника – діаметр качана – спостерігали в середньопізніх гібридів Приморський і ДН Рава – 53,2–57,1 мм і 57,6–60,5 мм відповідно.

За результатами виміру встановлено, що застосування зрошення сприяло стабільному зростанню діаметра качанів гібридів кукурудзи різних груп ФАО. Так, на ділянках, де було використано краплинне зрошення, порівняно з контролем підвищилися значення діаметра качана на 1,5–4,5% (1,9–2,9 мм), на зрошенні дощуванням спостерігалося збільшення діаметра качана на 2,0–3,9% (0,8–2,3 мм), підґрунтове зрошення призвело до збільшення діаметра качана на 3,8–4,3% (1,5–2,5 мм).

Кількість рядів зерен у качані підвищувалася зі зростанням групи ФАО та за різних способів зрошення. Так, у контрольних варіантах природного зволоження кількість рядів зерен у середньому за роки проведення досліджень дорівнювала 16,2, на зрошенні дощуванням – 16,6, на підґрунтовому зрошенні – 17,1, максимальне значення ознаки кількості рядів зерен спостерігалося за краплинного зрошення – 17,7.

Кількість рядів зерен у групі скоростиглих – 14,6 середньоранніх гібридів – становила 14,9, у групі середньостиглих – 18,1, у середньопізніх гібридів кількість рядів зерен становила 20,1.

Така сама закономірність була й стосовно показника маси зерна з качана. Маса зерна з качана також негативно відреагувала на відсутність штучного зрошення й показала різке зменшення маси зерна з качана в умовах природного зволоження.

На варіанті природного зволоження максимальні значення маси зерен з качана встановлені в середньопізнього гібрида ДН Рава 81,9 г.

У середньому скоростиглі гібриди показали масу зерна з одного качана 126,9, середньоранні – 128,3, середньостиглі гібриди мали масу зерна – 195,8, середньопізні гібриди в середньому по досліду показали масу зерна з качана – 203,3.

Застосування зрошення мало більший вплив на ознаку маса зерен з качана порівняно з групою ФАО. У середньому за фактором гібриди кукурудзи за вирощування на природному зволоженні показали масу зерна з качана 89,1 г, за зрошення дощуванням – 221,3 г, за краплинного зрошення – 231,6 г, за підґрунтового зрошення – 224,2 г. Тобто зрошення дощуванням збільшило показник маси зерна з качана на 132,2 г (248%), зрошення краплинне – на 142,5 г (259%), підґрунтове зрошення – на 135,1 г (251%).

Максимальних значень маса зерна з качана набула у варіантах за краплинного зрошення в середньопізнього гібриду ДН Рава і становила 295,7 г.

За аналізом кореляційних залежностей між показниками структури й урожайністю зерна кукурудзи встановлено сильну тісноту зв'язків між ними. Так, коефіцієнт кореляції між урожайністю зерна та довжиною качана становив r = +0,992, діаметром качана – r = +0,436, кількістю рядів зерен – r = +0,534, масою зерна з одного качана – r = + 0,965.

Статистичним аналізом побудовані кореляційні поліноміальні моделі залежності між урожайністю й різними показниками структури (рис. 1, 2, 3, 4).

Згідно з проведеним моделюванням, доведено, що довжина качана гібридів кукурудзи суттєво впливала на врожайність зерна. Максимальна врожайність зерна кукурудзи формується в гібридів з довжиною качана в межах 23–26 см.

Зв'язок діаметра качана й урожайності мав помірну тісноту зв'язку (r = +0,436). Підвищення врожайності понад 12 т/га можливе лише за діаметра качана в гібридів 55–60 мм (рис. 2).

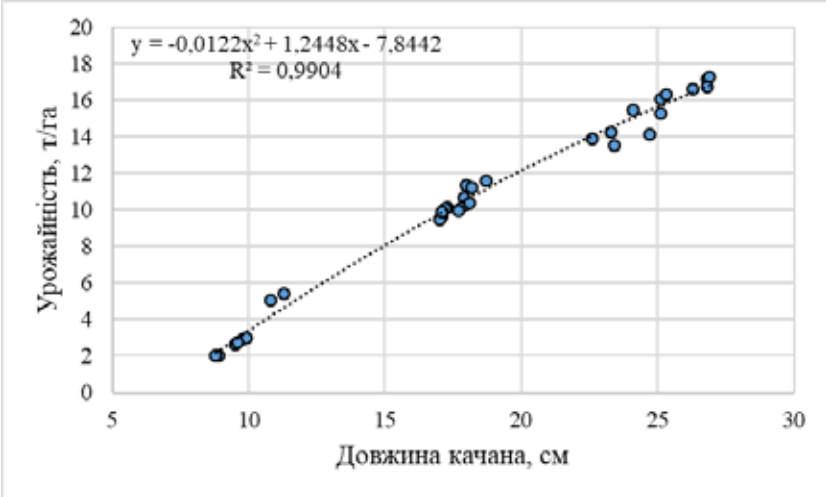


Рис. 1. Поліноміальна лінія тренду залежності довжини качана гібридів кукурудзи та врожайності зерна, 2018–2020 рр.

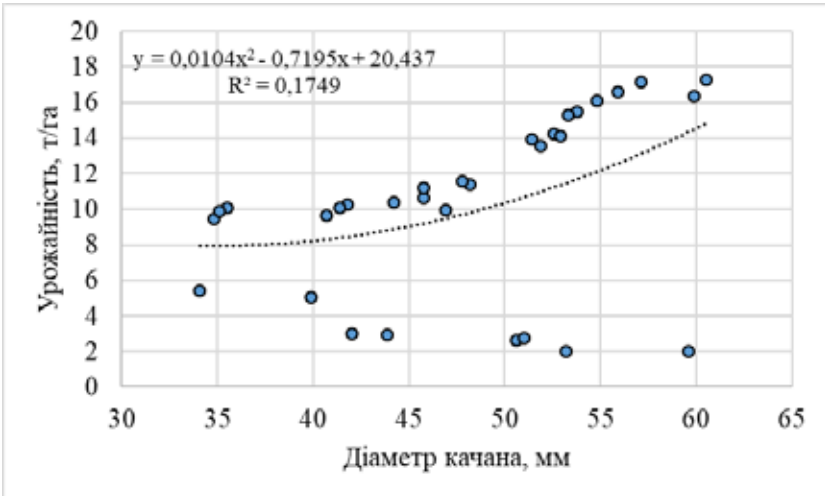


Рис. 2. Поліноміальна лінія тренду залежності діаметра качана гібридів кукурудзи та врожайності зерна, 2018–2020 рр.

Отримана модель дала змогу встановити зв'язок між урожайністю зерна гібридів кукурудзи та кількістю рядів зерен, коефіцієнт кореляції при цьому становить +0,534, що відповідає, згідно з таблицею Чеддока, середню тісноту зв'язку (рис. 3).

Моделювання зв'язку між урожайністю зерна кукурудзи та масою зерна з одного качана дало змогу встановити другу за значимістю ознаку, що впливає на рівень продуктивності (після довжини качана). Коефіцієнт кореляції при цьому становив +0,965 (рис. 4).

Маса 1000 зерен є одним із важливих показників елементів структури кукурудзи, що впливають на формування високої продуктивності [21].

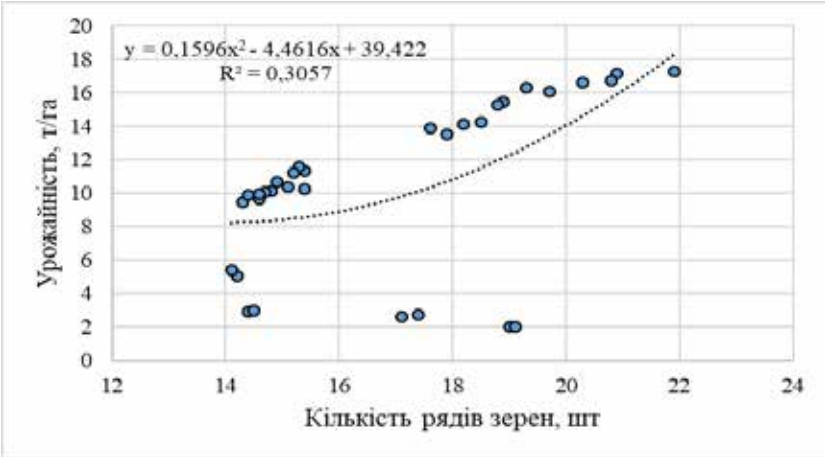


Рис. 3. Поліноміальна лінія тренду залежності кількості рядів зерен гібридів кукурудзи та врожайності зерна, 2018–2020 рр.

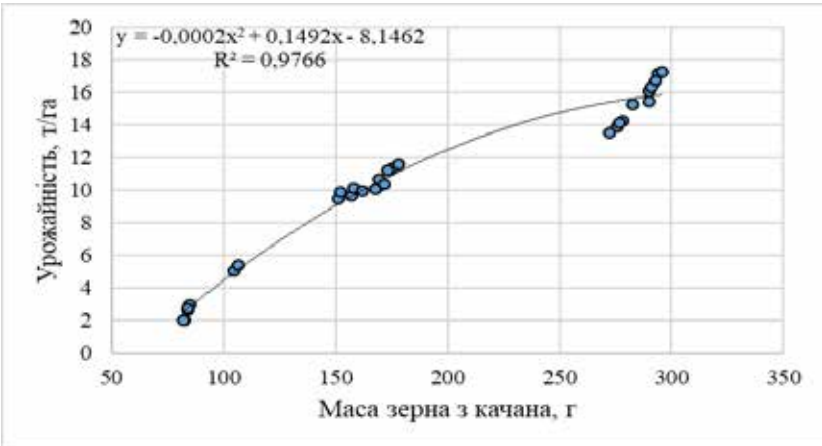


Рис. 4. Поліноміальна лінія тренду залежності маси зерна з качана гібридів кукурудзи та врожайності зерна, 2018–2020 рр.

У проведених нами дослідженнях цей показник коливався під дією факторів досліду, але їх вплив був неоднаковим. Маса 1000 зерен кукурудзи в дослідженнях коливалася залежно від факторів, що вивчалися. Застосування більш пізньостиглих гібридів і зрошення сприяли збільшенню маси 1000 зерен. Найбільший вплив на ознаку здійснювала група стиглості гібриду (таблиця 2).

Проведений аналіз показав, що маса 1000 зерен кукурудзи за різних груп ФАО коливалася в межах 179,5–329,3 г. Найбільша маса 1000 зерен – 329,3 г – сформована за сівби гібриду ДН Рава на краплинному зрошенні.

Група стиглості також впливала на масу 1000 зерен гібридів кукурудзи. Значення цього показника в скоростиглої групі становило 231,9 г, у середньоранній групі – 259,9 г, у середньостиглій групі – 273,5 г, у середньопізній групі – 282,9 г.

Таблиця 2

Маса 1000 зерен гібридів кукурудзи різних груп ФАО залежно від способу зрошення, г (середнє за 2018–2020 рр.)

Гібрид (фактор А)	Спосіб зрошення (фактор В)	Маса 1000 зерен, г	Середнє за фактором	
			А	В
ДН Паланок (ФАО 180)	Без зрошення – контроль	179,5	239,7	168,3
	краплинне зрошення	263,8		296,1
	дощування	256,1		291,1
	підґрунтове зрошення	259,2		292,7
ДБ Лада (ФАО 190)	Без зрошення – контроль	185,4	224,1	
	краплинне зрошення	240,5		
	дощування	234,2		
	підґрунтове зрошення	236,1		
ДН Галатея (ФАО 250)	Без зрошення – контроль	161,2	258,7	
	краплинне зрошення	293,5		
	дощування	288,9		
	підґрунтове зрошення	291,1		
ДН Світязь (ФАО 290)	Без зрошення – контроль	161,2	261,1	
	краплинне зрошення	296,5		
	дощування	291,1		
	підґрунтове зрошення	295,6		
Асканія (ФАО 320)	Без зрошення – контроль	178,6	274,9	
	краплинне зрошення	309,9		
	дощування	308,6		
	підґрунтове зрошення	302,5		
ДН Булат (ФАО 350)	Без зрошення – контроль	175,1	272,2	
	краплинне зрошення	307,9		
	дощування	301,4		
	підґрунтове зрошення	304,3		
Приморський (ФАО 420)	Без зрошення – контроль	151,1	281,9	
	краплинне зрошення	327,3		
	дощування	323,4		
	підґрунтове зрошення	325,8		
ДН Рава (ФАО 430)	Без зрошення – контроль	154,3	283,9	
	краплинне зрошення	329,3		
	дощування	325,4		
	підґрунтове зрошення	326,8		
Оцінка істотності часткових відмінностей				
$НІР_{05}$, г		А =	8,2	
		В =	7,5	
Оцінка істотності середніх (головних) ефектів				
$НІР_{05}$, г		А =	1,9	
		В =	4,1	

Спосіб зрошення збільшив показник маси 1000 зерен: на природному зволоженні маса 1000 зерен становила 168,3 г, на зрошенні дощуванням – 291,1 г, на краплинному зрошенні – 296,1 г, на підґрунтовому зрошенні – 292,7 г. Спостерігалося збільшення маси 1000 зерен від застосування зрошення. На зрошенні дощуванням – на 122,8 г (72,3%), на краплинному зрошенні – на 127,8 г (75,9%), на підґрунтовому зрошенні спостерігалася збільшення маси 1000 насінин порівняно з контролем на 124,4 г (73,9%).

Проведений аналіз одержаних експериментальних даних показав, що між показниками урожайності й масою 1000 зерен гібридів кукурудзи різних груп стиглості існує тісна залежність. Коефіцієнт кореляції при цьому становить 0,968.

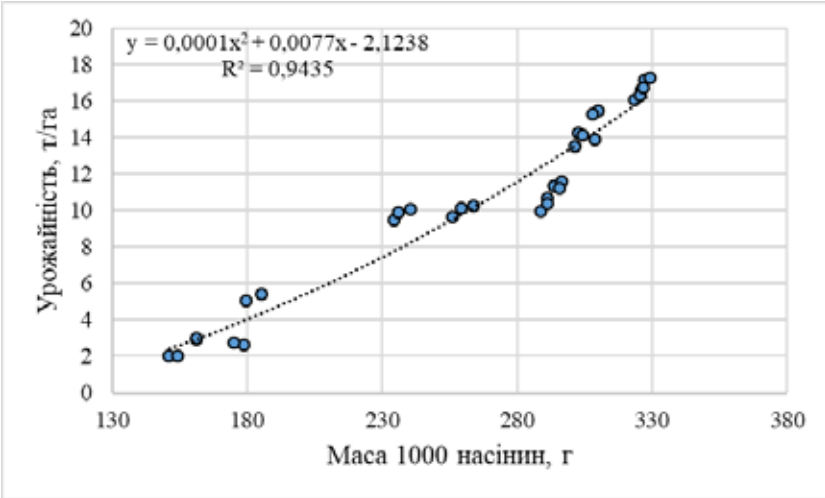


Рис. 5. Поліноміальна лінія тренду залежності маси 1000 зерен і врожайності зерна гібридів кукурудзи, 2018–2020 рр.

Висновки і пропозиції. Забезпечення рослин кукурудзи умовами для росту й розвитку зумовило зростання біометричних показників качанів. Найбільших значень довжина качана набула за вирощування на краплинному зрошенні, коли приріст становив порівняно з контролем від 39,7% у скоростиглих гібридів до 67,3% у середньостиглих. Приріст довжини качана від застосування підґрунтового зрошення – від 37,6% до 65,2%, на зрошенні дощуванням приріст довжини качана спостерігався від 36,8% до 67,2%.

Кількість рядів зерен у качані підвищувалася зі зростанням групи ФАО та за різних способів зрошення. Так, у контрольних варіантах природного зволоження кількість рядів зерен у середньому за роки проведення досліджень дорівнювала 16,2, на зрошенні дощуванням – 16,6, на підґрунтовому зрошенні – 17,1, максимальне значення ознаки кількості рядів зерен спостерігалося за краплинного зрошення – 17,7. Кількість рядів зерен у групі скоростиглих – 14,6 – середньоранніх гібридів становила 14,9, у групі середньостиглих – 18,1, у середньопізніх гібридів кількість рядів зерен становила 20,1.

Застосування зрошення мало більший вплив на ознаку маса зерен з качана порівняно з групою ФАО, зрошення дощуванням збільшило показник маси зерна з качана на 132,2 г (248%), зрошення краплинне – на 142,5 г (259%), підґрунтове зрошення – на 135,1 г (251%).

За аналізом кореляційних залежностей між показниками структури й урожайністю зерна кукурудзи встановлено сильну тісноту зв'язків між ними. Так, коефіцієнт кореляції між урожайністю зерна та довжиною качана становив r = +0,992, діаметром качана – r = +0,436, кількістю рядів зерен – r = +0,534, масою зерна з одного качана r = + 0,965.

Спостерігалося збільшення маси 1000 зерен від застосування зрошення: на зрошенні дощуванням – на 122,8 г (72,3%), на краплинному зрошенні збільшення – на 127,8 г (75,9%), на підґрунтовому зрошенні спостерігалася збільшення маси 1000 зерен порівняно з контролем (природне зволоження) на 124,4 г (73,9%). Найбільша маса 1000 зерен – 329,3 г – сформована за сівби гібриду ДН Рава на краплинному зрошенні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Аверчев О.В., Іванів М.О., Лавриненко Ю.О. Індекси врожайності та ефективної продуктивності у гібридів кукурудзи різних груп ФАО за різних способів поливу та вологозабезпеченості в посушливому степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 114. С. 3–12. URL: https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.114.1 (дата звернення: 05.09.2018).

2. Lavrynenko Yu.O., Hozh O.A., Vozhegova R.A. Productivity of corn hybrids of different FAO groups depending on microfertilizers and growth stimulants under irrigation in the south of Ukraine. *Agricultural science and practice.* 2016. № 1. P. 55–60.

3. Каленська С.М., Таран В.Г. Індекс урожайності гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин, норм добрив та погодних умов вирощування. *Plant Var. Stud. Prot.* 2018. Т. 14 (4). С. 415–421.

4. Розвиток агарної сфери економіки в умовах децентралізації управління в Україні / Я.М. Гадзало, М.В. Гладій, П.Т. Саблук, Ю.Я. Лузан. Київ : Аграрна наука, 2018. 328 с.

5. Цехмейструк М.Г., Музафаров Н.М., Манько К.М. Аспекти вирощування кукурудзи. *Агробізнес сьогодні*. 2014. № 8 (279). URL: http://www.agro-business.com.ua/agronomiia-siogodni/2212-aspektyvyroschuvannia-kukurudzy.html (дата звернення: 05.09.2018).

6. SAVE FOOD: Global Initiative on Food Loss and Waste Reduction. URL: http://www.fao.org/save-food/en/ (дата звернення: 22.05.2020).

7. Носов С.С. Біометричні показники та зернова продуктивність гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від строків сівби і густоти стояння рослин в умовах північної підзони Степу України. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету.* 2014. № 2 (34). С. 86–90.

8. Schnable P.S., Swanson-Wagner R.A. Heterosis. *Handbook of maize: Its biology.* N.Y : Springer Science+Business Media, 2009. P. 457–467.

9. Бикін А.В., Тарасенко О.В. Вологозабезпечення рослин кукурудзи за внесення мінеральних добрив і прямої сівби. *Наукові праці Ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2014. Вип. 22. С. 133–137.

10. 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.

11. Гаврилюк В.М. Гібриди кукурудзи: грані проблеми. *Насінництво*. 2015. № 3/4. С. 4–7.

12. Бомба М., Дудар І., Литвин О. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від площі живлення. *Вісник Львівського нац. аграр. ун-ту. Серія «Агрономія»*. 2013. № 17 (2). С. 64–67.

13. Мінливість складових елементів продуктивності гібридів кукурудзи різних груп стиглості за умов зрошення / ю.О. Лавриненко, Т.Ю. Марченко, Р.А. Вожегова, Т.М. Хоменко. *Plant Varieties Studying and protection*. 2019. V. 15. № 3. С. 279–287.

14. Кореляційні зв'язки динаміки вологості зерна при дозріванні гібридів кукурудзи з морфологічними та господарськими показниками в післяукісних посівах / Ю.О. Лавриненко, П.Н. Лазер, Д.Р. Йокич та ін. *Таврійський науковий вісник*. 2004. Вип. 30. С. 239–246.

15. Турчинова Н.П., Проскурнін М.В. Кореляційні зв'язки між кількісними ознаками у сортів ярого ячменю різних місць репродукції. *Селекція і насінництво*. Харків, 2004. № 89. С. 154–163.

16. Jenkins M.T. Correlation studies with inbred and crossbred strains of maize. *J. Agr. Res*. 1929. Vol. 39. № 9. P. 677–721.

17. Козубенко Л.В., Гурьева И.А. Селекция кукурузы на раннеспелость. Харьков, 2000. 240 с.

18. Кривошея Л.К., Зозуля А.Л. Взаимосвязь признаков у гибридов кукурузы. *Кукуруза.* 1974. № 12. С. 27–28.

19. Дисперсійний і кореляційний аналіз результатів польових дослідів: монографія / В.О. Ушкаренко, В.Л. Нікішенко, С.П. Голобородько, С.В. Коковіхін. Херсон : Айлант, 2009. 372 с.

20. Методика польового досліду (Зрошуване землеробство) / В.О. Ушкаренко, Р.А. Вожегова, С.П. Голобородько, С.В. Коковіхін. Херсон : Грінь Д.С., 2014. 448 с.

21. Моделі гібридів кукурудзи FAO 150–490 для умов зрошення / Ю.О. Лавриненко, Т.Ю. Марченко, М.В. Нужна, Н.А. Боденко. *Plant Varieties Studying and Protection.* 2018. Т. 14. № 1. С. 58–65.

УДК 633.179:631.526.3:631.559
DOI https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.119.15

УРОЖАЙНІСТЬ НАСІННЯ СОРТІВ ПРОСА ПРУТОПОДІБНОГО *(PANICUM VIRGATUM L.)* ЗАЛЕЖНО ВІД КІЛЬКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ РОСЛИН

Рожко І.І. *– асистент кафедри селекції, насінництва і генетики,*
Полтавська державна аграрна академія
Кулик М.І. *– д.с.-г.н., доцент кафедри селекції, насінництва і генетики,*
Полтавська державна аграрна академія

Усебічне вивчення й упровадження та використання нових альтернативних джерел енергії з рослинної сировини енергетичних культур сьогодні має актуальне значення. Однією із цих культур є просо прутоподібне (Panicum virgatum L.) – інтродукована й достатньо досліджена в умовах України за біопаливним напрямом застосування рослина. Поряд із цим неповною мірою вивчено сортові особливості формування насіннєвої врожайності цієї культури. У зв'язку з цим мета досліджень полягала в установленні залежності врожайності насіння сортозразків іноземної та української селекції проса прутоподібного (Panicum virgatum L.) від кількісних показників вегетативної та генеративної частин рослин. У статті наведено особливості формування насіннєвої врожайності інтродукованого сортозразка Кей-він-рок, зареєстрованих сортів в Україні – Зоряне та Морозко – і відібраної Лінії 1307. Вивчення сортименту проса прутоподібного проведено в умовах центральної частини Лісостепу на основі багаторічного стаціонарного досліду. За проведення експерименту з просом прутоподібним використали загальні й спеціальні методи досліджень.

За роки дослідження найбільші елементи вегетативної та генеративної частин рослин порівняно з умовним стандартом формували сортозразки Зоряне, Кейв-ін-рок і Лінія 1307. У цього ж сортименту визначено високі показники врожайності насіння. Урожайність схожого насіння в умовного стандарту (сорт Зоряне) за роки дослідження становив 55,4 г/м², у сортозразків Кейв-ін-рок і Лінії 1307 – 46,0 і 56,3 г/м² відповідно, а в сорту Морозко – 41,3 г/м².

Установлено, що врожайність насіння всіх сортозразків проса прутоподібного має сильний зв'язок із кількістю листків на рослині й довжиною прапорцевого листка, середній – з іншими показники вегетативної частини рослин. Генеративні елементи рослин мають прямолінійний кореляційний зв'язок із насіннєвою врожайністю проса прутоподібного. Маса насіннєвих лусок має обернений зв'язок із насіннєвою врожайністю. Ця особливість була характерною для всіх сортозразків проса прутоподібного, що вивчалися протягом років дослідження.

Ключові слова: *просо прутоподібне, сорти, кількісні показники рослин, погодні умови, урожайність насіння.*

Rozhko I.I., Kulyk M.I. Seed yield of switchgrass (Panicum virgatum L.) varieties depending on quantitative indicators of plants

A comprehensive study as well as introduction and use of new alternative energy sources from plant raw materials of energy crops is of great importance today. One of these crops is switchgrass (Panicum virgatum L.) – a plant introduced and sufficiently studied in the Ukrainian conditions in the field of biofuel application. At the same time, the varietal characteristics of the formation of the seed yield of this crop have not been fully studied. In this regard, the purpose of our research is to establish the dependence of seed yield of switchgrass (Panicum virgatum L.) varieties of foreign and Ukrainian selection on the quantitative indicators of the vegetative and generative part of plants. The article presents the peculiarities of seed yield formation of the introduced Cave-in-Rock varietal specimen, the varieties registered in Ukraine – Zoriane and Morozko, and the selected Liniia 1307. The study of the switchgrass varieties is carried out in the central part of the Forest-Steppe on the basis of many years of stationary experiment. General and special research methods are used during the experiment with switchgrass.

Over the years of research, the largest elements of the vegetative and generative part of plants, compared to the conditional standard, formed Zoriane, Cave-in-Rock and Liniia 1307 varietal specimens. These varieties provided the high indicators of seed yield. The yield of viable seeds of the conditional standard (Zoriane variety) for the years of study was 55.4 g/m2, of Cave-in-Rock and Liniia 1307 varietal specimens, respectively, 46.0 and 56.3 g/m2, and of Morozko variety – 41,3 g/m2.

It is found that the seed yield of all the switchgrass varietal specimens has a strong relationship with the number of leaves on the plant and the length of the flag leaf, the average one – with other indicators of the vegetative part of plants. Generative elements of plants have a rectilinear correlation with the switchgrass seed yield. The weight of the seed scales is inversely related to the seed yield. This feature was characteristic of all the switchgrass varietal specimens that were studied over the years of research.

Key words: *switchgrass, varieties, quantitative indicators of plants, weather conditions, seed yield.*

Постановка проблеми. Поряд із продовольчою безпекою актуальним питанням сьогодення є забезпечення енергетичної незалежності нашої країни, що досягається застосуванням біопалив із рослинної сировини енергетичних культур. Вивчення цих культур за насіннєвою врожайністю є важливим у плані отримання якісного насіннєвого матеріалу та закладки нових високопродуктивних енергоплантацій. Це дасть змогу отримати поновлювану енергоємну рослинну сировину з енергетичних культур для виробництва біопалив, що, у свою чергу, сприятиме зменшенню енергетичної залежності населення територіальних громад.

В умовах Лісостепу України найбільш адаптованою до умов вирощування та високоврожайною енергетичною культурою є просо прутоподібне *(Panicum virgatum L.)*. Біомаса цієї рослини використовується як сировина для виробництва біопалива. Проте забезпечення сільськогосподарських виробників у достатній кількості насіннєвим матеріалом нині не відповідає наявним вимогам. Окрім цього, рівень урожайності, обсяги виробництва та якість біомаси є недостатніми

для забезпечення внутрішніх енергетичних потреб. У зв'язку з цим ми вирішили встановити особливості формування врожайності насіння сортименту проса прутоподібного залежно від кількісних показників рослин.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сорт відіграє важливу роль у формуванні господарсько-цінних ознак і продукування вегетативної маси енергетичних культур, у тому числі й проса прутоподібного [1]. У світовій практиці зростання врожайності агрокультур загалом забезпечується як за рахунок агротехніки, так і за впровадження нових, досконаліших сортів і гібридів. Проте потенціальні можливості сорту чи гібрида певної культури можуть бути реалізовані лише при високій якості насіння [2; 3; 4].

Просо прутоподібне *(Panicum virgatum L.)* відноситься до родини тонконогих *(Poacea)* роду просових [5]. Рід *Panicum* містить більше ніж 450 різних видів, що різняться за морфологічними ознаками генеративних органів і мають п'ять різних базових хромосомних чисел (від 8 до 15 шт.) [6; 7; 8].

Вибір сорту проса прутоподібного для вирощування має вагоме значення для росту й розвитку рослин певної місцевості, стійкості рослин до несприятливих факторів і стабільного отримання біомаси. Сорти проса прутоподібного за морфоекологічними характеристиками поділяються на височинні (екологічні типи гірських видів) і низинні типи. Вони відрізняються між собою особливостями росту й розвитку рослин і продуктивністю [9; 10; 11].

Височинні й низинні типи проса прутоподібного, як правило, називають «екотипами». Цей термін походить від еволюційної екології та поєднує генетичні варіації в межах виду. Належність до певного екотипу зумовлена адаптивними реакціями рослин проса прутоподібного на географічні умови середовища існування. Екотипи проса прутоподібного відрізняються за своєю морфологією та фізіологією. Це дає змогу їм краще пристосуватися до різних умов середовищ, здатність рослин до запилення й формування потомства, що відповідають цьому виду. Ще недавно ці групи проса прутоподібного також називалися «цитотипами» високогірних і низовинних рослин, посилаючись на дані діагностичної послідовності ДНК, що містяться в їх пластидах [12].

Низовинні екотипи проса прутоподібного мають особливо високий ризик загибелі в зимовий період першого року вегетації. Для мінімізації таких ризиків виробники практикують сівбу суміші сортів височинних і низинних екотипів [13]. Наприклад, сорт Канлоу висівають із сортом Кейв-ін-рок або ж сортом Картадж. Ураховуючи, що сорти проса прутоподібного повинні ввійти в зиму у фазі завершення вегетації, то в цей період усі пластичні речовини переміщуються до вузла кущіння та кореневої системи, що сприяє успішній перезимівлі рослин. Суміші різних екотипів проса прутоподібного, як правило, мають дуже високі показники врожайності й характеризуються її стабільністю. Височинні екотипи забезпечують добру перезимівлю рослин за умови збору врожаю після закінчення вегетації культури, що за термінами припадає на пізньоосінній період. Поряд із цим визначено, що основною проблемою дрібнонасінних сортів, таких як Канлоу, Аламо, є ризик низької схожості й густоти стеблостою, особливо за вирощування цих сортів на важких глинистих ґрунтах [14].

Науковці Van G.A. Esbroeck, M.A. Hussey та M.A. Sanderson провели дослідження розвитку листкового апарату по сортах проса прутоподібного з різним періодом дозрівання (Кейв-ін-рок, Канлоу й Аламо), що дало змогу отримати вхідні дані для здійснення моделювання та визначити залежність між тривалістю вегетаційного періоду і швидкістю появи листків або кінцевою їх кількістю на

рослинах. Установлено, що кінцева кількість листків весняних посівів по сортах коливалася від 9 до 11 шт./рослину, тоді як літні посіви формували близько семи листків на рослині. Терміни між з'явленням двох послідовних листків для всіх сортів збільшувався зі збільшенням їх числа. Високі середні значення кількісних показників рослин були пов'язані з пізньою появою волоті [15].

Основним сортом проса прутоподібного, який науковці використовують для проведення досліджень, є Кейв-ін-рок, оскільки цей сортозразок демонструє високу зимостійкість, урожайність і придатність до вирощування на різних типах ґрунтів. На його основі розроблені синтетичні лінії, що походять від сорту Кейв-ін-рок. Ці нові генотипи формують більш високі врожаї біомаси з різною зимостійкістю й вищими адаптивними властивостями до умов вирощування [16; 17].

Отже, нині вивчено екологічні генотипи проса прутоподібного, їх відношення до умов навколишнього середовища. Але неповною мірою досліджено особливості формування врожайності насіння проса прутоподібного залежно від сортових властивостей. Особливо нагальним питанням є визначення закономірностей формування насіннєвої продуктивності сортів проса прутоподібного залежно від умов вирощування з урахуванням кількісних показників рослин, що й визначає актуальність досліджень, висвітлених у публікації.

Постановка завдання. Вивчення сортозразків проса прутоподібного проведено в умовах центральної частини Лісостепу на основі багаторічного стаціонарного досліду. За проведення експерименту застосовували методику дослідної справи в агрономії [18; 19] і затверджені наукові методики [20–22].

Завданням досліджень було встановити мінливість урожайності насіння сортозразків проса прутоподібного залежно від кількісних показників вегетативної та генеративної частини рослин.

Для вивчення ми обрали іноземний сортозразок проса прутоподібного Кейв-ін-рок і зареєстровані в Україні сорти: Зоряне, Морозко – і створену Лінія1307 (таблиця 1).

Таблиця 1

Характеристика сортозразків проса прутоподібного

Сортозразок		Маса 1000 насінин, г	Оригінатор	Походження	Рік реєстрації
українська назва	латинська назва				
Кейв-ін-рок	Cave-In-Rock	1,66	Центр рослинних матеріалів, Служба охорони ґрунтів, Elsberry, Міссурі; Міссурійська сільськогосподарська ДС	US	1973
Морозко*	Morozko	1,49	Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків Національної академії аграрних наук України	UA	2015
Зоряне*	Zoriane	1,78	Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка Національної академії наук України	UA	2015

Примітка: US – США, US – Україна, ДС – дослідна станція.

* *Інтернет- ресурс* [23].

Агротехніка при вирощуванні проса прутоподібного рекомендована для цієї ґрунтово-кліматичної зони [24].

Облік урожайності насіння проводили шляхом поділянкового обмолоту снопових зразків з наступною очисткою й перерахунком урожаю насіння на 1 га.

Математичний аналіз отриманих результатів досліджень здійснювали за допомогою дисперсійного та кореляційно-регресійного аналізу з використанням комп'ютерної програми «Statistica 6,0».

Виклад основного матеріалу дослідження. Кліматичні умови в роки проведення досліджень були контрастними з відхиленням від середньобагаторічних показників в окремі періоди росту й розвитку проса прутоподібного. Це дало змогу об'єктивно оцінити реакції досліджуваних сортозразків на погодні умови вирощування. У зоні недостатнього зволоження (центральна частина Лісостепу) гідротермічний коефіцієнт (далі – ГТК) за період вегетації проса прутоподібного змінювався в межах від 0,3 до 1,2 (рис. 1).

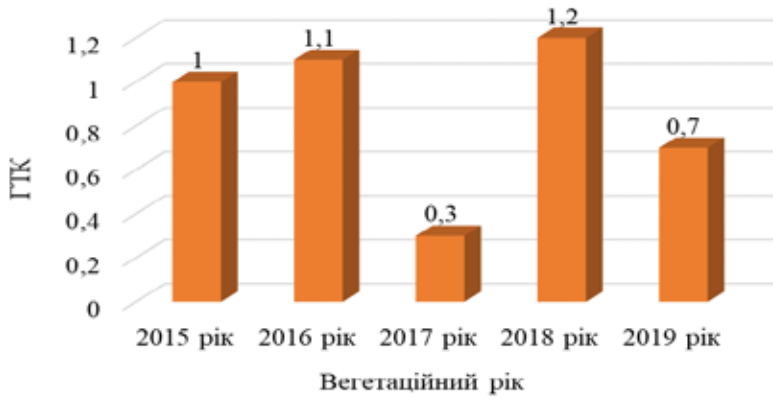


Рис. 1. Гідротермічний коефіцієнт за період весняно-осінньої вегетації проса прутоподібного, 2015–2019 рр.

Найменш сприятливими (посушливими за ГТК < 1) погодні умови були протягом вегетаційного періоду 2017 і 2019 рр., близькі до оптимального значення за ГТК погодні умови були у 2015, 2016 і 2018 рр.

До кількісних показників проса прутоподібного відносимо вегетативну частину рослин: висоту рослин, кількість стебел, кількість листків, довжину та ширину листків тощо (таблиця 2), також генеративні елементи рослин: кількість волотей, довжину волоті й індекс волоті, кількість гілочок першого порядку, масу зерна з волоті тощо (таблиця 3).

З-поміж сортозразків проса прутоподібного, що вивчалися, за роки дослідження найбільшою довжиною стебел характеризувався сорт Кейв-ін-рок (173,3 см), а в Лінії 1307 (170,3 см) цей показник виявився на рівні умовного стандарту (сорту Зоряне). Суттєво меншим стеблостій був у сорту Морозко (154,5 см). Густота стеблостою була найбільшою в Лінії – 831,2 шт./м^2, а найменшим цей показник був у сортозразків Морозко – на рівні 638,9 шт./м^2. Найбільшу кількість листків на стеблі та на один метр квадратний формувала Лінія 1307. За довжиною прапорцевого листка (більше ніж 51,0 см) виокремлено сорти Зоряне й Лінія 1307.

Таблиця 2

Кількісні ознаки вегетативних стебел проса прутоподібного, середнє за 2015–2019 рр.

Сортозразок	Довжина стебел, см	Кількість стебел, шт./м²	Кількість листків на стеблі, шт.	Кількість листків, тис.шт./м²	Довжина прапорц. листка, см
Зоряне (ум. ст.)	167,2	691,5	8,5	5,9	51,2
Кейв-ін-рок	173,3	762,1	8,1	6,2	49,7
Морозко	154,5	638,9	7,2	4,6	47,4
Лінія 1307	170,3	831,2	9,1	7,6	52,3
$НІР_{05}$	12,6	27,1	0,6	0,1	2,5

Елементи структури волоті й маса насіння з волоті сортименту проса прутоподібного мали такі показники (таблиця 3).

Таблиця 3

Кількісні показники генеративних пагонів проса прутоподібного, середнє за 2015–2019 рр.

Сортозразок	Довжина волоті, см	Ширина волоті, см	Індекс волоті	Кількість волотей, шт./м²	Маса насіння з волоті, г
Зоряне (ум. ст.)	37,4	23,3	0,62	168,3	0,51
Кейв-ін-рок	35,5	22,4	0,63	164,5	0,44
Морозко	31,2	21,4	0,69	161,8	0,42
Лінія 1307	39,1	24,2	0,62	182,0	0,48
$НІР_{05}$	3,1	1,7	–	3,4	0,04

Загалом за роки дослідження варіювання довжини волоті в сортозразків проса прутоподібного було від 31,2 до 39,1 см з найбільшим значенням у Лінії 1307. Індекс волоті був у межах від 0,62 до 0,69 см. Кількість волотей була в межах від 168,3 до 182,0 штук на метр квадратний, рівнозначна їх кількість була в сортів Кейв-ін-рок і Морозко, найбільша – у Лінії 1307. За роки дослідження ширина волоті по сортозразках варіювала в межах 21,4–24,2 см. Найбільшою маса насіння з волоті виявилася в сортозразка Зоряне (0,51 г) та Лінії 1307 (0,48 г).

Для встановлення рівня врожайності схожого насіння, згідно з виходом насіннєвого матеріалу, визначено загальну врожайність, яка в середньому за роки дослідження порівняно з умовним стандартом для сортозразка Кейв-ін-рок була меншою на 13,4 г/м², сорту Морозко – на 17,8 г/м², а для Лінії 1307 – у межах $НІР_{05}$ (таблиця 4).

З-поміж досліджуваних сортозразків спостерігаємо тенденцію збільшення врожайності насіння по кожному з вегетаційних років, найвищий рівень якої мали всі сортозразки на третій рік вегетації. Установлено, що умовний стандарт мав найкращі показники врожайності з-поміж усіх узятих на вивчення сортозразків у першому вегетаційному році – 81,2 г/м² – зі збільшення на третій рік – до 91,1 г/м². Проте вже з першого вегетаційного року Лінія 1307 мала кращі показники – на ріні 82,9 г/м² та 86,2 г/м² на другий рік вегетації. Ці сортозразки мали

значно більшу врожайність насіння порівняно з іншими. Аналогічну тенденцію збільшення спостерігаємо також і за масою насіннєвих лусок, що тісно пов'язано з виходом схожого насіння. У перший вегетаційний рік найбільший вихід схожого насіння був у Лінії – 1307–62,0%, у другому й у третьому вегетаційному році найбільший показник був у сортозразка Зоряне – 66,2% і 69,5% відповідно.

Таблиця 4

Урожайність і вихід схожого насіння проса прутоподібного, середнє за 2015–2019 рр.

Сортозразок	Урожайність плодів, г/м²	Маса насіннєвих лусок, г/м²	Урожайність схожого насіння, г/м²	Вихід схожого насіння, %
Зоряне (ум. ст.)	85,1	29,7	55,4	65,1
Кейв-ін-рок	71,7	25,7	46,0	64,1
Морозко	67,3	26,0	41,3	61,3
Лінія 1307	86,7	30,4	56,3	64,9
$НІР_{05}$	6,7	1,1	5,1	1,9

Найважливіший показник – урожайність схожого насіння на 1 га, який за сортозразками проса прутоподібного варіював у межах від 413,0 кг/га до 563,0 кг/га й залежав як від виходу його, так і від маси насіннєвих лусок (рис. 2).

Рис. 2. Урожайність схожого насіння проса прутоподібного (кг/га), середнє за 2015–2019 рр.

Установлено, що в середньому за роки дослідження врожайність схожого насіння була найбільшою в умовного стандарту сорту Зоряне (554,1 кг/га) та Лінії 1307 (563,0 кг/га). Суттєво менший, але на порівняно високому рівні цей показник був у сортозразка Кейв-ін-рок (460,0 кг/га) і найменшим – у сорту Морозко (413,2 кг/га).

Для встановлення взаємовпливу кількісних показників вегетативної та генеративної частин рослин і врожайності насіння за сортозразками проса прутоподібного проведено кореляційно-регресійний аналіз, на основі чого побудовано кореляційні плеяди (рис. 3–6).

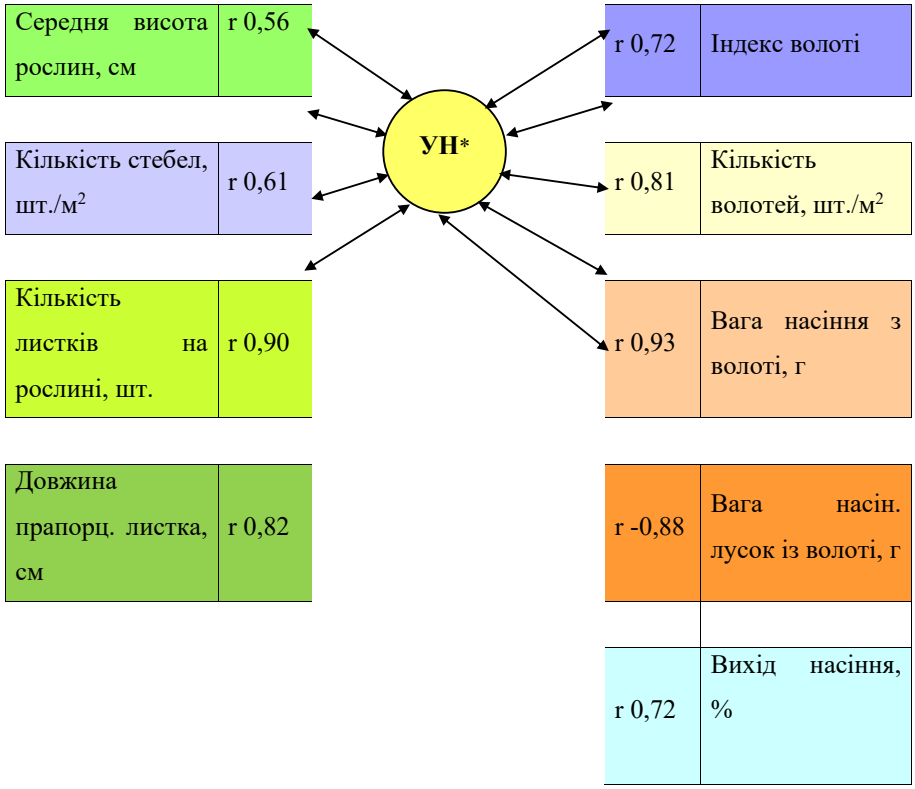


Рис. 3. Кореляційні зв'язки між кількісними показниками рослин і врожайністю насіння проса прутоподібного сорту Зоряне, 2014–2019 рр.

*Примітка: УН – урожайність схожого насіння, г/м^2.

За результатами проведеного кореляційного аналізу встановлено сильний зв'язок між насіннєвою врожайністю сорту Зоряне та кількістю листків на рослині (r 0,90) і довжиною прапорцевого листка (r 0,82). Середньою мірою з урожайністю насіння корелює висота й густота стеблостою проса прутоподібного сорту Зоряне, відповідно, коефіцієнти кореляції становили 0,56 і 0,61. Визначено щільний зв'язок між урожайністю насіння й елементами структури волоті (індекс волоті та їх кількості на 1м^2, вагою насіння та насіннєвих лусок) і виходом насіння (r > 0,70). Вага насіннєвих лусок має обернений щільний зв'язок з урожайністю насіння сорту Зоряне.

Кореляційні зв'язки між кількісними показниками рослин і врожайністю схожого насіння проса прутоподібного сорту Кейв-ін-рок наведено на рис. 4.

Визначення кореляційних взаємовпливів по сортозразка Кейв-ін-рок дало можливість установити сильний зв'язок між насіннєвою врожайністю й кількістю листків на рослині та довжиною прапорцевого листка, 0,89 і 0,78 відповідно, середній – між висотою рослин (r 0,43) та кількістю стебел на 1 м^2 (r 0,54). Тобто елементи фотосинтезуючого апарату рослин проса прутоподібного істотно впливають на формування високого рівня врожайності насіння.

Установлено достовірний прямолінійний зв'язок між усіма елементами структури волоті (окрім ваги насіннєвих лусок r -0,42) і врожайністю насіння сортоз-

разки Кейв-ін-рок. Звідси можна стверджувати, що насіннєва врожайність цього сорту проса прутоподібного формується як за рахунок вегетативних елементів рослин, так і з урахуванням елементів структури волоті за її індексом, кількістю генеративних пагонів (волотей) і ваги насіння з них, а також тісно пов'язана з виходом схожого насіння.

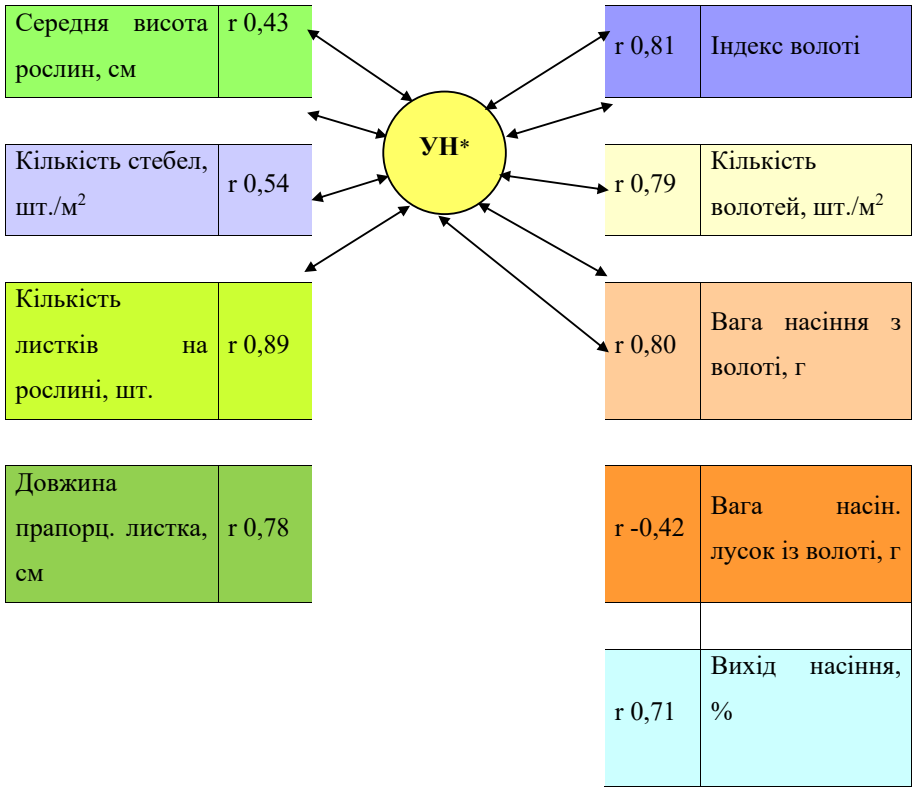


Рис. 4. Кореляційні зв'язки між кількісними показниками рослин і врожайністю насіння проса прутоподібного сорту Кейв-ін-рок, 2014–2019 рр.

*Примітка: УН – урожайність схожого насіння, г/м^2.

Для сорту Морозко з-поміж вегетативної частини рослин найбільший вплив на врожайність насіння має довжина прапорцевого листка (r 0,72), інші показники корелюють середньої мірою. Кількість волотей і вага насіння з них мають сильний зв'язок із насіннєвою врожайністю – r 0,70 і 0,79 відповідно, середній – з індексом волоті (r 0,54) та виходом насіння (r 0,60). Достовірного зв'язку між вагою насіннєвих лусок і рівнем урожайності насіння не виявлено.

Установлено, що найбільший вплив на врожайність насіння відібраної лінії проса прутоподібного (Лінія 1307) має кількість листків на рослині (r 0,92) і довжина прапорцевого листка (r 0,75), середній – інші показники вегетативної частини рослин. Генеративні елементи рослин мають прямолінійний кореляційний зв'язок із насіннєвою врожайністю проса прутоподібного. Вага насіннєвих лусок має обернений зв'язок із насіннєвою врожайністю на рівні r -0,54.

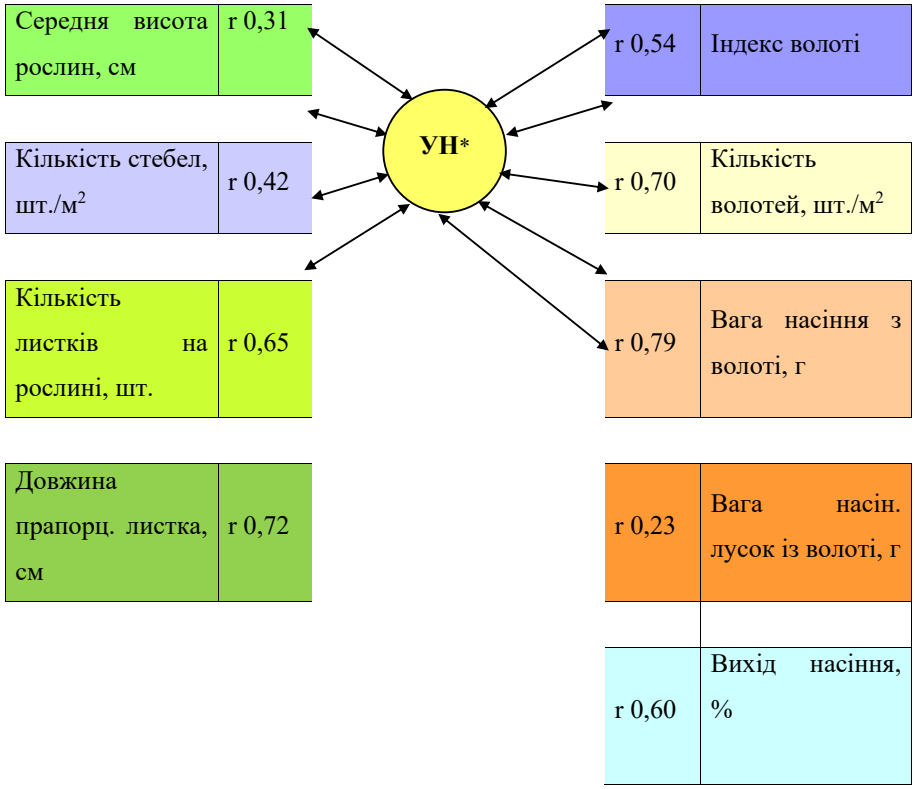


Рис. 5. Кореляційні зв'язки між кількісними показниками рослин і врожайністю насіння проса прутоподібного сорту Морозко, 2014–2019 рр.

*Примітка: УН – урожайність схожого насіння, г/м^2.

Висновки і пропозиції. За результатами дослідження, елементи вегетативної та генеративної частин рослин порівняно з умовним стандартом найбільше формували сортозразок Кейв-ін-рок і Лінія 1307, також визначено високі показники врожайності насіння по цих сортозразках.

Установлено, що врожайність насіння всіх сортозразків проса прутоподібного має сильний зв'язок із кількістю листків на рослині й довжиною прапорцевого листка, середній – з іншими показники вегетативної частини рослин. Генеративні елементи рослин мають прямолінійний кореляційний зв'язок із насіннєвою врожайністю проса прутоподібного. Маса насіннєвих лусок має обернений зв'язок із насіннєвою врожайністю насіння. Ця особливість була характерною для всіх сортозразків проса прутоподібного, що вивчалися.

Порівнюючи з іншими сортозразками, суттєво більшу врожайність схожого насіння в усі роки дослідження забезпечила новостворена Лінія 1307 із незначним варіюванням ознаки. Для сортозразка Кейв-ін-рок відмічена подібна залежність, але з нижчим показником урожайності насіння.

Перспективи подальших досліджень полягатимуть у встановленні заходів допосівної підготовки насіння проса прутоподібного в розрізі сортів на поліпшення його посівних якостей.

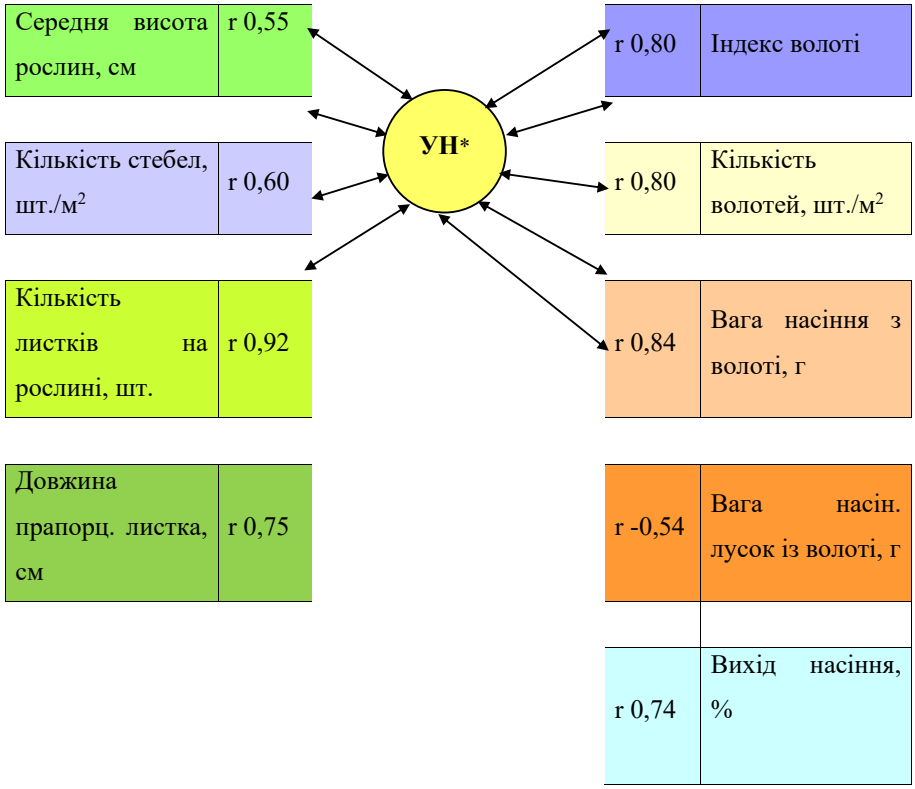


Рис. 6. Кореляційні зв'язки між кількісними показниками рослин і врожайністю насіння проса прутоподібного Лінія 1307, 2014–2019 рр.

*Примітка: УН – урожайність схожого насіння, г/м².

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Вихідний матеріал проса прутоподібного (Panicum virgatum L.) за комплексом господарсько-цінних ознак в умовах центрального Лісостепу України / М.І. Кулик, Д.Б. Рахметов, І.І. Рожко, Н.О. Сиплива. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2019. Т. 15. № 4. С. 354–364. URL: http://journal.sops.gov.ua/issue/view/11403/showToc (дата звернення: 15.02.2020).

2. Кулешов Н.Н. Агрономическое семеноведение. Москва : Сельхозиздат, 1963. 304 с

3. Строна И.Г. Разнокачественность семян полевых культур и её значение в семеноводческой практике. Биологические основы повышения качества семян. *Материалы научной сессии, состоявшейся 26–30 ноября 1963 г. в Москве.* Москва : Наука, 1964. С. 21–25.

4. Строна И.Г. Проблемы семеноведения и семеноводства на современном этапе. *Селекция и семеноводство :* респ. межвед. темат. науч. сборник. Киев : Урожай, 1984. С. 85–88.

5. Vogel K.P. Switchgrass / L.E. Moser et al., eds. Warm-season (C4) Grasses ASA-CSSA-SSSA. *Madison*. 2004. WI. P. 561–588.

6. Registration of 'Dacotah' switchgrass / R.E. Barker, R.J. Haas, J.D. Berdahl, E.T. Jacobson. *Crop Sci*. 1990. V. 30. P. 1158.

7. Samson R.A., Omielan J.A. Switchgrass: A potential biomass energy crop for ethanol production. *Thirteenth North American Prairie Conference.* Windsor, Ontario, 1992. P. 253–258.

8. (1996). Photosynthetic rates and ploidy levels among populations of switchgrass / S.D. Wullschleger, M.A. Sanderson, S.B. McLaughlin, D.P. Biradar, A.L. Rayburn. *Crop Sci*. № 36. P. 306–312.

9. Філіпась Л.П., Горобець А.М., Мандровська С.М. Продуктивність різних сортів світчграсу. *Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків.* 2012. Вип. 14. С. 359–361.

10. Думич В.В., Журба Г.І., Курило В.Л. Динаміка росту світчграсу в грунтово-кліматичних умовах Полісся України. *Наукові праці інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків.* 2013. Вип. 19. С. 43–45.

11. Курило В.Л., Рахметов Д.Б., Кулик М.І. Біологічні особливості та потенціал урожайності енергетичних культур родини тонконогових в умовах України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. Вип. 1 (88). С. 11–17.

12. Keshwani D.R., Cheng J.J. Switchgrass for bioethanol and other value added applications: a review. *Bioresource Technology*. 2009. № 100. P. 1515–1523.

13. Biomass yield of switchgrass cultivars under high-vs. low-input conditions / M.R. Casler, S. Sosa, L. Hofmann, H. Mayton, C. Ernst, P. Adler, A.R. Boe, S.A. Bonos. *Crop Sci.* 2017. № 57. P. 821–832. URL: https://doi.org/10.2135/cropsci2016.08.0698 (дата звернення: 15.02.2020).

14. Zhang Z., Zalapa J.E., Jakubowski A.R. et al. Natural hybrids and gene flow between upland and lowland switchgrass. *Crop Sci*. 2011. № 51. P. 2626–2641.

15. Esbroeck, Van G.A., Hussey M.A., Sanderson M.A. Leaf appearance rate and final 13 leaf number of switchgrass cultivars. *Crop Sci*. 1997. № 37. P. 864–870.

16. Aiken G.E., Springer T.L. Seed size distribution, germination, and emergence of 6 switchgrass cultivars. J. *Range Manage*. 1995. № 48. P. 455–458.

17. Green J.C., Bransby D.I. (1995). Effects of seed size on germination and seedling growth of Alamo switchgrass. *Soc. for Range Management, Denver.* 1995. Vol. 1. P. 183–184.

18. Дослідна справа в агрономії: навчальний посібник : у 2 кн. / А.О. Рожков, В.К. Пузік, С.М. Каленська та ін. Харків : Майдан, 2016. Кн. 1 : Теоретичні аспекти дослідної справи / за ред. А.О. Рожкова. 316 с. С. 5.

19. Дослідна справа в агрономії : навчальний посібник : у 2 кн. / А.О. Рожков, В.К. Пузік, С.М. Каленська та ін. Харків : Майдан, 2016. Кн. 2 : Статистична обробка результатів досліджень / за ред. А.О. Рожкова. 352 с.

20. Волкодав В.В. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур: Загальна частина. Київ, 2000. 100 с.

21. Кулик М.І., Рахметов Д.Б., Курило В.Л. Методика проведення польових та лабораторних досліджень з просом прутоподібним *(Panicum virgatum L.)*. Полтава : РВВ ПДАА, 2017. 24 с.

22. Roik M.V., Rakhmetov D.B., Hontarenko S.M. ta in. (2012). Metodyka provedennia ekspertyzy sortiv prosa prutopodibnoho (Panicum virgatum L.) na vidminnist, odnoridnist i stabilnist: Kod UPOV: PANIC_VIR, 15.

23. Реєстр сортів рослин України. Київ : Міністерство аграрної політики та продовольства України, 2018. URL: http://sops.gov.ua/reestratsiya-prav/reiestry/reiestr-sortiv-roslyn-ukrainy (дата звернення: 15.02.2020).

24. Методичні рекомендації з проведення основного та передпосівного обробітків ґрунту і сівби проса лозовидного / В.Л. Курило, М.Я. Гументик, Г.С. Гончарук, В.М. Смірних, А.М. Горобець, В.В. Каськів, О.В. Максименко, С.М. Мандровська. Київ : ІБКіЦБ, 2012. 28 с.

УДК 631.5:631.4
DOI https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.119.16

ЕФЕКТИВНІСТЬ БІОДЕСТРУКТОРІВ У СУЧАСНИХ АГРОТЕХНОЛОГІЯХ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

Сидякіна О.В. *– к.с.-г.н., доцент, доцент кафедри землеробства,*
Херсонський державний аграрно-економічний університет

Основним джерелом органічних речовин ґрунту слугують стерня, солома, стебла зернових, технічних та інших сільськогосподарських культур, а в садівництві – опале листя. Засоби хімізації, які застосовують у сучасних агротехнологіях, пригнічують діяльність корисної мікрофлори, погіршують родючість ґрунтів та уповільнюють розкладення рослинних решток, на яких зберігаються фітопатогенні гриби й бактерії, що здатні проникати в рослини й уражати їх різноманітними хворобами. Синергізм мікроорганізмів, ферментів-деструкторів і біологічно активних речовин, що входять до складу біодеструкторів, сприяє прискореному розкладенню рослинних решток.

Біодеструктор «Екостерн» у лабораторних умовах ННЦ «Інститут землеробства НААН» більше, ніж удвічі, збільшував целюлозоруйнівну активність ґрунту й забезпечив високу ефективність за обробки ним стебел кукурудзи. При цьому не спостерігали посилення викиду в атмосферу вуглекислого газу, що може мати місце під час мінералізації органічних речовин. Високу ефективність цього біодеструктора доведено й у садових агроценозах, зокрема в системі захисту черешні від кокомікозу.

Обробка стерні злакових культур біодеструктором «Філазоніт МЦ» покращувала мікробіологічну активність темно-сірого опідзоленого ґрунту, а в композиції з мінеральними добривами підвищувала вміст у ґрунті рухомих елементів живлення та сприяла формуванню максимальної врожайності бульб картоплі столової.

На чорноземі типовому найвищі показники біологічної активності ґрунту, потенційної активності нітрифікації, максимальну чисельність амоніфікаторів, бактерій, що засвоюють мінеральний азот, та азотфіксаторів у прикореневій системі рослин забезпечила суміш біодеструкторів «Вермистим-Д» і «П-3» у співвідношенні 5 : 1.

Обробка стерні ячменю ярого та гороху «Біодеструктором стерні» сприяла збільшенню в чорноземі південному загальної кількості бактерій, грибів целюлозоруйнівної дії та азотфіксаторів. При цьому спостерігали нейтралізацію реакції середовища й підвищення вмісту в ґрунті рухомих елементів живлення. Оптимізація поживного режиму забезпечила збільшення врожайності зерна пшениці озимої на 0,45–0,67 т/га залежно від попередника. Високу ефективність «Біодеструктора стерні» в композиції з аміачною селітрою визначено й на дерново-карбонатному ґрунті за вирощування льону олійного.

Ключові слова: *біодеструктор, рослинні рештки, бактерії, гриби, елементи живлення, біологічна активність ґрунту, урожайність.*

Sydiakina O.V. Efficiency of biodestructors in modern agrotechnologies

The main source of soil organic matter is stubble, straw, stalks of cereals, industrial and other crops, and in horticulture – fallen leaves. Chemicals used in modern agricultural technologies inhibit the activity of beneficial microflora, impair soil fertility and slow down the decomposition of plant residues, which store phytopathogenic fungi and bacteria that can penetrate plants and infect them with various diseases. The synergy of microorganisms, destructive enzymes and biologically active substances that are part of biodestructors, promotes accelerated decomposition of plant residues.

The biodestructor Ecostern in the laboratory of the NSC Institute of Agriculture NAAS more than doubled, increased the cellulose-destructive activity of the soil and provided high efficiency in the treatment of corn stalks. No increase in carbon dioxide emissions, which may occur during the mineralization of organic matter, was observed. The high efficiency of this biodestructor has been proven in garden agrocenoses, in particular in the system of protection of cherries from cocomycosis.

Treatment of cereal stubble with biodestructor Filazonit MC improved the microbiological activity of dark gray podzolic soil, and in the composition with mineral fertilizers increased the content of mobile nutrients in the soil and contributed to the formation of maximum yield of table potato tubers.

On typical chernozem, the highest indicators of soil biological activity, potential nitrification activity, maximum number of ammonifiers, bacteria that absorb mineral nitrogen, and nitrogen fixers in the root system of plants provided a mixture of biodestructors Vermistim-D and P-3 at a ratio of 5 to 1.

Treatment of spring barley and pea stubble with Stubble biodestructor contributed to an increase in the total number of bacteria, fungi of cellulose-destructive action and nitrogen fixers in the southern chernozem. At the same time, neutralization of the reaction of the medium and increase of the content of mobile nutrients in the soil were observed. The optimization of the nutrient regime provided an increase in the grain yield of winter wheat by 0.45–0.67 t/ha, depending on the forecrop. High efficiency of Stubble biodestructor in the combination with ammonium nitrate was recorded also on sod-carbonate soil under oilseed flax cultivation.

Key words: *biodestructor, plant remains, bacteria, fungi, nutrients, biological activity of soil, yield.*

Постановка проблеми. Екологічна проблема забруднення біосфери органічними полютантами дедалі загострюється. Органічні забруднювачі володіють токсичними q мутагенними властивостями, стійкістю до розкладення, здатністю до міграції на великі відстані від джерела їх викиду та акумуляції в наземних і водних екосистемах [1, с. 11; 2, с. 116; 3, с. 3799]. Це визначає дуже важливу роль досліджень з розробки методів детоксикації органічних сполук. Перспективним у цьому напрямі є використання біохімічної діяльності корисних мікроорганізмів, що вже дало змогу розробити ефективні методи очистки стічних вод, морської води, забруднених нафтою ґрунтів [4, с. 60].

Важливу роль відіграють біодеструктори й у землеробській галузі. Джерелом поповнення ґрунту органічною речовиною, елементами живлення для рослин і ґрунтової біоти є рослинні рештки, що залишаються на полях після збирання врожаю. До них відносяться стерня, солома, стебла зернових, технічних та інших сільськогосподарських культур. Розкладення рослинних решток залежить насамперед від їх загальної біомаси та кліматичних умов, зокрема вологості й температури [5, с. 184; 6, с. 26; 7, с. 21].

Засоби хімізації, які застосовують у сучасних агротехнологіях, пригнічують діяльність корисної мікрофлори й уповільнюють процеси розкладення рослинних решток. При цьому спостерігається накопичення в ґрунті лігніну та фенолів, які гальмують ріст і розвиток культурних рослин, уповільнюють процеси мінералізації органічних речовин і погіршують родючість ґрунту. Окрім цього, фітопатогенні гриби й бактерії, які зберігаються на рослинних рештках, проникають у рослини, викликають цілу низку захворювань і, у кінцевому підсумку, призводять до зниження врожайності. Дія біодеструкторів якраз і спрямована на прискорене розкладення рослинних решток і перетворення їх на гумусові речовини, тобто на покращення родючості ґрунту та, як наслідок, збільшення врожайності вирощуваних культур [8, с. 69; 9, с. 464; 10, с. 28; 11, с. 106].

Отже, установлення ефективності використання біодеструкторів, визначення їх екологічної безпечності й впливу на процеси ґрунтотворення є актуальним завданням сучасної агрономічної галузі та становить науковий інтерес для широкого кола дослідників.

Постановка завдання. Мета статті – огляд літератури щодо ефективності біодеструкторів у сучасних агротехнологіях.

Виклад основного матеріалу дослідження. Запорукою одержання високих і сталих урожаїв є оптимальне забезпечення рослин усіма необхідними чинниками й насамперед забезпечення оптимального поживного середовища, що можливо лише на родючих ґрунтах. Значення біодеструкторів у цьому випадку важко

переоцінити. До їх складу входять мікроорганізми, ферменти-деструктори, біологічно активні речовини, синергізм яких проявляється в прискоренні розкладення рослинних решток. За природних умов перетворення рослинних решток на елементи живлення в доступних для рослин формах може тривати впродовж декількох років. Дослідженнями встановлено, що приблизно за шість місяців розкладається лише 20–25% соломи пшениці, а за півтора року – близько 50% [12, с. 24]. Застосування біодеструкторів значною мірою прискорює цей процес.

Умовно деструктори можна класифікувати на живі та неживі [13, с. 40] (рис. 1).

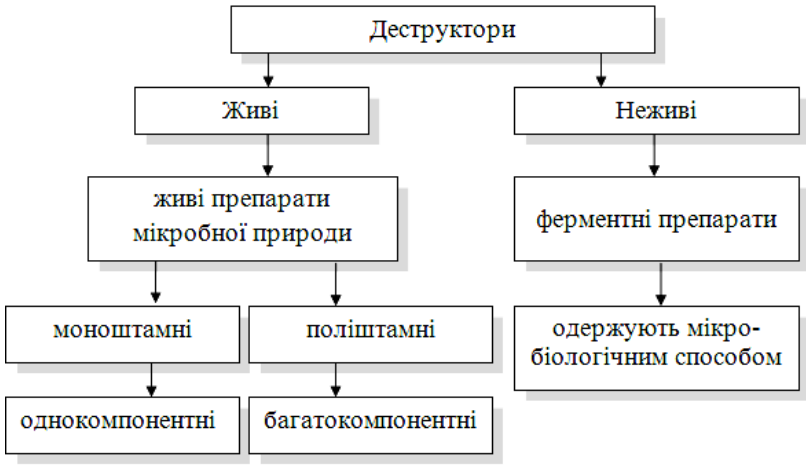


Рис. 1. Класифікація деструкторів

Механізм дії деструкторів можна розподілити на чотири етапи:

1 – ферменти, що входять до складу біодеструкторів, одразу включаються в процес розкладення стерні та забезпечують мікроорганізми елементами живлення;

2 – корисні мікроорганізми інтенсивно розмножуються як у ґрунті, так і на рослинних рештках, витісняють патогени та залежно від штаму беруть участь у процесах амоніфікації, нітрифікації, фіксації атмосферного азоту, збагаченні ґрунту біологічно активними речовинами або посилюють мобілізацію фосфору й калію;

3 – складові елементи біодеструкторів запобігають утворенню шкідливих для рослин з’єднань, сполук лігніну та фенолів, які утворюються в процесі гуміфікації;

4 – використання біодеструкторів запобігає розвитку хвороб на посівах вирощуваних культур, що знижує витрати на фунгіцидні обробки. Неконтрольоване залишення рослинних решток на полі призводить до розвитку й поширення хвороб на рослинах наступної культури сівозміни, адже патогенні мікроорганізми здатні зберігатися в ґрунті й на рослинних рештках більше року [14; 15, с. 19; 16, с. 24].

Ефективність біодеструктора «Екостерн» від ПП «БТУ-Центр» вивчали в лабораторних умовах ННЦ «Інститут землеробства НААН». Результати 30-добового витримування пластин целюлози в контакті з ґрунтом без обробки (контроль) і з обробкою біодеструктором показали, що целюлозоруйнівна активність у контролі становила 25%, а у варіанті з Екостерном – 54%, тобто зросла більше ніж

удвічі. Цей показник у варіантах «стебла кукурудзи» та «стебла кукурудзи + Екостерн» виявився значно нижчим, хоча ефективна дія біодеструктора була беззаперечною [8, с. 69].

Процес мінералізації органічних речовин завершується утворенням вуглекислого газу, води й неорганічних сполук. Застосування біодеструкторів активізує процеси мінералізації, а тому постають питання: «Чи не призведе використання біодеструкторів до посилення викидів вуглекислого газу в атмосферу?», «Чи не загрожує використання біодеструкторів екологічній безпеці довкілля?» Для відповіді на ці питання науковці ННЦ «Інститут землеробства НААН» в умовах лабораторних досліджень вивчали інтенсивність дихання сірого лісового ґрунту та ґрунту зі стеблами кукурудзи за дії біодеструктора «Екостерн». Значної різниці в інтенсивності дихання (емісії вуглекислого газу) за варіантами досліду встановлено не було, тобто за дії біодеструктора посилення викиду в атмосферу вуглекислого газу не спостерігали [8, с. 70–71].

Ефективність різних норм біодеструктора «Філазоніт МЦ», призначеного для обробки стерні злакових культур, вивчали за вирощування ранніх сортів картоплі столової Дніпрянка й Розара на темно-сірому опідзоленому ґрунті. За результатами трирічних досліджень установлено позитивний вплив біодеструктора стерні на мікробіологічну активність ґрунту. У варіантах досліду з його застосуванням інтенсивність розкладення целюлози, відповідно до шкали оцінки біологічної активності ґрунту за Д.Г. Звягінцевим, була сильною й перевищувала 50%. Максимальну врожайність бульб обох вирощуваних у досліді сортів картоплі визначено за норми біодеструктора 10 л/га на фоні внесення мінеральних добрив $N_{120}P_{100}K_{160}$ без стерні. Додаткове використання соломи в нормі 5 т/га дещо знижувало врожайність бульб картоплі [17, с. 75]. За результатами цих же досліджень установлено, що використання біодеструктора по фону мінеральних добрив $N_{120}P_{100}K_{160}$ із унесенням соломи підвищувало вміст у ґрунті мінерального азоту, рухомого фосфору й обмінного калію порівняно із цим же варіантом досліду, але без унесення соломи [18, с. 133]. Застосування філазоніту МЦ по фону мінеральних добрив $N_{120}P_{100}K_{160}$ як із використанням соломи, так і без неї сприяло накопиченню рослинами картоплі максимальної кількості сполук калію [19, с. 116].

Ефективність біодеструкторів «Вермистим-Д», «П-3» та їх сумішей вивчали на чорноземі типовому АФ «Колос» Сквирського району Київської області. Після збирання пшениці озимої солому подрібнювали, обприскували біодеструкторами та заробляли в ґрунт на глибину 8–12 см. За результатами досліджень визначено, що застосування суміші біодеструкторів вермистиму-Д і П-3 у співвідношенні 5 : 1 забезпечило найвищі показники біологічної активності ґрунту (129,5±3,5 моль CO_2) і потенційної активності нітрифікації (9,6±1,1 мкг азоту/100 г ґрунту), максимальну чисельність амоніфікаторів, бактерій, що засвоюють мінеральний азот, та азотфіксаторів у прикореневій системі рослин (16,67; 128 і 187,3 млн/г ґрунту). Порівняння окремої дії біодеструкторів, узятих на вивчення, показало, що деякою перевагою характеризувався препарат П-3. Біодеструктури та їх композиція позитивно позначилися на агрохімічних властивостях чорнозему типового, зокрема на вмісті в ньому сполук легкогідролізованого азоту, рухомих форм фосфору та калію [20, с. 98].

Покращення мікробіологічних та агрохімічних показників ґрунту за використання «Біодеструктора стерні» після збирання ячменю ярого встановлено й на чорноземі південному дослідного поля Миколаївського НАУ. Обробка стерні біодеструктором сприяла збільшенню загальної кількості бактерій, кількості грибів

целюлозоруйнівної дії та азотфіксаторів. Окрім цього, спостерігали нейтралізацію реакції ґрунтового розчину [21, с. 62–63]. Застосування «Біодеструктора стерні» підвищувало вміст у ґрунті нітратного азоту, рухомого фосфору й обмінного калію, що сприяло оптимізації фону живлення пшениці озимої сорту Кольчуга та збільшенню врожайності зерна в середньому за 5 років досліджень на 0,45 т/га у варіанті вирощування після ячменю ярого та на 0,67 т/га – після гороху [22, с. 22–23; 23, с. 232].

Активізацію розкладення рослинних решток пшениці озимої за дії «Біодеструктора стерні» (2,5 л/га) у композиції з аміачною селітрою (20 кг/га) установлено в дослідженнях, проведених на дерново-карбонатному ґрунті (Мале Полісся) за вирощування льону олійного сорту Надійний. У варіанті досліду з використанням біодеструктора визначено більшу густоту сходів і кращу збереженість стеблостою впродовж вегетації. Рослини льону олійного за використання біодеструктора вирізнялися краще розвинутою кореневою системою, більшою висотою та темно-зеленим забарвленням. Оптимальний розвиток рослин забезпечив формування й вищої продуктивності. Так, урожайність насіння льону олійного за використання біодеструктора на 0,13 т/га перевищила варіант удобрення аміачною селітрою й на 0,21 т/га – контрольний варіант досліду. Максимальну масу 1000 насінин також сформовано рослинами льону олійного на ділянці досліду з використанням біодеструктора [24, с. 172–173].

Високу ефективність біодеструкторів доведено й у садових агроценозах, зокрема в системі захисту черешні від кокомікозу. Польові та лабораторні дослідження із цього напряму проводили на базі МДСС імені М.Ф. Сидоренка ІС НААН. За вирощування сортів черешні Ділема та Червнева рання вивчали ефективність біодеструктора «Екостерн» окремо (2 л/га) та в композиції з карбамідом (1 л/га + 25 кг/га). Найвищою технічною ефективністю (79,5%) у боротьбі з кокомікозом характеризувався варіант досліду із застосуванням біодеструктора в нормі 2 л/га. За результатами досліджень установлено, що внаслідок мінералізації опалого листя маса субстрату, де зимує збудник хвороби, зменшувалася, тому навесні інтенсивність поширення кокомікозу суттєво знижувалася. Активність деструкції опалого листя у варіанті з екостерном у 1,4 рази перевищувала еталонний варіант досліду із застосуванням лише карбаміду. Окрім зменшення маси субстрату, у досліді за дії біодеструктора спостерігали порушення репродуктивної функції патогену, обмежене формування плодових тіл – головних органів первинної інфекції [25, с. 128–129].

Висновки і пропозиції. Актуальним завданням на сучасному етапі розвитку землеробської галузі є дослідження біологічної активності ґрунтів. Розуміння мікробіологічних процесів дасть змогу виявити закономірності трансформації органічної речовини, наслідки антропогенних впливів на ґрунти та шляхи їх усунення. Одним із таких заходів є використання в сучасних агротехнологіях біодеструкторів для ефективного розкладення рослинних решток. Застосування біологічних препаратів за рахунок ефективної дії мікроорганізмів, ферментів і біологічно активних речовин прискорює процеси перетворення нерозкладених органічних речовин на доступні для рослин елементи живлення, запобігає розвитку й поширенню хвороб, покращує мікробіологічні й агрохімічні властивості ґрунтів. Оптимізація кислотно-лужного балансу та поживного середовища для рослин, у свою чергу, дає змогу підвищити продуктивний потенціал сільськогосподарських культур і досягти високого економічного ефекту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Особливості забруднення деякими стійкими органічними полютантами морського середовища Північно-західної частини Чорного моря / Ю.М. Деньга, В.І. Михайленко, Ю.В. Олейнік, Т.А. Сафранов. *Вісник ХНУ імені В.Н. Каразіна. Серія «Екологія».* 2020. Вип. 23. С. 8–20.

2. Анализ воздействия предприятий нефтехимического комплекса на гидросферу и пути минимизации их негативного влияния / А.Г. Баландина, Р.И. Хангильдин, И.Г. Ибрагимов, В.А. Мартяшева. *Башкирский химический журнал.* 2015. Т. 22. № 1. С. 115–126.

3. Meta-analysis of environmental contamination by alkylphenols (Review) / A. Bergé, M. Cladière, J. Gasperi,. Coursimault, B. Tassin, R. Moilleron. *Envir. Sci. Pollut. Res.* 2012. Vol. 19. № 9. P. 3798–3819.

4. Горшкова О.Г. Оцінка патогенних властивостей бактерій-деструкторів важкоокиснювальних органічних сполук. *Мікробіологія і біотехнологія.* 2020. № 1. С. 60–68.

5. Мілігула О.М., Прокопенко Л.А. Вплив мікробіологічного препарату Байкал на деструкцію пожнивних решток. *Агрохімічна служба України: роль і місце в розвитку агропромислового розвитку держави :* матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. Київ, 2014. С. 184–186.

6. Жуйков О. Г., Бурдюг О. О. Фітосанітарний стан та врожайність гібридів соняшника за різних рівнів біологізації технології вирощування. *Аграрні інновації*. 2020. № 3. С. 26–32.

7. Домарацький Є., Базалій В., Козлова О., Домарацький О. Ефективність використання деструкторів целюлози для оптимізації факторів життя рослин соняшника. *Техніка і технології АПК*. 2020. № 1 (114). С. 18–21.

8. Екологічна доцільність застосування біодеструктора «Екостерн» в інтенсивному землеробстві / С.Г. Корсун, І.І. Клименко, Г.В. Давидюк, Н.І. Довбаш, Л.І. Шкарівська. *Землеробство*. 2017. Вип. 1. С. 69–73.

9. Болоховський В. Відроджуємо родючість ґрунту. *Агроном.* 2013. № 3. С. 464–465.

10. Мариноха П. Микробиологическое оздоровление почв. *Агроном.* 2010. № 3. С. 28–29.

11. Сергєєва Ю.О. Вплив деструкторів стерні на розкладання післяжнивних решток пшениці озимої за різних способів заробляння їх у ґрунту в умовах Південного Степу. *Стан і перспективи впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур :* матеріали II Міжнар. наук.-прак. конф. Дніпро, 2017. С. 106–108.

12. Кушнарьов А., Кравчук В., Бобровний Е. Вплив ступеня подрібнення й глибини закладення соломи в ґрунт на інтенсивність її розкладання з використанням біодеструктора «Стернифаг». *Техніка і технології АПК.* 2012. № 12. С. 24–27.

13. Бобровный Е.В., Харченко А.Г. Готово ли растениеводство Украины к наступлению новых бактериальных болезней? *Техніка і технології АПК.* 2011. № 5 (20). С. 40–42.

14. Биодеструктор стерни увеличивает ваш урожай. Биодеструктор применение на кукурузе, пшенице и ячмене, горохе и гречке. URL: https://agropolex.com/bio-destruktor-sterni-uvelichivaet-urozhaj.html.

15. Нагорна О. Біодеструктор стерні – запорука родючості ґрунтів. *Техніка і технології АПК.* 2017. № 5. С. 19–20.

16. Кушнарьов А., Кравчук В., Бобровний Е. Вплив ступеня подрібнення й глибини закладення соломи в ґрунт на інтенсивність її розкладання з використанням біодеструктора «Стернифаг». *Техніка і технології АПК.* 2012. № 12. С. 24–27.

17. Гуменюк О.В. Вплив біодеструктора на мікробіологічну активність ґрунту та врожайність картоплі столової. *Вісник аграрної науки.* 2012. № 11. С. 73–75.

18. Гуменюк О.В. Поживний режим темно-сірого опідзоленого ґрунту за використання біодеструктора стерні. *Вісник Харківського національного аграрного*

університету імені В.В. Докучаєва. Серія «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів». 2013. № 1. С. 129–134.

19. Бикін А.В., Гуменюк О.В. Вплив мінеральних добрив та біодеструктора на калійне живлення рослин картоплі столової. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків.* 2013. Вип. 18. С. 115–117.

20. Центило Л., Сендецький В. Біологічна ефективність використання біодеструкторів. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету.* 2014. № 2 (1). С. 93–99.

21. Мікробіологічна активність ґрунту після ячменю ярого при використанні біодеструктора стерні / В.В. Гамаюнова, О.А. Коваленко, А.В. Панфілова, В.В. Болоховський. *Наукові праці Чорноморського державного університету ім. Петра Могили комплексу «Києво-Могилянська академія». Серія «Екологія».* 2011. Т. 150. Вип. 138. С. 61–63.

22. Панфілова А.В., Гамаюнова В.В., Дробітько А.В. Урожайність пшениці озимої залежно від попередника та біодеструктора стерні. *Вісник Полтавської державної аграрної академії.* 2019. № 3. С. 18–25.

23. Панфілова А., Гамаюнова В. Вплив біодеструктора стерні на поживний режим ґрунту. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Серія «Агрономія».* 2019. № 23. С. 229–233.

24. Куліш О. Вплив біодеструктора стерні на врожайність насіння льону олійного в зоні малого Полісся України. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України.* 2014. Вип. 18 (2). С. 169–174.

25. Нагорна Л.В. Ефективність біодеструкторів проти кокомікозу черешні (*Cerasus avium Moench.*). *Садівництво.* 2020. Вип. 75. С. 127–131.

УДК 635.757:631.5(292.485)(477)
DOI https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.119.17

ФОТОСИНТЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ АГРОЦЕНОЗІВ ФЕНХЕЛЮ ЗВИЧАЙНОГО ЗАЛЕЖНО ВІД АГРОТЕХНІЧНИХ ФАКТОРІВ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОГО

Строяновський В.С. *– к.с.-г.н., докторант, доцент кафедри садівництва і виноградарства, землеробства та ґрунтознавства, Подільський державний аграрно-технічний університет*

Стаття присвячена визначенню площі листкового апарату й фотосинтетичного потенціалу агроценозів фенхелю звичайного залежно від агротехнічних факторів при вирощуванні в умовах Лісостепу західного. Площу листкової поверхні визначали за допомогою ліцензійного програмного забезпечення Gust AreaS 2.1, розробленого у ФГОУ ВПО «Самарская ГСХА». Фотосинтетичний потенціал визначали за формулами як показник добутку площі листкової поверхні з тривалістю її ефективної роботи за методикою А.А. Ничипорович, Л.Е. Строганова, С.Н. Чмора, И.П. Власова. У результаті проведених досліджень установлено, що оптимальні параметри асиміляційної поверхні рослин фенхелю звичайного були в межах 31,5–33,3 тис. м^2/га при сівбі за рівня термічного режиму ґрунту 6–8^{0}С на трьох варіантах: ширині міжрядь 15 см, нормі висіву 1,5 і 2 млн сх н/га та ширині міжрядь 45 см і нормі висіву 1 млн сх н/га, а максимальні значення фотосинте-

тичного потенціалу – 1102,5 та 1098,9 тис. м^2×діб/га – отримано на варіантах ширини міжрядь 45 см і норми висіву 1 млн сх н/га і ширини 15 см і норми висіву 2 млн сх н/га. Установлено, що застосування регуляторів росту Вермийодіс для обробки насіння та Гуміфілд для обприскування посівів сприяли отриманню площі листків 30,5 і 30,7 тис. м^2/га й фотосинтетичного потенціалу: 1074,6 і 1067,5 тис. м^2×діб/га. Виявлено вплив строків сівби, ширини міжрядь, норми висіву насіння, регуляторів росту та способів їх застосування на формування площі асиміляційної поверхні й фотосинтетичного потенціалу агроценозів фенхелю звичайного. Оптимальний варіант – сівба в перший строк із шириною міжрядь 45 см, нормою висіву насіння 1 млн сх н/га й обприскування посівів у фазі стеблування регулятором росту Гуміфілд.

Ключові слова: *фенхель звичайний, строк сівби, норма висіву, ширина міжрядь, регулятор росту, площа листків, фотосинтетичний потенціал.*

Stroyanovskyi V.S. Photosynthetic potential of fennel agrocenoses depending on agrotechnical factors under the conditions of the Western Forest-Steppe

The article is devoted to determining the area of the leaf apparatus and photosynthetic potential of fennel agrocenoses depending on agrotechnical factors when grown in the Western Forest-Steppe. The leaf surface area was determined using the licensed software Gust AreaS 2.1, developed in FSEE HPE (Federal State Educational Establishment of Higher Professional Education) "Samara SAU (State Agricultural University)". The photosynthetic potential was determined by the formulas as an indicator of the product of the leaf surface area with the duration of its effective work according to the method of A.A. Nychyporovych, L.E. Stroganova, S.N. Chmora, I.P. Vlasova. As a result of the research it was established that the optimal parameters of the assimilation surface of fennel plants were in the range of 31.5-33.3 thousand m^2 / ha when sowing at the level of soil thermal regime 6-8^{0}C in three variants: row spacing 15 cm, seeding rate 1.5 and 2 million sp.s. / ha and a row spacing of 45 cm, and a seeding rate of 1 million sp.s / ha, and the maximum values of the photosynthetic potential of 1102.5 and 1098.9 thousand m^2 × day / ha were obtained on the variants of a row spacing of 45 cm and the seeding rate 1 million sp.s./ ha and a width of 15 cm and seeding rates of 2 million sp.s./ ha. It was found that the use of growth regulators Vermiyodis for seed treatment and Humifield for crop spraying contributed to obtaining a leaf area of 30.5 and 30.7 thousand m^2 / ha and photosynthetic potential: 1074.6 and 1067.5 thousand m^2 × day / ha. The influence of sowing dates, row spacing, seeding rates, growth regulators and methods of their application on the formation of the assimilation surface area and photosynthetic potential of fennel agrocenoses was revealed. The best variant is sowing in the first sowing period with a row spacing of 45 cm, sowing rate of 1 million sp.s./ ha and spraying of crops in the stem formation phase with the growth regulator Humifield.

Key words: *fennel, sowing period, seeding rate, row spacing, growth regulator, leaf area, photosynthetic potential.*

Постановка проблеми. Фотосинтез, на думку більшості вчених, є найголовніший життєвий процес на Землі. Щоб підвищити продуктивність фотосинтезу, є лише два важелі – екологічний і технологічний. Технологічний регулюється за допомогою оптико-біологічної структури посіву сільськогосподарських культур. Факторами, за допомогою яких створюється оптико-біологічна структура посіву, є ширина міжрядь і кількість рослин на погонний рядок (або норма висіву насіння). Крім цих чинників, опосередковано на продуктивність фотосинтезу можуть впливати строки сівби, оскільки вони визначають період часу, упродовж якого рослини здатні використовувати сонячну радіацію.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У рослин Foeniculum vulgare L. (фенхелю звичайного) листки за формою яйцеподібно-трикутні або видовжено-овальні, голі, багаторазово перисторозсічені на довгі, відстовбурчені, вузькі, лінійно-ниткоподібні або ниткоподібні частки, темно-зелені із сизуватим або голубуватим, як і на стеблі, нальотом, піхвові [1–3]. У межах рослини спостерігається листковий поліморфізм: найбільші та складні листки розташовані в нижній частині стебла, до верхівки стебла вони зменшуються та спрощуються [4; 5]. Оскільки у фенхелю звичайного листків формується значна кількість, але вони розсічені на ниткоподібні частки, їх загальна площа незначна порівняно з іншими менш масивними культурами.

Багато років поспіль у Європі фенхель звичайний уважають однією з основних лікарських рослин. Культурою широкого діапазону використання є фенхель і у світовому масштабі. Сировину фенхелю звичайного використовують у харчовій, фармацевтичній, парфумерно-косметичній, ветеринарній та інших галузях промисловості. Універсальність цієї культури – у використанні практично всіх частин рослини (насіння, стебел, листків, коренів). Основними похідними є ефірна та жирна олії, анетол і фенхон [6].

У результаті зростання попиту на сировину фенхелю звичайного виникла потреба розширення традиційних меж вирощування культури та її інтродукції в нових регіонах, у т. ч. й умовах Лісостепу західного.

Постановка завдання. Метою досліджень було визначення площі листкового апарату й фотосинтетичного потенціалу агроценозів фенхелю звичайного залежно від агротехнічних факторів при вирощуванні в умовах Лісостепу західного.

Дослідження виконуються у виробничих умовах ФОП Прудивус С.М. Хмельницької області Кам'янець-Подільського району. Науково-дослідна робота виконується із сортом Мерцишор. Дослід 1 включає фактори: А – строк сівби: І декада квітня (РТР ґрунту 6–8°С), ІІ декада квітня (РТР ґрунту 10–12°С); В – ширина міжрядь: 15, 30, 45 і 60 см; С – норма висіву: 1, 1,5 та 2 млн сх н/га. Дослід 2 включає фактори: А – регулятор росту рослин (Гуміфілд, Вермийодіс, Вітазим); фактор В – спосіб обробки (насіння, посіву). Площа облікової ділянки – 50 м^2. Повторність чотириразова. Спостереження, обліки й аналізи виконували відповідно до загальноприйнятих методик.

Після збирання попередника проводили лущення стерні та глибоку зяблеву оранку – на 27 см. Восени під культуру вносили повне мінеральне добриво з розрахунку $N_{45}P_{60}K_{60}$ під зяблеву оранку, а під час сівби – P_{10}. У період утворення стебел проводили вегетаційні підживлення ($N_{30}P_{30}$). Органічні добрива під культуру не вносили, щоб не знижувати врожайність насіння за рахунок розростання надземної маси.

Виклад основного матеріалу дослідження. У лікарських рослин відмічаються значні коливання масштабів формованої асиміляційної поверхні, яка залежить від генотипу і тривалості його вегетації, від екологічних і гідротермічних чинників, а також від фітоценотичних взаємовідносин. Неодноразово доведено в дослідженнях науковців на різних культурах, що технологічні заходи, зокрема способи сівби, можуть істотно впливати на площу листкового апарату.

За даними В.Я. Хоміної, В.А. Тарасюка, максимальною площею листкової поверхні вирізнялися варіанти широкорядних (на 45 см) посівів розторопші плямистої з нормою висіву 222 тис шт./га, показник становив 56,9 тис. м^2 а. Із застосуванням регулятора росту Агроемістим-екстра при обох строках площа листкової поверхні розторопші плямистої становила 54,7–54,6 тис. м^2/га, тобто з перевищенням контролю на 2,7–3,1 тис. м^2 га [7; 8].

У дослідженнях площа листкового апарату фенхелю звичайного коливалася в межах 26,0–33,3 тис. м^2/га в посівах першого строку сівби та 25,0– 32,6 тис. м^2/га в посівах другого строку (таблиця 1).

Оскільки показник ураховує загальну площу з одиниці площі, то кількість рослин відіграла також вагому роль. Перевищення контролю в розрізі варіантів знаходилося в межах 0,1–6,5 тис. м^2/га. Лише три варіанти з шириною міжрядь 60 см сформували площу асиміляційної поверхні, яка поступалася контролю, а саме на 0,8–1,8 тис. м^2/га. Коефіцієнт варіації свідчить про те, що варіабельність даних по варіантах досліду була на рівні середньої.

Низка досліджень [9; 10] указує на вплив мікроелементів і біологічно активних препаратів на формування площі листкового апарату різних сільськогосподарських культур.

Таблиця 1

Площа асиміляційної поверхні фенхелю звичайного залежно від досліджуваних чинників, тис. м²/га (середнє за 2015–2020 рр.)

Ширина міжрядь, см (В)	Норма висіву насіння, млн сх н/га (С)	Строк сівби			
		І-й строк сівби (РТР ґрунту 6–8⁰С)(А)		ІІ-й строк сівби (РТР ґрунту 10–12⁰С)(А)	
		фактична	± до контролю	фактична	± до контролю
15	1	27,3	0,5	26,6	0,2
	1,5	32,2	5,4	31,6	4,8
	2	33,3	6,5	32,6	5,8
30	1	30,4	3,6	29,1	2,3
	1,5	29,4	2,6	28,0	1,2
	2	28,8	2,0	27,2	0,4
45	1	31,5	4,7	29,3	2,5
	1,5	30,5	3,7	28,2	1,4
	2	29,7	2,9	27,4	0,6
60	1	27,8	1,0	26,9	0,1
	1,5 (К)	26,8	-	25,9	-0,9
	2	26,0	-0,8	25,0	-1,8
V, %		*9,8*			

Нами вивчалися способи застосування регуляторів росту рослин і визначався їх вплив на формування листкового апарату фенхелю звичайного. Таким чином, регулятори росту рослин певною мірою впливали на підвищення продуктивності фотосинтезу в посівах фенхелю звичайного, зокрема підвищення площі листкового апарату. Отже, обліки показали, що показник підвищувався при обробці насіння на 1,3–2,7 тис. м²/га, а при обприскуванні вегетуючих рослин – на 1,5–2,9 тис. м²/га (рис. 1).

Оптимальні значення площі листкової поверхні фенхелю звичайного отримано на варіантах обробки насіння препаратом Вермийодіс та обприскування посівів регулятором Гуміфілд, значення становили відповідно: 30,5 і 30,7 тис. м²/га. Варто відмітити, що площа листкового апарату збільшувалася до фази цвітіння рослин фенхелю, де досягала свого оптимуму, а потім зменшувалася, оскільки під час формування насіння відбувається перерозподіл пластичних речовин між вегетативними та генеративними органами рослини. У цей період відбувається реутилізація поживних речовин, що містяться в нижніх листках для формування насіння.

Для рослинницької науки динаміка формування фотосинтетичного потенціалу однієї рослини в загальному посіві становить певний інтерес, так як посів може складатися з різної кількості рослин, що мають різну площу листків. Це дасть змогу оцінити оптико-біологічну структуру агроценозу рослин. Тому всі заходи

мають бути спрямовані на те, щоб досягти оптимального фотосинтетичного потенціалу індивідуальної рослини та посіву загалом.

Потрібно зазначити, що фотосинтетична діяльність посівів є домінуючою в перший період формування врожаю. Коли рослини входять у період активного росту репродуктивних органів (квіток, плодів і насіння), роль фотосинтезу поступово зменшується й більш важливими стають процеси, що пов'язані з перерозподілом пластичних речовин між окремими органами рослин.

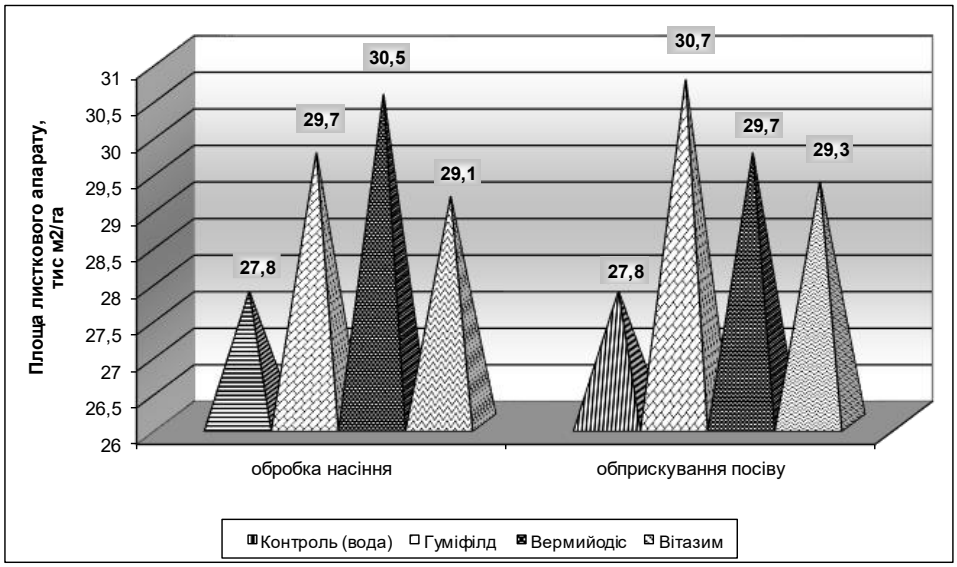


Рис. 1. Площа асиміляційної поверхні листків фенхелю звичайного залежно від способів застосування регуляторів росту рослин, тис. м²/га (середнє за 2016–2020 рр.)

Фотосинтетична діяльність залежить насамперед від площі листкового апарату рослин, що збільшуються в розмірах до генеративного періоду рослин.

Фотосинтетичний потенціал посівів фенхелю звичайного залежав від ширини міжрядь, норми висіву і строку сівби. Усі варіанти другого строку сівби за цим показником поступалися першому. Щодо впливу ширини міжрядь і норми висіву, то максимальні значення 1102,5 та 1098,9 тис. м²×діб/га отримано на варіантах ширини міжрядь 45 см і норми висіву 1 мільйон схожих насінин на гектар і ширини 15 см і норми висіву 2 млн сх н/га, значення перевищували контроль, відповідно, на 164,3 та 160,7 млн сх н/га (таблиця 2).

Оскільки фотосинтетичний потенціал посіву – це показник добутку площі листкової поверхні з тривалістю її ефективної роботи, то на варіантах, де відмічено максимальну площу асиміляційної поверхні та найбільшу тривалість міжфазного періоду стеблування-цвітіння, отримано оптимальні значення фотосинтетичного потенціалу посіву. Отже, при обприскуванні посіву регулятором росту Гуміфілд та обробці насіння препаратом Вермийодіс отримано найвищі показники, а саме: 1074,6 та 1067,5 тис. м²×діб/га відповідно (таблиця 3).

Висновки і пропозиції. У результаті проведених обліків і спостережень установлено, що оптимальні параметри асиміляційної поверхні – у межах

31,5–33,3 тис. м^2/га – відмічено при сівбі за рівня термічного режиму ґрунту 6–8^{0}С на трьох варіантах: ширині міжрядь 15 см, нормі висіву 1,5 і 2 млн сх н/га та ширині міжрядь 45 см і нормі висіву 1 млн сх н/га. Застосування регуляторів росту Вермийодіс для обробки насіння та Гуміфілд для обприскування посівів сприяли отриманню показника 30,5 та 30,7 тис м^2/га, що перевищує варіант без обробки на 2,7 та 2,9 тис. м^2/га відповідно.

Таблиця 2

Фотосинтетичний потенціал рослин фенхелю звичайного залежно від досліджуваних чинників, тис. м^2×діб/га (середнє за 2015–2020 рр.)

Ширина міжрядь, см (В)	Норма висіву насіння, млн сх н/га (С)	Строк сівби			
		І-й строк сівби (РТР ґрунту 6–8^{0}С) (А)		ІІ-й строк сівби (РТР ґрунту 10–12^{0}С)(А)	
		фактично	± до контролю	фактично	± до контролю
15	1	900,9	-37,3	877,8	-60,4
	1,5	1062,6	124,4	1042,8	104,6
	2	1098,9	160,7	1075,8	137,6
30	1	1003,2	65,0	960,3	22,1
	1,5	970,2	32	924,1	-14,1
	2	950,4	12,2	897,6	-40,6
45	1	1102,5	164,3	1025,5	87,3
	1,5	1067,5	129,3	987,0	48,8
	2	1039,7	101,5	959,1	20,9
60	1	973,1	34,9	941,5	3,3
	1,5 (К)	938,2	-	906,5	-31,7
	2	910,2	-28	875,2	-63
V, %		*9,68*			

Таблиця 3

Фотосинтетичний потенціал рослин фенхелю звичайного залежно від способів застосування регуляторів росту, тис. м^2×діб/га (середнє за 2016–2020 рр.)

Регулятор росту (А)	Спосіб обробки (В)	Показник	
		фактично	± до контролю
Без регулятора (контроль)	насіння	973,4	-
	посіву	973,4	-
Гуміфілд	насіння	1039,5	66,1
	посіву	1074,6	101,2
Вермийодіс	насіння	1067,5	94,1
	посіву	1039,5	66,1
Вітазим	насіння	1018,4	45,0
	посіву	1025,3	51,9
V, %		*3,67*	

Максимальні значення фотосинтетичного потенціалу 1102,5 та 1098,9 тис. м^2×діб/га отримано на варіантах ширини міжрядь 45 см і норми висіву 1 мільйон схожих насінин на гектар і ширини 15 см і норми висіву 2 млн сх н/га,

значення перевищували контроль, відповідно, на 164,3 та 160,7 млн сх н/га. При застосуванні регуляторів росту кращими виявилися варіанти: обприскування посіву регулятором росту Гуміфілд та обробка насіння препаратом з фотосинтетичним потенціалом, відповідно, 1074,6 та 1067,5 тис. м^2×діб/га.

Подальші дослідження в перспективі включатимуть установлення залежності росту, розвитку та продуктивності рослин фенхелю звичайного від року вегетації рослин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Атлас лекарственных растений России / под ред. В.А. Быкова. Москва, 2006. С. 302–304.
2. Лекарственные растения: Самая полная энциклопедия / А.Ф. Лебеда, Н.И. Джуренко, А.П. Исайкина, В.Г. Собко. Москва : АСТ-ПРЕСС КНИГА, 2006. 766–767.
3. Эфиромасличные и лекарственные растения : учебное пособие / В.А. Ушкаренко, М.И. Федорчук, В.Д. Работягов, В.Г. Федорчук. Херсон : Айлант, 2004. С. 118–119.
4. Николаев Е.В., Назаренко Л.Г., Мельников М.М. Крымское полеводство : справочное пособие. Симферополь : Таврида, 1998. С. 254–259.
5. Жарінов В.І., Остапенко А.І. Вирощування лікарських, ефіроолійних, пряносмакових рослин. Київ : Вища школа, 1994. С. 126–128.
6. Фролова Н.Е., Українець А.І. Переробка ефірних олій для отримання натуральних харчових ароматизаторів. *Наука та інновації.* 2010. Т. 6. № 2. С. 36–40.
7. Хоміна В.Я., Тарасюк В.А. Агроекологічні аспекти вирощування розторопші плямистої в умовах Лісостепу Західного. *Сучасні проблеми збалансованого природокористування :* збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету. Кам'янець-Подільський, 2012. С. 269–272.
8. Хоміна В.Я. Показники фотосинтетичного потенціалу агроценозів розторопші плямистої залежно від впливу окремих агротехнічних заходів. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Суми, 2014. Вип. 3 (27). С. 119–123.
9. Дорошенко О.Л. Вплив мікроелементів на динаміку наростання площі листкового апарату. *Таврійський науковий вісник*. Вип. 80. Ч. 2. С. 164–168.
10. Пастух О.Д., Хоміна В.Я. Формування урожайності круп'яних культур залежно від застосування мікробіологічних препаратів в умовах Лісостепу західного. *Таврійський науковий вісник.* 2015. № 94. С. 48–53.

УДК 633.11«324»:631.5
DOI https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.119.18

ВПЛИВ ЕКОБІОЛОГІЧНИХ ЗАХОДІВ ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ РОСТУ В АГРОФІТОЦЕНОЗАХ ГОРОХУ НА УРАЖЕНІСТЬ АСКОХІТОЗОМ В УМОВАХ ПІВНІЧНОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Черних С.А. *– к.с.-г.н., доцент кафедри агрохімії,*
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Лемішко С.М. *– старший викладач кафедри агрохімії,*
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

У статті наведено результати досліджень щодо вивчення застосування препаратів на посівах гороху, які мають на меті повну реалізацію його біологічного потенціалу за рахунок покращення мінерального живлення й обмеження ураження аскохітозом. Вивчено технологію вирощування гороху з використанням добрив і сучасних засобів захисту рослин.

Висвітлено схильність гороху в процесі вегетації до ураження різними грибковими захворюваннями. З'ясовано, що з метою порушення процесу синтезу в клітинах збудників необхідним заходом є проведення обробки рослини фунгіцидними препаратами, що володіють захисною дією проти патогенів, здатні зупинити їх розвиток.

За результатами проведених досліджень у посівах гороху в умовах Північного Степу встановлена ефективність застосованих варіантів обробки насіння й обприскування посівів як на природному, так і на штучному інфекційному фоні біопрепаратами, стимуляторами росту та фунгіцидами.

Наведено продуктивність рослин середньораннього листочкового сорту гороху Харківський янтарний залежно від варіантів обробки насіння й обприскування посівів засобами захисту рослин біологічного та хімічного походження на природному і штучному інфекційному фоні.

Висвітлено особливості впливу застосування біопрепаратів, фунгіцидних препаратів і стимуляторів росту на показники врожайності гороху й ураженість аскохітозом в умовах Північного Степу. Виявлено, що ці препарати забезпечують підвищення елементів продуктивності (зростання кількості бобів із рослини, кількості зерен у бобі, маси зерна з рослини, маса 1000 зерен) як на природному, так і на штучному інфекційному фоні.

Результатами проведених досліджень за допомогою біометричних методів установлено, що відбувається стимулювання ростових процесів як із початкових стадій росту, так і до завершення вегетаційного періоду завдяки створенню кращих умов формування рослинами гороху площі листкової поверхні внаслідок поліпшення умов живлення та розвитку. Усі вивчені препарати на фоні мінерального живлення, природному та штучному інфекційному фоні сприяли збільшенню маси зерна з рослини, маси 1000 зерен і врожайності зерна.

Ключові слова: *горох, біологічні препарати, стимулятори росту, мінеральне живлення, ураженість, аскохітоз, урожайність.*

Chernykh S.A., Lemishko S.M. The influence of ecobiological measures of the application of growth protection products in pea agrophytocenoses on ascochytosis infection under the conditions of the North-Eastern Steppe

The article presents the results of studying the use of drugs in pea crops, which aim to fully realize its biological potential by improving mineral nutrition and limiting ascochytosis. The technology of growing peas with the use of fertilizers and modern plant protection products has been studied.

The tendency of peas during the growing season to be affected by various fungal diseases is highlighted. It turns out that in order to disrupt the synthesis process in pathogen cells, a necessary measure is to treat the plant with fungicides that have a protective effect against pathogens that can stop their development. Peas are affected by ascochitosis, the impact of which is observed in crop losses due to seedling loss, reduced growth and development of plants, premature drying and leaf fall, reduced seed quality.

The results of research in pea crops in the Northern Steppe prove the effectiveness of the applied options for seed treatment and spraying of crops with biological products, growth stimulants and fungicides against both natural and artificial infectious background.

The productivity of plants of middle-early leafy pea variety Kharkiv yantarnyi depending on the options of seed treatment and spraying of crops with plant protection products of biological and chemical origin against natural and artificial infectious backgrounds is studied.

The peculiarities of the influence of the use of biologicals, fungicides and growth stimulants on the yield of peas and the incidence of ascochytosis in the Northern Steppe are highlighted. It was found that these drugs increase the elements of productivity (increase in the number of beans from the plant, the number of grains in the bean, the mass of grain from the plant, the weight of 1000 grains) both against natural and artificial infectious background.

The results of research using biometric methods show that there is a stimulation of growth processes both from the initial stages of growth and until the end of the growing season by creating better conditions for pea plants to form a leaf surface area due to improved nutritional and development conditions. All studied preparations against the background of mineral nutrition, natural and artificial infectious background contributed to the increase of grain weight from the plant, weight of 1000 grains and grain yield.

Key words: *pea, biological drugs, growth stimulants, mineral nutrition, affected, ascochytosis, crop capacity.*

Постановка проблеми. При скороченні площ для вирощування гороху в Україні відбуваються негативні зміни як для виробництва рослинного білка, так і в структурі щодо попередників озимих культур. За застосування біопрепаратів, стимуляторів росту, хімічних препаратів створюються умови задля зниження ураженості хворобами, які завжди розглядалися як сильний лімітуючий фактор продуктивності при вирощуванні зернових бобових культур, а також підвищення врожайності та якості сільськогосподарської продукції, що буде найбільш дієвим фактором збільшення валових зборів насіння гороху в сучасних умовах [4, с. 30].

Захворювання гороху аскохітозом, що є найбільш поширеною хворобою гороху (Pisum sativum L.), викликаються двома видами збудників – грибами роду Ascochyta, які мають однаковий температурний оптимум життєдіяльності (18–25°С). Патогенні мікроорганізми, що живуть у польових умовах, можуть знаходитися на одній хворій рослині, мають здатність до виживання в зимовий період у рослинних рештках, можуть заноситися разом із зараженими насінням або переноситися на здорові рослини вітром і дощем [5, с. 35].

Горох уражує темний аскохітоз, за ураження яким утрати врожаю сягають до 60% унаслідок випадання сходів, зниження швидкості росту й розвитку рослин, передчасного засихання й опадання листя, зниженні якості насіння. За сильного ураження хворобою бобів гороху відбувається на 22,4% зменшення утворення насіння, зниження його маси на 42,2%. За ураження блідим аскохітозом відмічається зниження продуктивності рослин гороху, за якого недобір урожаю насіння становить 0,2–0,4 т/га. Обидва види аскохітозу мають кращий розвиток при наявності вологи в літній період (рясних дощів). Однак виникнення хвороби також можливе й за настання посухи, але за меншого рівня шкодочинності.

Уражене аскохітозом насіння гороху втрачає схожість і може призвести до сильного зріджування посівів, збудником темно-плямистого аскохітозу є Mycosphaerella pinodes (Berk. et Blox) Vest., конідіальна стадія Ascochyta pinodes L.K. Jones, блідо-плямистого аскохітозу – Ascochyta pisi Lib. Шкодочинність аскохітозу проявляється в зниженні схожості ураженого насіння (на 10–30%), загниванні кореневої шийки та коренів рослин, зрідженні сходів, затримці розвитку рослин і дозрівання насіння. Ця хвороба гороху призводить також до значних утрат урожаю. За умови сильного ураження втрати урожаю насіння досягають 50–70% [1, с. 27].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Ситуативність у розміщенні культур, посилена розбалансованістю кліматичних елементів, що спостерігається в останні роки, призвела до дестабілізації фітосанітарної ситуації в агроландшафтах України та спричинила непрогнозовані коливання валових зборів продукції рослинництва [3, с. 5]. Значною мірою це зумовлено зниженням частки зернобобових культур, зокрема гороху, у сівозмінах [6, с. 68]. Серед причин, що призводять до зменшення виробництва сільськогосподарської продукції, є суттєве зниження врожайності внаслідок недотримання заходів хімічного захисту рослин [9, с. 88].

За одержаними результатами досліджень при вирощуванні гороху за сучасними технологіями, які мають на меті повну реалізацію його біологічного потенціалу, необхідне врахування метеорологічних умов стосовно кожного регіону, застосування нових видів як пестицидів, мінеральних добрив, так і сортів [12, с. 274]. Але лише за проведення додаткових досліджень з цих питань можливе встановлення найкращих умов вирощування цієї культури із залученням різноманітних добрив, найновіших препаратів захисту рослин за врахування її потреби [10, с. 159].

Однією з головних умов збільшення врожайності сортів гороху є розробка технологій вирощування з використанням добрив і сучасних засобів захисту рослин [11, с. 84].

Основою високоврожайних технологій є вдосконалена система як удобрення посівів гороху, так і його захисту від шкідливих організмів [4, с. 30].

Технології вирощування гороху сьогодні передбачають широке коло застосування великої кількості як добрив, регуляторів росту й біопрепаратів, так і пестицидів, що обмежують негативний вплив на потенціальну продуктивність рослин [8, с. 6], доцільність унесення яких (обробка насіння й рослин) з метою підвищення врожайності зерна підтверджена багатьма дослідниками [11, с. 49].

Постановка завдання. Вивчення особливостей впливу застосування біопрепаратів і стимуляторів росту на показники врожайності гороху й ураженість аскохітозом в умовах Північного Степу.

Дотримання основних технологічних умов при вирощуванні гороху дасть змогу реалізувати високий потенціал нових сортів та отримувати високі і стабільні урожаї та високоякісне насіння [9, с. 6]. Задля задоволення потреб рослин гороху, які є досить вибагливими до умов живлення, і зниження втрат від аскохітозу, однієї з найбільш шкодочинних хвороб в умовах України, застосовували різні варіанти обробки насіння й обприскування посівів гороху [15, с. 76].

Виклад основного матеріалу дослідження. Досягти високого потенціалу врожайності нових сортів гороху можливо лише за максимальної реалізації вирощування за такими технологіями, що включають комплексне застосування факторів інтенсифікації [2, с. 85]. Польові дослідження проводили шляхом висівання об'єкта досліджень гороху сорту Харківський янтарний у ланці сівозміни: горох – пшениця озима – соняшник – у фермерському господарстві «Гривас» П'ятихатського району Дніпропетровської області упродовж 2013–2020 рр. Кліматичні умови були характерними для північного Степу України. Сівба, спостереження за посівами проводилися в експериментальних польових дослідженнях згідно із загальноприйнятими методиками з використанням фітопатологічних і мікологічних методів досліджень [13, с. 17; 14, с. 243]. Під основний обробіток уносилися мінеральні добрива дозою $N_{20}P_{40}$. Видами використаних добрив слугували аміачна селітра та гранульований суперфосфат. Сівба в експериментальних дослідженнях проводилася за настання фізичної стиглості ґрунту з міжряддями 15 см із засто-

суванням сівалки СН-16 в оптимальні строки з нормою висіву насіння 1,5 млн/га. Технологія вирощування гороху в дослідах відповідала загальноприйнятій для зони північного Степу.

За проведення експериментальних досліджень застосовували розміщення дослідних ділянок систематично, повторень – ярусно. Польові спостереження проводили відповідно до розроблених схем дослідів. ґрунт експериментальних ділянок – чорнозем звичайний малогумусний важкосуглинковий. Уміст гумусу в орному шарі ґрунту становить 4,0%. Проводили дослідження як на природному, так і на штучному інфекційному фоні. Інфекційний фон аскохітозу створювали у фазі повних сходів гороху шляхом унесення інфікованих грибом стулок бобів у міжряддя посівів гороху. Посилення інфекційного фону здійснювали у фазу бутонізації гороху шляхом проведення обприскування експериментальних ділянок суспензією спор. Задля цього були використана місцева популяція збудників аскохітозу (*Ascochyta pisi Lib.* та *A. pinodes Jones*), що на живильному середовищі нарощувалися в лабораторних умовах. Для проведення бактеризації насіння застосовували обладнання (ПКС-20 Супер) і препарати згідно зі схемою досліджень (таблиця 1). Матеріалом для досліджень були такі препарати: Реаком-С-боби – комплексне мікродобриво бору, що має біологічно активну та доступну для рослин форму на основі композиційних хелатів металів (Cu, Zn, Mo, Mn, Co); Агат-25К – багатофункціональний біологічний препарат, що має фунгіцидну дію завдяки наявності інактивованих бактерій Pseudomonas aureofaciens H 16 і продуктів їх метаболізму та володіє активністю для регулювання росу рослин; Кристалон – водорозчинне добриво на хелатній основі, склад якого має збалансоване співвідношення як макро-, так і мікроелементів; Актофіт – фітопрепарат, що має природне походження завдяки наявності в складі витяжки ґрунтового гриба Streptomyces Avermitilis; Амістар Екстра 280 SC є комбінованим фунгіцидом системної дії, характеризується відмінною фотостабільністю й має тривалий період захисту від аскохітозу. На 1 т посівного матеріалу гороху було використано 8–10 л води.

У роки проведення досліджень (2013–2020 рр.) погодні умови мали суттєві відмінності за вегетаційні періоди, відрізнялися за середньодобовими температурами та кількістю опадів, які мали вплив на ураженість рослин гороху аскохітозом. При проведенні аналізу показників температури з’ясовано, що середня річна сума температура перевищувала середні багаторічні дані.

За результатами проведених досліджень установлена ефективність застосованих варіантів обробки насіння й обприскування посівів як на природному, так і на штучному інфекційному фоні.

З метою формування високої врожайності гороху необхідним є не тільки надходження поживних речовин до рослин, які обумовлені біологічними властивостями культури, а й використання їх сумісно з продуктами фотосинтезу й симбіотичної азотфіксації специфічною (низькою) реакцією на фактори інтенсифікації.

Задля запобігання ураженню рослин гороху аскохітозом найбільш ефективними є проведення передпосівної обробки насіння фунгіцидними протруйниками, а за проходження вегетаційного періоду найбільш ефективними вважаються фунгіциди на основі діючої речовини азоксистробін разом із ципроконазолом і флутріафолу разом із карбендазимом [11, с. 96].

Продуктивність рослин середньораннього листочкового сорту гороху Харківський янтарний залежно від варіантів обробки насіння й обприскування посівів на природному та штучному інфекційних фонах наведена в таблиці 1.

Таблиця 1

Продуктивність рослин гороху сорту Харківський янтарний залежно від варіантів обробки насіння й обприскування посівів (у середньому за 2013–2020 рр.)

Варіант обробки	На природному інфекційному фоні					На штучному інфекційному фоні				
	маса, г		урожайність зерна, т/га	прибавка урожаю		маса, г		урожайність зерна, т/га	прибавка урожаю	
	зерна з 1 рослини	1000 зерен		т/га	%	зерна з 1 рослини	1000 зерен		т/га	%
Контроль (без обробки)	0,58	203,1	2,85	-	-	0,33	185,5	2,23	-	-
Обробка Амістар Екстра 280 SC (0,75 л/га) у фазі бутонізації	0,72	224,5	3,15	0,3	10,53	0,73	224,9	2,83	0,6	12,69
Інкрустація насіння Реаком-С-боби (4 л/т)	1,0	235,9	3,37	0,52	18,25	0,82	228,3	2,9	0,67	26,91
Інкрустація насіння Реаком-С-боби (4 л/т) + обробка Амістар Екстра 280 SC (0,75 л/га) у фазі бутонізації	1,09	237,8	3,57	0,72	25,26	1,02	235,3	3,09	0,86	38,57
Інокуляція посівного матеріалу Фосформобілізуючими бактеріями (455 мл/т)	0,89	229,9	3,33	0,48	16,84	0,75	225,3	2,86	0,63	12,83
Інокуляція посівного матеріалу Фосформобілізуючими бактеріями (455 мл/т) + обробка Амістар Екстра 280 SC (0,75 л/га) у фазі бутонізації	0,92	232,2	3,48	0,63	22,11	0,81	227,8	3,03	0,8	13,59
Обприскування сумішшю кристалон (1,7 кг/га) +агат-25К (10 г/га) + актофіт (1,33 л/га) вегетуючих рослин у фазі 2–3 листків	0,84	227,4	3,22	0,37	12,98	0,73	223,8	2,73	0,5	12,24
Обприскування сумішшю кристалон (1,7 кг/га) +агат-25К (10 г/га) + актофіт (1,33 л/га) вегетуючих рослин у фазі 2–3 листків + Амістар Екстра 280 SC (0,75 л/га) у фазі бутонізації	0,9	231,4	3,43	0,58	20,35	0,8	227,1	2,97	0,74	13,32
НІР 0,95, т/га			0,12					0,11		

Усі вивчені препарати на фоні мінерального живлення за природного та штучного інфікування рослин гороху аскохітозом сприяли збільшенню маси зерна з рослини, маси 1000 зерен і врожайності зерна (прибавка становила 10,53–38,57%), кращою дією характеризувався варіант за застосування інокуляції посівного матеріалу Фосформобілізуючими бактеріями (455 мл/т), однак найбільш висока дія відмічена на обробці препаратами Реаком-С-боби (4 л/т) та 3-компонентної суміші Кристалон (1,7 кг/га) + Агат-25К (10 г/га) + Актофіт (1,33 л/га). Від їх застосування відмічалося зростання врожайності порівняно з контролем на 12,98–18,25%. За застосування препаратів та обробки препаратом Амістар Екстра 280 SC (0,75 л/га) у фазі бутонізації також спостерігалася загальна закономірність збільшення врожайності на 20,35–25,26%. Ураховуючи, що горох у період росту схильний до ураження різними грибковими захворюваннями та з метою порушення процесу синтезу в клітинах збудників, необхідним заходом є проведення обробки рослини фунгіцидними препаратами, що володіють захисною дією проти патогенів, здатними зупинити їх розвиток. Кращою дією характеризувався варіант за сумісного застосування біологічно-активних препаратів та обробки фунгіцидним препаратом Амістар Екстра 280 SC (0,75 л/га) у фазі бутонізації як на природному, так і на штучному інфекційному фоні. Від їх сумісного застосування відмічалося зниження ураженості рослин гороху аскохітозом на 69,7–89,6%, зростання врожайності на 25,26–38,57%. Різниця щодо проходження й часу настання фенологічних фаз розвитку на посівах для рослин гороху для всіх варіантів обробки препаратами майже не виявлялася. Максимальна прибавка врожаю зерна гороху одержана за рахунок сумісного застосування інкрустації посівного матеріалу препаратом Реаком-С-боби (4 л/т) та обробки препаратом Амістар Екстра 280 SC у фазі бутонізації – 0,72 т/га, або 25,26% (на природному інфекційному фоні), і 0,86 т/га, або 38,57% (на штучному інфекційному фоні). Одержана дещо менша прибавка врожаю зерна гороху від застосування інокуляції насіння Фосформобілізуючими бактеріями й обробки препаратом Амістар Екстра 280 SC у фазі бутонізації – 0,63 т/га, або 22,11% (на природному інфекційному фоні), і 0,8 т/га, або 13,57% (на штучному інфекційному фоні). Максимального зниження ураження рослин гороху аскохітозом досягнуто за сумісного застосування інкрустації посівного матеріалу препаратом Реаком-С-боби (4 л/т) та обробки препаратом Амістар Екстра 280 SC у фазі бутонізації на інфекційних фонах – природному (92,3%) в штучному (93,6%).

Вплив варіантів обробки насіння й обприскування посівів гороху на структуру зернової продуктивності сорту Харківський янтарний на природному та штучному інфекційних фонах приведено в таблиці 2.

Установлено, що за використання вказаних препаратів відбувається збільшення висоти рослин гороху. Так, висота рослин гороху на час збирання урожаю на 2,0 та 3,1 см, або на 6,72 та 11,56% відповідно була вищою за обприскування посівів сумішшю препаратів Кристалон (1,7 кг/га) +Агат-25К (10 г/га) + Актофіт (1,33 л/га) вегетуючих рослин у фазі 2–3 листків + Амістар Екстра 280 SC (0,75 л/га) у фазі бутонізації та сумісного застосування інкрустації посівного матеріалу препаратом Реаком-С-боби (4 л/т) та обробки препаратом Амістар Екстра 280 SC у фазі бутонізації.

Ці препарати забезпечують підвищення елементів продуктивності (зростання кількості бобів із рослини, кількості зерен у бобі, маси зерна з рослини, маси 1000 зерен) як на природному, так і на штучному інфекційному фоні. Результатами проведених досліджень за допомогою біометричних методів установлено, що відбувається стимулювання ростових процесів як із початкових стадій росту,

так і до завершення вегетаційного періоду завдяки створенню кращих умов формування рослинами гороху площі листкової поверхні внаслідок поліпшення умов живлення та розвитку. Варіант із застосуванням обприскування вегетуючих рослин у фазі 2–3 листків сумішшю Кристалону (1,7 кг/га) + Агат-25К (10 г/га) + Актофіту (1,33 л/га) + Амістар Екстра 280 SC(0,75 л/га) у фазі бутонізації поступався попереднім варіантам за зниженням ураженістю аскохітозом на 10,4–30,3% відповідно, перевищував контроль (без застосування обробки препаратами) на 17,7–23,1% на природному та штучному інфекційному фоні.

Таблиця 2

Вплив варіантів обробки насіння й обприскування посівів гороху на структуру зернової продуктивності сорту Харківський янтарний (у середньому за 2013–2020 рр.)

Варіант обробки	На природному інфекційному фоні			На штучному інфекційному фоні		
	висота рослин, см	кількість бобів із рослини, шт.	кількість зерен у бобі, шт.	висота рослин, см	кількість бобів із рос-лини, шт.	кількість зерен у бобі, шт.
Контроль (без обробки)	26,8	1,66	3,72	22,0	1,56	3,60
Обробка Амістар Екстра 280 SC(0,75 л/га) у фазі бутонізації	26,9	1,68	4,13	24,2	1,59	3,88
Інкрустація насіння Реаком-С-боби (4 л/т)	29,7	2,1	4,99	28,4	2,0	4,93
Інкрустація насіння Реаком-С-боби (4 л/т) + обробка Амістар Екстра 280 SC(0,75 л/га) у фазі бутонізації	29,9	2,3	5,05	29,7	2,13	5,0
Інокуляція посівного матеріалу Фосформобілізуючими бактеріями (455 мл/т)	29,0	1,88	4,69	27,5	1,81	4,78
Інокуляція посівного матеріалу Фосформобілізуючими бактеріями (455 мл/т) + обробка Амістар Екстра 280 SC(0,75 л/га) у фазі бутонізації	29,1	1,91	4,74	28,7	1,85	4,85
Обприскування сумішшю кристалон (1,7 кг/га) +агат-25К (10 г/га) + актофіт (1,33 л/га) вегетуючих рослин у фазі 2–3 листків	28,6	1,81	4,23	26,9	1,69	4,1
Обприскування сумішшю кристалон (1,7 кг/га) +агат-25К (10 г/га) + актофіт (1,33 л/га) вегетуючих рослин у фазі 2–3 листків + обробка Амістар Екстра 280 SC(0,75 л/га) у фазі бутонізації	28,8	1,82	4,27	27,4	1,74	4,18

Висновки і пропозиції. Проведені дослідження відображають значну актуальність проблеми застосування біологізації в технології вирощування гороху в посушливих умовах Північного Степу України та зниження втрат урожаю за рахунок ушкодження рослин аскохітозом.

Максимальної ефективності за показниками структури зернової продуктивності й найвищого приросту врожайності зерна досягнуто за рахунок сумісного застосування інкрустації насіння препаратами Реаком-С-боби (нормою витрати 4 л/т) та обробкою Амістар Екстра 280 SC (з нормою витрати 0,75 л/га) у фазі бутонізації. Обприскування вегетуючих рослин у фазі 2–3 листків сумішшю кристалон (1,7 кг/га) +агат-25К (10 г/га) + актофіт (1,33 л/га) та обробки у фазі бутонізації Амістар Екстра 280 SC(0,75 л/га) було менш ефективним заходом. Тому розробка вдосконаленої технології вирощування гороху та її впровадження в сільськогосподарську практику є однією з головних умов задля збільшення валових зборів і виробництва гороху в умовах Північного Степу України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Рябуха С.С., Посилаєва Г.А., Потьомкіна Л.М. Створення вихідного матеріалу гороху стійкого до фузаріозу і темноплямистого аскохітозу в умовах східного Лісостепу України. *Вісник Сумського НАУ*. 2005. № 12 (11). С. 26–28.
2. Лемішко С.М. Ефективність використання біопрепаратів та стимуляторів росту у посівах гороху в умовах Північного Степу України. *Зернові культури*. 2018. Т. 2 (1). С. 82–87.
3. Петриченко В.Ф., Камінський В.Ф., Патика В.П. Бобові культури і сталий розвиток агроекосистем. *Корми і кормовиробництво*. 2003. Вип. 51. С. 3–6.
4. Камінський В.Ф. Комплексна дія факторів інтенсифікації на врожайність гороху. *Вісник аграрної науки.* 2006. № 8. С. 28–32.
5. Лихочвор В.В. Особливості вирощування гороху. *Пропозиція*. 2004. № 4. С. 34–35.
6. Жуйков О.Г., Лагутенко К.В. Горох посівний в Україні – стан, проблеми, перспективи (оглядова). *Таврійський науковий вісник.* 2016. № 98. С. 65–71.
7. Андрушко М.О., Лихочвор В.В., Андрушко О.М. Вирощування гороху (Pisum sativum) – шлях до екологічних інновацій. *Перспективи екоінноваційного розвитку сільськогосподарського виробництв* : матеріали І Міжнар. наук.-практ. конф., 22 черв. 2020 р. Полтава : РВВ ПДАА, 2020. С. 10–13.
8. Березовська-Бригас В.В. Технологія застосування біопрепаратів проти фітофагів та збудників хвороб на посівах гороху. *Карантин і захист рослин*. 2018. № 1–2. С. 5–8.
9. Іщенко В.І. Елементи технології – резерв підвищення урожайності гороху в Степу. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2013. № 18. С. 85–92.
10. Плотніков В.В., Гильчук В.Г., Гуменний М.Б. Урожайність та якість зерна гороху при комплексному застосуванні системи агрохімікатів в сучасних конкурентоспроможних технологіях його вирощування. *Корми і кормовиробництво*. 2008. Вип. 62. С. 155–163.
11. Зернобобові культури: сучасні технології вирощування / за ред. А.В. Черенкова. Дніпропетровськ : Акцент ПП, 2014.110 с.
12. Імунітет рослин : навчальний посібник / М.Д. Євтушенко, М.П. Лісовий, В.К. Пантелєєв, О.М. Слюсаренко. 2-ге вид., переробл. і допов. Київ, 2004. 303 с.
13. Методические указания по изучению устойчивости гороха к аскохитозу / сост. А.М. Овчинникова, Р.М. Андрюхина. Орел : ВНИИ зернобобовых и крупяных культур, 1980. 28 с.
14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учебное пособие. 5-е изд., перераб. и доп. Москва : Агропромиздат, 1985. 351 с.
15. Lemishko S.M. The impact of growth regulators, biological and micro-fertilizers on the processes of pea plant development in the northern steppe of Ukraine. *International symposium. Edition Agricultural and mechanical engineering*. 2020. Vol. P. 74–77.

УДК 633.852.52:631.52484:631.53.027:631.811.98
DOI https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.119.19

ВПЛИВ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ СТИМУЛЯТОРОМ РОСТУ «1R SEED TREATMENT» НА ПРОДУКТИВНІСТЬ АРАХІСУ *(ARACHIS HYPOGAEA L.)*

Юрченко С.О. *– к.с.-г.н., доцент кафедри селекції, насінництва і генетики,*
Полтавська державна аграрна академія
Баган А.В. *– к.с.-г.н., доцент кафедри селекції, насінництва і генетики,*
Полтавська державна аграрна академія
Шакалій С.М. *– к.с.-г.н., старший викладач кафедри рослинництва,*
Полтавська державна аграрна академія

Сьогодні спостерігається збільшення посівних площ арахісу культурного, що відноситься до малопоширених культур в Україні. Розширення зони вирощування арахісу потребує постійного вдосконалення технології вирощування, що забезпечить отримання високої врожайності, поліпшення якості олії й переробки рослинної сировини, а також безпеку для здоров'я. У сільськогосподарській практиці великого значення набуває застосування стимуляторів росту природнього походження для передпосівної підготовки насіння, вивчення ефективності яких є актуальним.

Метою досліджень було встановлення впливу природнього препарату, створеного на основі леопардиту, на формування продуктивності сортів арахісу. Польові дослідження передбачали виконання двофакторного досліду. Дію препарату '1R Seed Treatment' вивчали на зразках насіння сортів арахісу Валенсія українська, Степняк, Краснодарець 14, Вірджинія. До складу препарату входить 10% гумінових кислот, 3% фульвової кислоти й 1% ульмінової кислоти. Схема польового досліду включала варіанти: контроль (без обробки), обробка препаратом '1R Seed treatment'. Проведена оцінка індивідуальної продуктивності сортів за основними її елементами: висота рослин, кількість бобів і насінин із однієї рослини, маса насіння з однієї рослини, кількість насінин у бобі, маса 1000 насінин.

На основі встановлених закономірностей формування врожайності виявлено кращий варіант із застосуванням досліджуваного препарату. Визначено реакцію досліджуваних сортів арахісу на передпосівну обробку посівного матеріалу стимулятором росту '1R Seed treatment'. Установлено вплив препарату на формування окремих елементів продуктивності сортів арахісу. Для збільшення врожайності арахісу рекомендовано застосовувати передпосівну обробку посівного матеріалу препаратом '1R Seed treatment' компанії 'Soil Biotics'.

Ключові слова: *арахіс, стимулятор росту, сорт, елементи продуктивності, урожайність.*

Yurchenko S.O., Bahan A.V., Shakaliy S.M. The influence of seed treatment with '1R Seed treatment' on the productivity of peanuts (Arachis Hypogaea L.)

To date, there is an increase in sown areas of peanuts, which belongs to the less common crops in Ukraine. The expansion of the peanut cultivation zone requires constant improvement of the cultivation technology, which will ensure high yields, improve the quality of oil and processing of vegetable raw materials, as well as health safety. In agricultural practice, the use of growth stimulants of natural origin for pre-sowing seed preparation is of great importance, the study of the effectiveness of which is relevant.

The aim of our research was to establish the effect of a natural preparation created on the basis of leopardite on the formation of the productivity of peanut varieties. Field studies involved a two-factor experiment. The effect of the drug '1R Seed Treatment' was studied on seed samples of peanut varieties Valencia Ukrainian, Stepnyak, Krasnodarets 14, Virginia. The drug contains 10% humic acids, 3% fulvic acid and 1% ulminic acid. The scheme of the field experiment included options: control (without treatment), treatment with the drug '1R Seed treatment'. The assessment of individual productivity of varieties by its main elements: plant height, number of beans and seeds from one plant, seed weight from one plant, number of seeds in beans, weight of 1000 seeds.

Based on the established patterns of yield formation, the best option with the use of the studied drug was identified. The reaction of the studied peanut cultivars to the pre-sowing treatment

of the seed material with the growth stimulator '1R Seed treatment' was determined. The influence of the drug on the formation of individual elements of productivity of peanut varieties has been established. To increase the yield of peanuts, it is recommended to use pre-sowing treatment of seed with the drug '1R Seed treatment' produced by 'Soil Biotics'.

Key words: *peanut, growth stimulator, variety, elements of productivity, yielding capacity.*

Постановка проблеми. Бобові культури – це один із головних харчових і кормових ресурсів і невід'ємний складник сівозміни. За останні десятиліття у вітчизняному рослинництві у видовому складі сегменту бобових відбуваються постійні зміни. Причиною цього є зміни клімату, за яких деякі культури втрачають своє значення в агровиробництві, а деякі, навпаки, ті, що раніше не вирощувалися, поступово набирають поширення [1, с. 10]. Сьогодні відмічено збільшення посівних площ арахісу культурного, що відноситься до малопоширених культур в Україні. Зерна арахісу використовують у кондитерській, консервній, олійно-жировій промисловості, а стебла й листки є хорошим кормом для великої рогатої худоби [2, с. 150].

Розширення зони вирощування арахісу потребує постійного вдосконалення технології вирощування, що забезпечить отримання високої врожайності, поліпшення якості олії й переробки рослинної сировини, а також безпеку для здоров'я людини (відсутність токсинів та алергенності) [3, с. 83]. Одним із головних складників технології вирощування сільськогосподарських культур є допосівна й передпосівна обробки насіння, які проводяться з різною метою: для захисту насіння від хвороб і шкідників, стимулювання проростання й початкового росту рослин, забезпечення їх мікроорганізмами, для покращення умов росту й розвитку.

У сільськогосподарській практиці великого значення набуває застосування стимуляторів росту нового покоління, що мають природнє походження. Вони спроможні підвищити стійкість рослин до різних несприятливих чинників (зниження температури, посухи, дії гербіцидів), відновлювати родючість ґрунту, підвищувати урожайність і поліпшувати харчову цінність продукції та її екологічну безпечність, знижувати затрати виробництва.

Тому дослідження, спрямовані на вивчення впливу гумінових стимуляторів росту на формування урожайності сортів арахісу, мають вагоме значення в удосконаленні технології вирощування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За літературними даними варто відмітити, що врожайність арахісу значна варіює залежно від ґрунтово-кліматичних умов країни. Зокрема, в Азії рівень урожайності становить 1,5 т/га, а в Індії та Китаї – до 3 т/га. Найнижча врожайність відмічена в Африці, яка в середньому становила 1 т/га. За даними ФАО, спостерігається значне зростання врожайності арахісу, яка становить до 4,5 т/га – у США, Ірані, Туреччині; до 3,7т/га – у Китаї, 1,7 т/га – в Індії [4, с. 541]. Варто відмітити, що найвищі врожаї арахісу отримують в Ізраїлі, тобто на рівні 5,1–5,9 т/га. Щодо вирощування арахісу в європейських країнах, то врожайність дещо нижча, зокрема в Іспанії – 2,6 т/га, у Болгарії – 1,7 т/га [5, с. 820].

Арахіс на Україні вирощується у фермерських господарствах і забезпечує урожай до 3 т/га за умов зрошення. Більше ніж 70% площ обробітку арахісу знаходяться в регіонах, схильних до посухи, яка є основним виробничим обмеженням. Ранні посухи в середині й у кінці сезону сильно впливають на врожайність, але найбільш критичною посуха спостерігається в кінці сезону. Тому ранньостиглість дає змогу уникнути стресових ситуацій, викликаних посухою [6, с. 78].

Застосування гумінових речовин як стимуляторів росту при вирощуванні сільськогосподарських культур в Україні набуває широкого розповсюдження. Проведено низку досліджень, що підтверджують їх ефективність, особливо при

комплексному застосуванні з хімічними засобами захисту та добривами. Зважаючи на високу ефективність органічних добрив, варто відмітити, що внесення в ґрунт гумінових активаторів сприяє істотному покращенню його фізико-хімічних властивостей [7, с. 16].

Варто відзначити позитивні результати досліджень із вивчення впливу гумінових стимуляторів на проростання насіння, що досить важливо за несприятливих умов [8, с. 171; 9 с. 5]. Лабораторні дослідження з новим гуміновим стимулятором росту 'Foliar Concentrate' підтверджують позитивний вплив на процеси проростання насіння бобових культур [10, с. 7]. Установлено позитивний вплив препарату '1R Seed treatment' компанії 'Soil Biotics' (США), який містить гумінові й фульвові кислоти, на формування основних показників посівної якості насіння та скорочення міжфазного періоду посів-сходи, що сприяло оптимізації проходження наступних фенологічних фаз росту й розвитку рослин арахісу [11, с. 169].

Досліджено значне покращення динаміки наростання кореневої маси, процесу формування фотосинтетичного апарату рослин за умов дотримання науково обґрунтованих норм застосування гуматів для передпосівної обробки насіння [12, с. 1744; 13, с. 20]. Підтверджено ефективність гумінових препаратів при позакореневому підживленні рослин, що сприяло адаптації до умов водного й температурного стресу в результаті збільшення провідності продихів і покращення балансу надземної й кореневої частини рослин [14, с. 34].

Для досягнення високої ефективності гуматів і добрив за умов комплексного їх застосування науковці все частіше наголошують на доцільності створення комплексних органічно-мінеральних добрив [15, с. 33; 16, с. 33].

Постановка завдання. Метою досліджень було вивчення впливу органічного стимулятора росту гумінового походження компанії 'Soil Biotics' (США) '1R Seed treatment' на формування врожайності сортів арахісу.

Об’єкт досліджень вивчали за схемою двофакторного досліду: фактор А – сорти арахісу Валенсія українська, Степняк, Краснодарець 14, Вірджинія; фактор В – варіанти обробки насіння: контроль (без обробки), обробка препаратом '1R Seed treatment'.

Передпосівну обробку насіння проводили досліджуваним препаратом '1R Seed treatment' шляхом замочування насіння розчином (5 мл/л) протягом 5 годин, у контрольному варіанті – замочування насіння в чистій воді. Варіанти досліду вивчали за такими показниками: енергія проростання (%), лабораторна схожість (%), польова схожість (%), тривалість періоду сівба-сходи.

Посів арахісу проводили вручну широкорядним способом із міжряддям 70 см, а відстань між рослинами в рядку становила 20 см при прогріванні ґрунту на глибині 10 см до 15 °С. У 2019 році посів проводили 10 травня, а у 2020 році – 20 травня. Глибина заробки насіння становила 8 см, норма висіву – 200 тис. шт./га. Після появи сходів проводили прополювання рослин і між рядами. Через 10 днів після початку масового цвітіння проводили підгортання в рядку кожні 10–12 діб, засипаючи нижню частину рослин вологою рихлою землею разом з квітами, а пагони з листям залишали зверху. Коли рослини починали жовтіти, викопували один із кущів для контролю ступеня зрілості.

Збирання врожаю арахісу проводили вручну при пожовтінні й обпаданні листків, потемніння жилок із внутрішньої сторони бобів з подальшим підсушуванням і зважуванням біомаси та насіння. Облік урожайності проводили суцільним методом, збираючи врожай з усієї ділянки, зважуючи його й перераховуючи на 1 га і 10% вологість [11].

Також була проведена оцінка індивідуальної продуктивності сортів за основними її елементами: висота рослин, кількість бобів і насінин з однієї рослини, маса насіння з однієї рослини, кількість насінин у бобі, маса 1000 насінин.

Отримані дані підлягали статистичній обробці за допомогою програми 'Statistica 6,0' згідно з методикою Б.А. Доспехова [16, с. 67].

Виклад основного матеріалу дослідження. Як із наукової, так із виробничої точок зору дуже важливо знати співвідношення елементів продуктивності сортів арахісу. У зв'язку з цим ми проводили облік основних елементів продуктивності рослин арахісу, результати якого представлені в таблиці 1.

Таблиця 1

Характеристика основних елементів продуктивності сортів арахісу

Елементи продуктивності	2019 р.		2020 р.	
	1*	2*	1*	2*
Валенсія українська				
Довжина стебла, см	28,9	34	20,7	23,7
Кількість бобів на рослині, шт.	25	27	19	22
Кількість насінин на рослині, шт.	42	45	30	39
Вихід насіння, %	78,6	79	79,8	78,5
Кількість насіння в бобі, шт.	1,7	1,7	1,6	1,8
Маса насіння з рослини, шт.	37,2	40,1	25,8	34,32
Маса 1000 насінин, г	886	890	861	880
Вірджинія				
Довжина стебла, см	24,5	26,1	19,3	23,1
Кількість бобів на рослині, шт.	13	15	11	14
Кількість насінин на рослині, шт.	22	24	18	23
Вихід насіння, %	65,3	65,8	64,3	65,2
Кількість насіння в бобі, шт.	1,7	1,6	1,6	1,6
Маса насіння з рослини, шт.	17,2	18,9	13,9	18
Маса 1000 насінин, г	782	786	774	785
Степняк				
Довжина стебла, см	34,5	36,7	24,3	29,4
Кількість бобів на рослині, шт.	17	19	13	15
Кількість насінин на рослині, шт.	28	30	21	23
Вихід насіння, %	75,3	76,4	77,5	78,5
Кількість насіння в бобі, шт.	1,7	1,6	1,6	1,5
Маса насіння з рослини, шт.	21,5	23,2	11,9	21,3
Маса 1000 насінин, г	768	774	756	757
Краснодарець 14				
Довжина стебла, см	33,8	36,1	28,7	32,4
Кількість бобів на рослині, шт.	14	17	10	14
Кількість насінин на рослині, шт.	32	34	22	25,2
Вихід насіння, %	76,7	76,5	75,8	74,3
Кількість насіння в бобі, шт.	2,3	2	2,2	1,8
Маса насіння з рослини, шт.	20,2	21,9	13,7	15,9
Маса 1000 насінин, г	632	644	622	631

1* – контроль; 2* – '1R Seed treatment'.

Відомо, що зменшення висоти квітконосних пагонів указує на зниження кількості гінофор, що формуються нижче середини стебла. Чим вища висота стебла, тим більша кількість гінофор, а також більше формується квіток і, відповідно, вища продуктивність арахісу [17, с. 11].

Висота рослин у ході досліджень коливалася від 19,3 см до 36,1 см залежно від сорту, застосування препарату й погодних умов року. Варто відмітити, що у 2019 році висота рослин по всіх варіантах була більшою, ніж у 2020 році. Це пов'язано з більш сприятливими умовами на початку вегетації.

Найбільш високорослим виявився сорт Краснодарець 14, середня висота рослин якого становила 32,75 см, а низькорослим – Вірджинія (23,2 см).

Вплив препарату '1R Seed treatment' на ростові процеси рослин арахісу підтверджується збільшенням висоти рослин за умов його застосування порівняно з контролем. Так, у 2020 році в сортів Степняк і Вірджинія довжина стебла у варіанті з препаратом була більша на 20% порівняно з контролем, а в сортів Валенсія українська й Краснодарець 14 приріст був дещо менший (14,5% і 12,8% відповідно). Між висотою стебла й урожайністю зерна виявлена пряма позитивна залежність, яка знайдена нами в кореляційно-регресійному аналізі r=0,67.

Плоди арахісу формою нагадують шовкопрядний кокон, що визріває під землею. Усередині бобу сформоване насіння (або горішки) різної форми й забарвлення: світло-рожеві, світло- й темно-червоні, іноді чорно-фіолетові. Тому для споживання зерна в їжу необхідно виймати зерно з бобу. У зв'язку з цим для оцінки сортів важливо знати частку виходу зерна з бобу.

Вагоме значення показника виходу насіння з бобів полягає в тому, що зменшення або підвищення його виходу пов'язане з реальною зміною чистого врожаю, тобто після очищення від бобів.

Як видно з даних таблиці 1, показник виходу насінин із бобів варіював від 64,3% до 79,8%. Найбільший уміст оболонок був у пізньостиглого сорту Вірджинія, який становив 34,8%. Очевидно, подовження періоду вегетації на полі рослини призводить до неоптимальних умов дозрівання й викликає потовщення оболонки бобу, яка захищає зерно від несприятливих умов. Найбільший вихід насіння був відмічений у сорту Валенсія українська і складав у середньому 79%. У сортів Степняк і Краснодарець 14 цей показник був майже на одному рівні й становив, відповідно, 76,8% і 75,8%. Суттєвого впливу препарату '1R Seed treatment' на цей показник не відмічено.

Кількість бобів на рослині арахісу варіювала від 10 шт. до 27 шт. Рівень цього елемента продуктивності залежав від сортових властивостей, умов року вирощування та застосування препарату '1R Seed treatment' для передпосівної обробки насіння.

Найбільшу кількість бобів на рослині мав сорт Валенсія українська (23,2 шт.). На другому місці за цим показником був сорт Степняк (16 шт.). Найменшу кількість бобів на рослині мали сорти Вірджинія (13,6 шт.) і Краснодарець 14 (13,7 шт.). Вплив умов року вирощування на формування бобів на рослині відмічений по всіх сортах. Особливо реагував сорт Валенсія українська, різниця між роками становила 5–6 шт. Застосування препарату '1R Seed treatment' сприяло збільшенню кількості бобів на рослині на 19,3% у середньому по досліду.

Така сама ситуація спостерігалася й у показника кількості насіння на рослині арахісу, що коливалася від 18 до 45 шт. При цьому найбільшу кількість насіння було одержано з рослин сорту Валенсія українська, що в середньому по досліду становила 39 шт., а найменшу – у сорту Вірджинія (22 шт.). За умов застосування

досліджуваного препарату кількість насіння на рослинах сортів арахісу в середньому по досліду збільшилася на 13%.

Кількість насіння в бобі арахісу є сортовою ознакою. Суттєвого впливу досліджуваних факторів нами не виявлено. Найкращим за цим елементом був сорт Краснодарець 14 (2,1 шт.).

Показник маси насіння з рослини характеризує індивідуальну продуктивність рослин арахісу. У дослідженнях він коливався в досить широких межах від 11,9 г до 40,1 г. У 2019 році маса насіння з рослини була суттєво більша, ніж к 2020 році.

За індивідуальною продуктивністю переважав сорт Валенсія українська (34,6 г). У сорту Вірджинія цей показник був на рівні 22,7 г, у сорту Степняк – 19,5 г, а в сорту Краснодарець – 14–17,9 г. Сильний вплив на формування маси насіння з рослини арахісу спостерігався в несприятливому 2020 році та, як результат, приріст маси на 37,1%, порівняно з контролем. У 2019 році приріст був у середньому по досліду на рівні 8,3%.

Маса 1000 насінин є одним із основних показників у рослинництві. Чим більший цей показник, тим краще заповнене поживними речовинами насіння. Установлено, що між масою 1000 насінин і врожайністю існує тісний кореляційний взаємозв’язок (r = 0,790).

Дані таблиці 1 показують, що з випробуваних сортів найвищу масу 1000 насінин мав сорт Валенсія українська (879 г), а найменшу – сорт Краснодарець 14 (632 г). Наші розрахунки показали, що застосування передпосівної обробки насіння препаратом '1R Seed treatment' сприяло збільшенню маси 1000 насінин на 1,3%.

Урожайність є важливим показником для загальної оцінки впливу агротехнічних заходів на ріст і розвиток сільськогосподарських культур. Експериментальні дані, одержані в результаті вивчення впливу препарату '1R Seed treatment' на формування урожайності сортів арахісу, представлені в таблиці 2.

Таблиця 2

Урожайність сортів арахісу залежно від застосування препарату '1R Seed treatment'

Сорт	Варіант	Урожайність, т/га			Відхилення, ±
		2019 р.	2020 р.	середня	
Валенсія українська	1*	2,9	2,34	2,65	-
	2*	3,2	2,56	2,89	0,24
Вірджинія	1*	1,36	1,26	1,31	-
	2*	1,52	1,62	1,57	0,26
Степняк	1*	1,77	1,07	1,42	-
	2*	1,86	1,52	1,69	0,27
Краснодарець 14	1*	1,62	1,23	1,42	-
	2*	1,75	1,43	1,59	0,17
$НІР_{0,05}$=0,24					

1* – контроль; 2* – '1R Seed treatment'.

Рівень урожайності варіював від 1,07 т/га до 2,9 т/га залежно від сортових властивостей, умов року досліджень і застосування препарату '1R Seed treatment' для передпосівної обробки насіння.

У 2019 році, що характеризувався порівняно сприятливими умовами, урожайність коливалася від 1,62 т/га до 3,2 т/га.

За умов $НІР_{0,05}$=0,24 т/га істотний приріст урожайності за рахунок використання препарату відмічений у сорту Валенсія українська на 0,3 т/га, а найменший приріст був у сорту Степняк (на 0,9 т/га).

Погодні умови 2020 року були несприятливими для росту й розвитку рослин арахісу, про що свідчить низька врожайність, яка коливалася від 1,07 до 2,56 т/га. Варто відмітити, що за цих умов спостерігалося суттєве збільшення врожайності за рахунок використання препарату '1R Seed treatment' у сорту Вірджинія на 0,36 т/га, у сорту Степняк – на 0,45 т/га.

За середніми даними по досліду, найбільшу урожайність мав сорт Валенсія українська (2,73 т/га), а найменшу – сорт Вірджинія (1,44 т/га).

Висновки і перспективи. Отже, у ході досліджень установлено позитивний вплив передпосівної обробки насіння досліджуваним препаратом '1R Seed treatment' на формування основних елементів продуктивності сортів арахісу. Дія препарату на ранніх етапах формування репродуктивних органів сприяє створенню досить потужного продуктивного потенціалу навіть за умов недостатньої природної забезпеченості рослин теплом і вологою.

За узагальненими даними нами встановлено суттєве зростання врожайності сортів арахісу в результаті застосування препарату '1R Seed treatment' для передпосівної обробки в сортів Валенсія українська (на 0,24 т/га), Вірджинія (0,26 т/га), Степняк (на 0,27 т/га). Загалом по досліду збільшення врожайності становило 14,9%.

Для підвищення врожайності арахісу рекомендовано застосовувати передпосівну обробку посівного матеріалу препаратом '1R Seed treatment'. Перспективою наступних досліджень є вивчення впливу гумінових препаратів на показники якості насіння сортів арахісу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Писаренко В.М., Писаренко П.В., Писаренко В.В. Напрями адаптування землеробства до змін клімату. *Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти :* збірник тез II Міжнародної науково-практичної конференції, 10–12 квітня 2019 року / ДУ НМЦ «Агроосвіта», Київ-Миколаїв-Херсон, 2019. С. 9–23.

2. Krishna G., Singh B.K., Kim E.K., Morya V.K., Ramteke P.W. Progress in genetic engineering of peanut (Arachis hypogaea L.) – a review. *Plant Biotechnology Journal.* 2015. № 13. P. 147–162.

3. Лимар В.А., Ревуцький А.Ю. Ефективність прийомів догляду за посівами арахісу. *Таврійський науковий вісник*. 2001. Вип. 19. С. 82–86.

4. Gashti A.H., Vishekaei M.N.S., Hosseinzadeh M.H. Effect of potassium and calcium application on yield, yield components and qualitative characteristics of peanut (Arachis hypogaea L.) in Guilan Province. Iran. *World Applied Sciences Journal.* 2012. Vol. 16. № 4. P. 540–546

5. Aminifar J., Nik M.M., Sirousmehr A. Grain yield improvement of groundnut (Arachis hypogaea L.) under drought stress conditions. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences.* 2013. Vol. 6. № 12. P. 819–824.

6. Голоднюк Н.А. Вплив агроекологічних факторів на тривалість міжфазних періодів вегетації арахісу в умовах південного степу України. *Наукові записки НаУКМА*. 2005. Т. 43 : Біологія та екологія. С. 76–79.

7. Tillage and fertilization practices affect soil aggregate stability in a Humic Cambisol of Northwest France / N. Bottinelli, D.A. Angers, V. Hallaire, D. Michot,

C. Le Guillou, D. Cluzeau, D. Heddadj, S. Menasseri-Aubry. *Soil and Tillage Research*. № 170. P. 14–17.

8. Jamal Y., Shafi M., Bakht J. Effect of seed priming on growth and biochemical traits of wheat under saline conditions. *African Journal of Biotechnology.* 2011. № 10 (75). P. 17127–17133.

9. Humic acid protects barley against salinity / M. Jarošová, B. Klejdus, J. Kováčik, P. Babula, J. Hedbavny. *Acta Physiologiae Plantarum*. 2016. № 38 (6).

10. Баган А.В., Юрченко С.О., Шакалій С.М. Формування посівних якостей насіння зернобобових культур залежно від стимулятора росту Foliar Concentrate. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 113. С. 3–9.

11. Юрченко С.О., Баган А.В., Омелич М.В. Формування посівних якостей насіння сортів арахісу залежно від обробки стимулятором росту "1R Seed Treatment". *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 117. С. 164–171.

12. Mackowiak C.L., Grossl P.R., Bugbee B.G. Beneficial Effects of Humic Acid on Mi-cronutrient Availability to Wheat. *Soil Science Society of America Journal.* 2001. № 65 (6). P. 17–44.

13. Маренич М.М., Юрченко С.О. Посівні властивості насіння сільськогосподарських культур залежно від застосування стимуляторів росту. *Вісник Полтавської ДАА*. 2016. № 1-2. С. 18–21.

14. Características agronômicas do trigo em função de Azospirillum brasilense, ácidos húmicos e nitrogênio em casa de vegetação / L.F.O.S. Rodrigues, V.F. Guimarães, M.B. Silva da Pinto Junior A.S., J. Klein, A.C.P.R. da Costa. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambienta.* 2014. № 18 (1). P. 31–37.

15. A Meta-Analysis and Review of Plant-Growth Response to Humic Substances / M.T. Rose, A.F. Patti, K.R. Little, A.L. Brown, W.R. Jackson, T.R. Cavagnaro. *Advances in Agronomy*. 2014. P. 37–89.

16. Маренич М.М. Ефективність способів застосування гумінових стимуляторів в технології вирощування пшениці озимої. *Вісник ПДАА*. 2019. № 3. С. 26−34.

17. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва : Агропромиздат, 1985. 351 с.

18. Акпаров З.И., Мамедов Х.И. Прогностическая модель морфологических признаков для высокоурожайных сортов арахиса. *Современные проблемы науки и образования.* 2009. № 5. С. 9–14.

ТВАРИННИЦТВО, КОРМОВИРОБНИЦТВО, ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ПЕРЕРОБКА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

ANIMAL HUSBANDRY, FEED PRODUCTION, STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCTS

УДК 575.113:63.27.082(477)
DOI https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.119.20

АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ГЕНЕТИЧНОЇ СТРУКТУРИ РІЗНИХ ПОПУЛЯЦІЙ КОРІВ УКРАЇНСЬКОЇ ЧОРНО-РЯБОЇ МОЛОЧНОЇ ПОРОДИ ЗА ПОЛІМОРФІЗМОМ ЛОКУСІВ КІЛЬКІСНИХ ОЗНАК

Альшамайлех Х. *– аспірант кафедри біології тварин,*
Національний університет біоресурсів і природокористування України
Кулібаба Р.О. *– д.с.-г.н., с.н.с., професор кафедри біології тварин,*
Національний університет біоресурсів і природокористування України
Ляшенко Ю.В. *– к.с.-г.н., с.н.с., завідувач лабораторії молекулярно-генетичних і фізіолого-біохімічних досліджень у тваринництві,*
Інститут тваринництва Національної академії аграрних наук України

Проведено порівняльний аналіз генетичної структури двох популяції корів української чорно-рябої молочної породи за різними типами молекулярно-генетичних маркерів – PCR-RFLP (поліморфізм довжини рестрикційних фрагментів) та SSCP (одноланцюговий конформаційний поліморфізм). В обох популяціях тварин досліджено поліморфізм локусів лептину (LEP) та фактора некрозу пухлин альфа (TNF-α). За результатами проведених досліджень з'ясовано, що різні популяції дослідних порід корів характеризуються схожими значеннями частот переважальних алелей за локусами LEP та TNF-α, але різними значеннями частот генотипів та параметрами гетерозиготності. Для обох дослідних популяцій за локусом LEP характерним є превалювання частоти алеля C (0,77 та 0,72); за локусом TNF-α – алеля A (0,58 та 0,56 відповідно). Водночас між двома популяціями для обох локусів виявлені відмінності за як показниками очікуваної, так і фактичної гетерозиготності. Для першої популяції значення показників фактичної та очікуваної гетерозиготності склали 0,27 та 0,35 для LEP; 0,84 та 0,49 для TNF-α. Для другої популяції – 0,44 та 0,40 для LEP; 0,72 та 0,49 для TNF-α. З'ясовано, що варіювання показників генетичної мінливості залежить від маркера, який використовується. У випадку із SSCP значення цього показника суттєво вище порівняно з використанням PCR-RFLP, що пов'язано з показником кількості алелів на локус. За локусом LEP виявлено істотні відмінності у значеннях індексу фіксації Райта (0,23 проти -0,1 відповідно). За локусом TNF-α встановлений значний ексцес гетерозиготних особин в обох популяціях – індекс фіксації Райта складає -0,71 та -0,47 відповідно. В умовах відсутності використання спрямованого добору за генотипом популяції відрізняються одна від одної за окремими локусами внаслідок відмінностей у вихідному племінному матеріалі.

Ключові слова: *велика рогата худоба, популяція, поліморфізм, локус, ген, алель, генетична рівновага, селекція, мінливість.*

Alshamaileh H., Kulibaba R.O., LiashenkoYu.V. Genetic structure features analysis of different populations of Ukrainian Black-Pied cattle breed by QTL polymorphism

A comparative analysis of the genetic structure of two populations of Ukrainian black-pied dairy cows by different types of molecular genetic markers – PCR-RFLP (restriction fragment length polymorphism) and SSCP (singlestrand conformation polymorphism) was conducted. Polymorphism of leptin (LEP) and tumor necrosis factor alpha (TNF-α) loci was studied in both animal populations. Studies showed that different populations of experimental cow breeds were characterized by similar values of predominant alleles frequencies at LEP and TNF-α loci, but different values of genotype frequencies and heterozygosity parameters. Both experimental populations for LEP locus are characterized by a predominance of allele C frequencies (0.77 and 0.72); for TNF-α – a predominance of allele A frequencies (0.58 and 0.56, respectively). At the same time, the differences between two populations for both loci were found by values of expected and obtained heterozygosity. For the first population, the values of obtained and expected heterozygosity were 0.27 and 0.35 for LEP; 0.84 and 0.49 for TNF-α. For the second population – 0.44 and 0.40 for LEP; 0.72 and 0.49 for TNF-α, respectively. It was found that the variation of genetic variability depends on the marker used – in the case of SSCP the value of this indicator is significantly higher compared to the use of PCR-RFLP, which is primarily due to the number of alleles per locus. By the LEP locus, there we revealed significant differences in the values of the Wright fixation index (0.23 vs. -0.1, respectively). By the TNF-α locus, a significant excess of heterozygous individuals was found in both populations – the Wright fixation index is -0.71 and -0.47, respectively. In the absence of the use of marker-assisted selection, the populations differ from each other by individual loci due to differences in the original breeding material.

Key words: *cattle, population, polymorphism, locus, gene, allele, genetic equilibrium, selection, variability.*

Постановка проблеми. Підвищення ефективності селекційно-племінної роботи є одним з основних завдань сучасного тваринництва. Наразі використання різних ДНК-технологій (маркер-асоційована селекція, геномна селекція) як безпосередньої складової частини у загальній стратегії селекції, є майже рутинною практикою у загальному масиві досліджень. В Україні, не дивлячись на наявність робіт у галузі дослідження поліморфізму білків сироватки крові, груп крові, а також інших об'єктів (на рівні аналізу фенотипової мінливості), відбувається поступове зосередження уваги на можливості дослідження особливостей генетичної структури (як складника MAS) безпосередньо на рівні ДНК. У контексті вищезазначеної ситуації до перспективних напрямів досліджень належить вивчення поліморфізму різних генів, продукти яких пов'язані з виявом господарсько корисних ознак. До відмінних рис цього підходу належить необхідність дослідження нових об'єктів (генів, мутацій), дані стосовно варіативності яких у різних популяціях тварин на цей час відсутні. Це методичне правило суттєво відрізняє такий підхід від майже нескінченного потоку повторюваних науково-дослідних робіт, зосереджених на аналізі одних і тих же локусів (каппа-казеїн, лактоглобулін тощо) в обмеженій кількості порід і популяцій.

Із цієї точки зору до одних із найбільш цікавих об'єктів, які майже не вивчені в Україні, належить мутація A59V у гені лептину, а також поліморфізм локусу фактора некрозу пухлин альфа.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Лептин (LEP) – пептидний гормон, який синтезується жировою тканиною, бере участь у багатьох фізіологічних функціях організму, насамперед у регуляції жирового та енергетичного обміну, активності імунної і репродуктивної систем [1; 2].

Ген лептину (*LEP*) розташований у четвертій хромосомі ВРХ і містить три екзони (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/gene/280836). У сучасній генетиці тварин (ВРХ) лептин розглядають як ген-кандидат у маркери м'ясних якостей [3; 4]. Однак у деяких публікаціях виявлений асоціативний зв'язок алельних варіантів

гена лептину з показниками чутливості/резистентності до маститу, а також із показниками кількості соматичних клітин у молоці корів різних порід, що робить цей локус перспективним у контексті досліджень, що проводяться [5; 6].

Фактор некрозу пухлин альфа (TNF-α), також відомий як кахексин, – білок, що належить до суперродини цитокінів. Показано зв'язок фактора некрозу пухлин з індукуванням апоптозу в деяких типах клітин [7]. Спектр фізіологічних функцій цього білка досить різноманітний, адже він бере участь у регуляції великої кількості процесів, що відбуваються у клітині, проліферації, диференціюванні, росту та функціонуванні імунної системи [8]. Також відмічена його участь у регуляції репродуктивних функцій у великої рогатої худоби [9].

Ген *TNF-α*у великої рогатої худоби розташований у 23 хромосомі, містить у своєму складі 4 екзони (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/gene/280943). У різних породах великої рогатої худоби різних регіонів світу виявлено численні мутації у функціональних структурних елементах гена. Так, виявлено мутації -824 A/G, -793 C/T у промоторному фрагменті гена в популяціях червоної степної, симентальської та голштинської порід [10].

Виявлено поліморфізм й у інших функціональних фрагментах гена (5′ та 3′ фланкувальних ділянках, екзонних фрагментах тощо) у різних комерційних та нативних породах ВРХ [11; 12]. В останні роки з'явилися повідомлення про зв'язок виявлених алельних варіантів *TNF-α* з факторами чутливості/резистентності до маститів, клітинних реакцій на вірус лейкозу ВРХ, а також із параметром кількості соматичних клітин у молоці [13].

Як правило, за результатами досліджень поліморфізму будь-яких генів у різних популяціях тварин результати інтерпретують у контексті породи як такої. При цьому залишається відкритим питання стосовно впливу різних селекційних програм на генетичний профіль окремих популяцій тварин за конкретними QTL, тобто те, наскільки дані, отримані за результатами аналізу окремої популяції тварин, можна екстраполювати на інші популяції у межах однієї породи. Пошук відповіді на це питання за використання конкретних модельних об'єктів і привів нас до формулювання мети досліджень.

Постановка завдання. Мета роботи – провести порівняльний аналіз генетичної структури двох популяцій корів української чорно-рябої молочної породи за локусами лептину (*LEP*) та фактора некрозу пухлин альфа (*TNF-α*).

Дослідження проведено в лабораторії молекулярно-генетичних і фізіолого-біохімічних досліджень у тваринництві Інституту тваринництва НААН, а також на кафедрі біології тварин Національного університету біоресурсів і природокористування України. Як об'єкт досліджень використовували дві популяції корів української чорно-рябої молочної породи.

Як джерело біологічного матеріалу використовували волосяні цибулини. Для виділення ДНК із проб використовували набір реагентів ДНК-Сорб-В (амплісенс, Російська федерація).

Генотипування особин дослідних популяцій тварин проводили за використання методів PCR-RFLP для *LEP* та PCR-SSCP для *TNF-α*.

Аналіз алельного різноманіття локусу лептину (*LEP*) проводили з визначення HphI-поліморфізму третього екзону гена, викликаного транзицією C/T, що призводить до заміни аланіну на валін (мутація A59V) у відповідному білку. Для ампліфікації екзонної частини LEP використовували праймери GGGAAGGGCAGAAAGATAG та TGGCAGACTGTTGAGGATC [14]. Температура відпалу праймерів становила 56°C. Розмір ампліфікованого фрагмента –

331 п.н. Після проведення ампліфікації проводили рестрикцію за використання ендонуклеази HphI відповідно до протоколу виробника (Thermo Scientific). HphI-поліморфізм досліджуваного локусу призводить до утворення одного сайту рестрикції, який виникає в результаті транзиції C/T, що призводить до виникнення рестрикційних фрагментів довжиною 311 і 20 п.н. Електрофорез продуктів ампліфікації проводили у 1,5%-ому агарозному гелі, візуалізацію проб – в ультрафіолетовому спектрі за використання етидіуму броміду.

Поліморфізм гену *TNF-α* визначали за використання методу PCR-SSCP. Ампліфікацію проводили з використанням праймерів TACTGCTTCCATCCCTTGAC та GAGAAGACAAGACCCATCAG [15]. Ампліфікована ділянка гена містить частину інтрону 1, екзон 2 та частку інтрону 2. Температура відпалу праймерів – 55°C. Розмір ампліфікованого фрагменту – 239 п.н. Електрофорез продуктів ампліфікації проводили за методикою SSCP: 12% нативний ПААГ (акриламід/бісакриламід – 100:1) з вмістом гліцерину 5% та 0,5×TBE. Денатурацію проб перед унесенням проводили за 95°C упродовж 5 хв. за співвідношення проба/формамід – 1:5; електрофорез проводили за температури 10°C за напруги 180–200 V упродовж 16–18 годин у0,5×TBE [16]. Візуалізацію фрагментів ДНК у гелі проводили за використання етидіуму броміду в ультрафіолетовому спектрі та з фарбуванням сріблом.

За результатами досліджень визначали загальні генетико-популяційні параметри: фактичний і теоретичний розподіл генотипів, частоти генотипів і алелів, відповідність стану генетичної рівноваги за Харді-Вайнбергом тодом χ^2, ступінь гетерозиготності популяцій, індекс фіксації Райта. Розрахунки проведено з використанням програми Popgen32 (https://sites.ualberta.ca/~fyeh/popgene_download.html).

Виклад основного матеріалу дослідження. Із метою проведення порівняльного аналізу генетичної структури різних популяцій (Pop 1 та Pop 2) української чорно-рябої молочної породи використовували різні господарства Харківської області. Результати з типування за першої популяції (Pop 1) використовували з роботи [17].

За результатами досліджень установлено поліморфізм за обома локусами в дослідній популяції тварин.

За локусом LEP у популяції виявлено всі можливі варіанти генотипів (CC, CT і TT). Установлені патерни рестрикції повністю збігаються з очікуваними.

Дані з особливостей генетичної структури двох популяцій корів української чорно-рябої молочної породи наведено на рис. 1.

У випадку, що розглядається, слід зазначити, що для першої популяції (Pop 1) виявлено порушення стану генетичної рівноваги за Харді-Вайнбергом (Hardy-Weinberg Equilibrium, HWE) (χ^2 = 4,97), тоді як для другої популяції (Pop 2) відмінностей від рівноважного стану не визначено (χ^2 = 0,84). Ситуація, яку ми спостерігаємо, зумовлена відсутністю панміксії в дослідних популяціях (Pop 2), яка є основою підтримання HWE. Незважаючи на відсутність спрямованої селекції за досліджуваним локусом, використовувані в господарствах схеми селекційно-племінної роботи з обмеженою кількістю плідників значно впливають на розподіл частот алелів і генотипів у невеликих за розміром штучних популяціях.

Як ми бачимо на наведеній діаграмі, кількість гетерозиготних особин у другій популяції майже сягає половини вибірки, тоді як у першій популяції – лише однієї четвертої її частини. Незважаючи на такий розподіл частот генотипів, час-

тоти алелів у різних популяціях різняться менш виражено. Для обох популяцій характерним є суттєве перевищення частоти трапляємості алелю С, що підтверджує дані інших авторів стосовно підвищеної частоти трапляємості цього алелю у популяціях та породах корів молочного напряму продуктивності. Різниця у значеннях параметрів фактичної та очікуваної гетерозиготності призвела до істотних відмінностей у значеннях коефіцієнта інбридингу – індексу фіксації Райта F_{is} (0,23 проти -0,1 відповідно). Значення F_{is} є зручним параметром оцінки відхилення від HWE, а величина χ^2 між розподілом фактичних і розрахункових частот генотипів є критерієм достовірності цього відхилення.

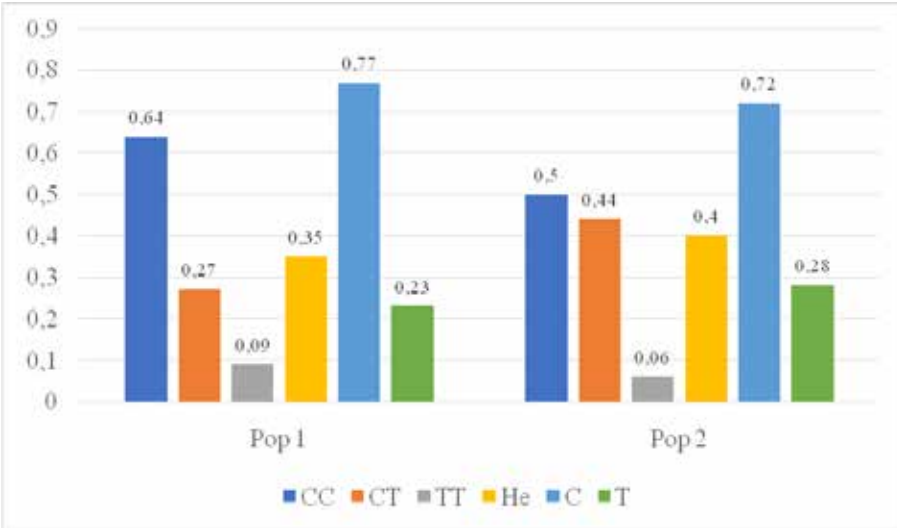


Рис. 1. Особливості генетичної структури двох популяцій корів української чорнорябої молочної породи за локусом LEP (A59V, HphI-поліморфізм третього екзону)

У випадку з *TNF-α* ситуація ще більше різниться внаслідок особливостей SSCP-маркерів. За результатами досліджень у другій популяції тварин виявлено різні SSCP-патерни, що збігаються за структурою з отриманими раніше для першої популяції, які відрізняються за значенням частот трапляємості (рис. 2).

У дослідній популяції (Pop 2) також виявлено три алелі (як і в популяції 1) – A, B та F, однак за розподілом частот генотипів картина виглядає дещо інакше (рис. 2).

У другій популяції тварин виявлено алель B у гомозиготному стані (BB), у першій популяції цей генотип відсутній. Незважаючи на різницю у кількості виявлених генотипів та їх частоти, за значенням частот алелів дослідні популяції дуже схожі. В обох випадках переважальним за частотою трапляємості є алель A. Частоти інших алелів демонструють суттєво нижчі значення. Для першої популяції значення фактичної (H_o) та очікуваної (H_e) гетерозиготності склали 0,84 та 0,49; для другої популяції – 0,72 та 0,49 відповідно. Значення індексу фіксації Райта у першому випадку -0,71, що вказує на досить виражений ексцес гетерозиготних особин. У другій популяції F_{is} = -0,47; що також свідчить про ексцес гетерозигот, який, однак, суттєво менший, ніж у першій популяції.

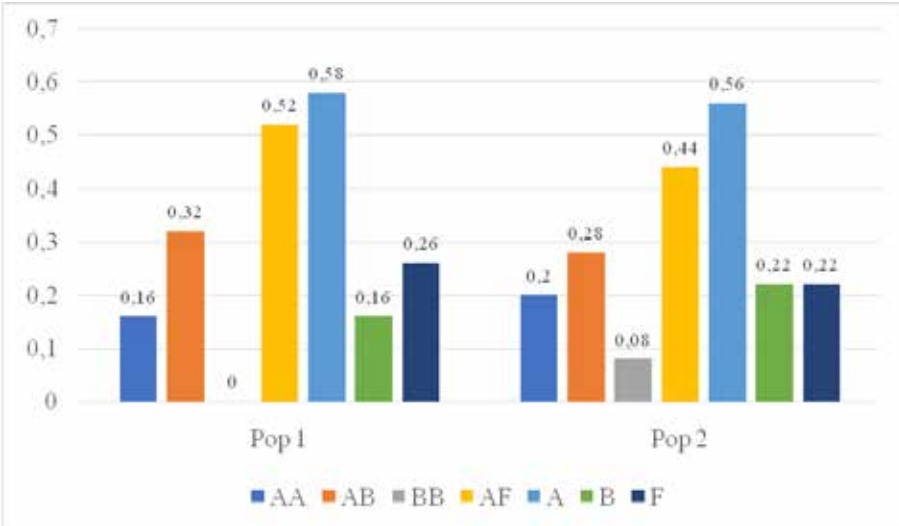


Рис. 2. Особливості генетичної структури двох популяцій корів української чорно-рябої молочної породи за локусом TNF-α (PCR-SSCP)

Як слідує з досліджень, порівняння популяцій за значенням частот алелів указує на схожі результати. В обох популяціях у кожному з випадків виявлено подібні значення частот переважальних алелів. Водночас за аналізом частот генотипів виникають виражені відмінності, які досягають свого максимального значення у параметрах гетерозиготності (H_o). Між двома популяціями для двох локусів виявлені відмінності як за показниками очікуваної, так і фактичної гетерозиготності. При цьому за аналізом індексу фіксації Райта виявлено перевагу гомозиготних особин у першій популяції за локусом *LEP* та значний ексцес гетерозигот за *TNF-α*. У другій популяції у кожному випадку наявний ексцес гетерозигот.

Певні поправки до результатів аналізу генетичної структури може надати той факт, що у випадку з першою популяцією вибірка склала 100 голів, а для другої – 50. Однак у будь-якому випадку кількість тварин, що були використані для проведення досліджень, перевищує порогове значення (30 голів) чисельності популяції для малих вибірок, тому порівняння груп є коректним і об'єктивно відображає закономірності, що спостерігаються в досліджуваних популяціях ВРХ. Особливості генетичної структури, на нашу думку, відображають селекційну роботу з тваринами у кожному з господарств. Мета роботи в обох випадках – максимальна реалізація продуктивного потенціалу тварин у напрямі молочної продуктивності. Однак за умовами добору фактор генотипу за дослідними локусами не враховувався внаслідок використання саме класичних селекційних методів (не MAS), що й призвело до картини генетичної структури, що спостерігається. Варіації особливостей генетичної структури дослідних популяцій ВРХ викликані відмінностями у вихідному племінному матеріалі, а також можливим дрейфом генів на тлі застосовування штучного добору в нечисленних штучних популяціях. Проте слід зазначити, що превалювання частоти трапляння певних алелів обох локусів указує на «супутній» відбір мутантних варіантів за допомогою проведення класичних селекційних заходів. У цьому випадку закріплення «бажаного» алелю у популяції відбувається за допомогою його асоціації з показниками продуктивності тварин

(молочна продуктивність). Альтернативні алельні варіанти закріплюються в популяції за допомогою їх «маскування» в гетерозиготному стані або в результаті мінорного ефекту на вияв кількісної ознаки.

Висновки і пропозиції. Таким чином, за результатами проведених досліджень з'ясовано, що різні популяції корів української чорно-рябої молочної породи характеризуються схожими значеннями частот переважальних алелей за локусами *LEP* та *TNF-α*. Варіювання показників генетичної мінливості (H_e) залежить від маркера, який використовується, у випадку із SSCP значення цього показника суттєво вище, ніж його ж за використання PCR-RFLP. В умовах відсутності використання спрямованого добору за генотипом (MAS, геномна селекція) популяції відрізняються одна від одної за окремими локусами внаслідок відмінностей у вихідному племінному матеріалі, а також можливого впливу таких мікроеволюційних факторів, як добір та дрейф генів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Buchanan F.C., Van Kessel A.G., Waldner C., Christensen D.A., Laarveld B., Schmutz S. M. Hot Topic: An Association Between a Leptin Single Nucleotide Polymorphism and Milk and Protein Yield. *J. Dairy Sci.* 2003. Vol. 86. P. 3164–3166.

2. Domínguez-Mancera B., Barrientos-Morales M., Cervantes-Acosta P., Hernández-Beltrán A., Rodríguez-Andrade A., González-Ramírez R., Monjaraz E., Felix R. Leptin regulation of inward membrane currents, electrical activity and LH release in isolated bovine gonadotropes. *BiochemBiophys Res Commun*. 2017. Vol. 491(1). P. 53–58. DOI:10.1016/j.bbrc.2017.07.037

3. Yang D., Chen H., Wang X., Tian Z., Tang L., Zhang Z., Lei C., Zhang L., Wang Y. Association of polymorphisms of leptin gene with body weight and body sizes indexes in Chinese indigenous cattle. *Journal of Genetics and Genomics.* 2007. Vol. 34(5). P. 400–405.

4. Wang L., Raza S.H.A.,Gui L., Li S., Liu X., Yang X., Wang S., Zan L., Zhao C. Associations between UASMS2 polymorphism in leptin gene and growth, carcass and meat quality traits of cattle: a meta-analysis. *Animal Biotechnology*. 2020. DOI:10.1080/10495398.2020.1805327

5. Kulig H., Kmieć M., Wojdak-Maksymiec K. Associations between Leptin Gene Polymorphisms and Somatic Cell Count in Milk of Jersey Cows. *Acta Vet. Brno*. 2010. Vol. 79. P. 237–242. DOI:10.2754/avb201079020237

6. Deshpande M., Rank D. N., Vataliya P. H., Joshi C. Study of leptin gene polymorphism in mehsana buffaloes (*Bubalusbubalis*). *Buffalo Bulletin*. 2014. Vol. 33, No. 1. P. 115–119. DOI:10.3168/jds.S0022-0302(03)73918-6

7. Nelson Chau B., Chen T., Wan Y.T., DeGregori J., Wang J.Y.J. Tumor Necrosis Factor Alpha-Induced Apoptosis Requires p73 and c-ABL Activation Downstream of RB Degradation. *Molecular and cellular biology*. 2004. Vol. 24, No 10. P. 4438–4447. DOI:10.1128/MCB.24.10.4438-4447.2004

8. El-Tahan R.R., Ghoneim A.M., El-Mashad N. TNF-α gene polymorphisms and expression. *Springer Plus*. 2016. Vol. 5:1508 DOI:10.1186/s40064-016-3197-y

9. Yudin N. S., Aitnazarov R. B., Voevoda M. I., Gerlinskaya L. A., Moshkin M. P. Association of Polymorphism Harbored by Tumor Necrosis Factor Alpha Gene and Sex of Calf with Lactation Performance in Cattle. *Asian Australas. J. Anim. Sci*. 2013. Vol. 26, No.10. P. 1379–1387.

10. Крыцына Т.И., Кочнев Н.Н., Юдин Н.С. Генетическое разнообразие крупного рогатого скота по комплексу генотипов локусов TNF-α и TNFR1. *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2017. Том 47, № 2. С. 66–73.

11. Bojarojc-Nosowicz B., Kaczmarczyk E., Jastrzebska A. Relationship between polymorphism in the tumour necrosis factor-alpha gene and selected indices and

cell subpopulations in naturally bovine leukaemia virus-infected and healthy cows. *VeterinarniMedicina*. 2018. Vol. 63 (03). P. 101–109. DOI:10.17221/135/2017-VETMED

12. Muhaghegh-Dolatabady M., Rahimi Rezaei A. Sequence Characterization in 3′-Flanking Region of Bovine *TNF-α*: Association with Milk Production Traits and Somatic Cell Score in Holstein Cattle of Iran. *Iranian J Biotech*. 2018. Vol. 16(1):e1195. DOI:10.15171/ijb.1195

13. Sattar H., Firyal S., Awan A. R., Rehman H., Sajid Hasni M., Aqib A. I. Genetic Association of Bovine *TNF-α* Gene Polymorphism with Clinical and Sub-clinical Mastitis in Sahiwal Cows. *Pakistan J. Zool*. 2019. Vol. 51(6). P. 2373–2376. DOI:10.17582/journal.pjz/2019.51.6.sc2

14. Haegeman A., Van Zeveren A., Peelman L. J. New mutation in exon 2 of the bovine leptin gene. *Animal Genetics*. 2000. Vol. 31. P. 79. DOI:10.1111/j.1365-2052.2000.579-14.x.

15. Ranjan S., Bhushan B., Panigrahi M. Association and Expression Analysis of Single Nucleotide Polymorphisms of Partial Tumor Necrosis Factor Alpha Gene with Mastitis in Crossbred Cattle. *Animal Biotechnology*. 2015. Vol. 26 (2). P. 98–104.

16. Barroso A., Dunner S., Canon J. Technical Note: Detection of bovine kappa-casein variants A, B, C, and E by means of polymerase chain reaction-single strand conformation polymorphism (PCR-SSCP). *J. Anim. Sci*. 1998. Vol. 76. P. 1535–1538.

17. Kulibaba R., Liashenko Y., Sakhatskyi M., Osadcha Y., Alshamaileh H. Polymorphism of LEP and TNF-α Genes in the Dairy Cattle Populations of Ukrainian Selection. *Basrah J. Agric. Sci*. 2021. Vol. 34(1). P. 180–191. DOI:10.37077/2520086 0.2021.34.1.16

УДК 636.596
DOI https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.119.21

ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА М’ЯСНИХ ПОРІД ТА СХРЕЩЕНИХ ГРУП ГОЛУБІВ

Вінюков А.О. *– с.н.с.,*
Донецька державна сільськогосподарська дослідна станція
Національної академії аграрних наук України
Вінюков О.О. *– д.с.-г.н., старший дослідник, директор,*
Донецька державна сільськогосподарська дослідна станція
Національної академії аграрних наук України

Однією з актуальних проблем, що стоять перед птахівництвом, є збільшення виробництва, підвищення якості продукції та розширення видового складу птиці щодо більш широкого використання нетрадиційних видів. На споживчому ринку відмічене зростання попиту на високоякісну і екзотичну м’ясну продукцію, як-от м’ясо страусів, фазанів, цесарок, перепелів, голубів, м’ясо яких відрізняється високим умістом білка і низьким жиру.

У низці країн зарубіжжя споживчий попит визначає голубине м’ясо як дієтичну альтернативу іншим видам м’ясної продукції. Мета досліджень – оцінити м’ясні породи та схрещені групи голубів за продуктивністю. Дослідження проводились у 2018–2020 рр. методом груп періодів із використанням стандартизованих в Україні методик.

Виконано порівняльну оцінку м’ясних порід голубів Кінг, Тексан, Римський, Угорський велетень, Штрассер за такими показниками, як маса птаха, маса яйця, маса голуб’ят, маса тушки. Установлено, що найбільш продуктивними виявились породи Кінг та Тексан

із масою тушки в середньому 359,3 г та 357,6 г відповідно. Дані хімічного аналізу м'язів голуб'ят показали, що для білків грудних м'язів характерний більший уміст незамінних амінокислот порівняно з м'язами стегна: 40,36% та 27,41% у Кінга, у Тексана – 39,84% та 32,27% відповідно. Рівень замінних амінокислот також вище в грудних м'язах, ніж у м'язах стегна: 27,82% та 23,33% у Кінга, 26,91% та 23,76% у Тексана. Відношення незамінних і замінних амінокислот у грудних м'язах склало в середньому 1,02:1, що на 5,9% вище за аналогічний показник м'язів стегна. Калорійність м'язів стегна голубів вища порівняно з грудними м'язами – 155 ккал проти 121 ккал, що є безпосереднім наслідком більшого вмісту в них жиру.

Установлено, що найбільш продуктивними породами для м'ясного голубівництва є схрещені породи Кінг і Тексан. Схрещення самців породи Тексан із самками породи Кінг показало найвищий результат маси тушки групи голуб'ят – 373,3 г, забійних вихід у групи також більше на 0,8%. Дані хімічного аналізу м'язів голуб'ят показали, що для білків грудних м'язів характерний більший уміст незамінних амінокислот порівняно з м'язами стегна (38,43% та 31,31% відповідно). Рівень замінних амінокислот також вище в грудних м'язах, ніж у м'язах стегна (29,84% та 25,96%).

Ключові слова: *голуб, м'ясна порода, схрещення, маса тушки, хімічний аналіз м'язів, рівень амінокислот.*

Vinyukov A.O., Vinyukov O.O. Comparative evaluation of meat breeds and crossed groups of pigeons

One of the current problems facing poultry farming is to increase production, improve product quality and expand the species composition of poultry – a wider use of non-traditional species. In the consumer market there is an increase in demand for high quality and exotic meat products, such as ostrich meat, pheasants, guinea fowl, quail, pigeons, whose meat is high in protein and low in fat.

In some foreign countries, consumer demand makes pigeon meat a dietary alternative to other types of meat products. The aim of the study was to evaluate meat breeds and crossed groups of pigeons by productivity. The research was conducted in 2018-2020 by the method of groups of periods using standardized methods in Ukraine.

There was made a comparative assessment of meat breeds of pigeons King, Texan, Roman, Hungarian giant, Strasser by the indicators of bird weight, egg weight, pigeon weight, carcass weight. It was found that the most productive breeds were King and Texan with an average carcass weight of 359.3 g and 357.6 g, respectively. Data from chemical analysis of pigeon muscles showed that pectoral muscle proteins are characterized by a higher content of essential amino acids compared to thigh muscles: 40.36% and 27.41% in King, Texan – 39.84% and 32.27%, respectively. The level of replacement amino acids is also higher in the pectoral muscles than in the thigh muscles: 27.82% and 23.33% in King, 26.91% and 23.76% in Texan. The ratio of essential and essential amino acids in the pectoral muscles averaged 1.02: 1, which is by 5.9% higher than that of the thigh muscles. The caloric content of pigeon thigh muscles is higher compared to pectoral muscles – 155 kcal against 121 kcal, which is a direct consequence of their higher fat content.

The most productive breeds for meat pigeon breeding have been found to be King and Texan crossbreeds. Crossing of Texan males with King females showed the highest carcass weight of a group of pigeons – 373.3 g, slaughter yield in the group is also higher by 0.8%. Chemical analysis of pigeon muscles showed that pectoral muscle proteins were characterized by a higher content of essential amino acids compared to thigh muscles: 38.43% and 31.31%, respectively. The level of replacement amino acids is also higher in the pectoral muscles than in the thigh muscles: 29.84% and 25.96%.

Key words: *pigeon, meat breed, crossbreeding, carcass weight, chemical analysis of muscles, amino acid level.*

Постановка проблеми. Забезпечення населення якісною продукцією тваринництва вітчизняного виробництва є пріоритетним напрямом агропромислового комплексу країни. Однією з актуальних проблем, що стоять перед птахівництвом, є збільшення виробництва, підвищення якості продукції та розширення видового складу птиці щодо більш широкого використання нетрадиційних видів.

Перспектива розвитку м'ясного голубівництва в Україні дуже суттєва. Маючи майже безмежні природні ресурси для цієї галузі, м'ясне голубівництва може і повинно реалізувати свій потенціал не тільки на внутрішньому, а й на зовніш-

ньому ринках, дозволить покращити раціон українців і, як наслідок, внесе свою частку в процес оздоровлення нації. Тобто розвиток м'ясного голубівництва в Україні має економічне та соціальне підґрунтя.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Нині основну роль у м'ясному балансі галузі займає відгодований на м'ясо молодняк курей. Це пояснюється високою продуктивністю курей, а також цінами на птахівничу продукцію [1; 2]. Виробництво м'яса інших видів птахів не є значним і становить соті частки одного відсотка.

В останні роки на споживчому ринку попитом користується пісне, нежирне м'ясо, що призвело до значного зростання попиту на високоякісну і екзотичну м'ясну продукцію, як-от м'ясо страусів, фазанів, цесарок, перепелів, голубів, велика жирна печінка водоплавної птиці [3]. М'ясо цих нетрадиційних видів птиці відрізняється високим умістом білка і низьким жиру [4].

У низці країн зарубіжжя споживчий попит визначає голубине м'ясо як дієтичну альтернативу іншим видам м'ясної продукції. Уміст і співвідношення жирних кислот у складі ліпідів м'язової тканини – один з основних критеріїв її якості. Особливу біологічну цінність становлять внутрішньом'язові ненасичені і поліненасичені жирні кислоти. Поліненасичені жирні кислоти відіграють ключову роль у функціонуванні нервових клітин, беруть участь в утворенні клітинних мембран, мієлінових оболонок нервових волокон, зменшують ризик серцево-судинних захворювань і є важливим протихолестериновим фактором у харчуванні людей [5].

Останнім часом інтерес до м'ясного голубівництва починає зростати [6; 7]. Багато фахівців відзначають великі можливості України для розвитку м'ясного голубівництва: наявність значних вільних трудових ресурсів, необмежену кормову база, ринок пташиного м'яса, що швидко зростає, зокрема делікатесних м'ясних продуктів. Однак більшості птахівників розведення м'ясних голубів залишається предметом малознайомим.

Постановка завдання. Мета досліджень – оцінити м'ясні породи та схрещені групи голубів за продуктивністю.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідження проводились у 2018–2020 рр. в с. Аннівка Мар'їнського району Донецької області, СООО «ЛАНН» методом груп періодів із використанням стандартизованих в Україні методик і методичних підходів та інших нормативних документів [8; 9].

Порівнювались породи голубів Кінг, Тексан, Римський, Угорський велетень, Штрассер за такими показниками, як маса птаха, маса яйця, маса голуб'ят, маса тушки.

Птахи утримувались у вольєрах, кожна порода окремо. Для обліку продуктивних якостей відібрані аналоги голубів за віком, продуктивністю, живою масою (по 6 голів у групі).

Раціон годівлі: різноманітна зернова суміш із жовтої кукурудзи, червоного проса, пшениці, ячменю, вівса, гороху, рису, гречки, сої, сочевиці, соняшника, льону, ріпака та суріпиці. У процентному відношенні становить: жовтої кукурудзи – 35%, червоного проса – 20%, гороху – 20%, відходів пшениці – 5%. На одного голуба в день доводиться близько 50 г суміші.

Парування у голубів розпочали наприкінці лютого. Голуби утримувались у вольєрах. Із 20-го березня розпочалась яйцекладка, але ми забирали перші яйця та підкладали муляж. Коли всі пари знеслись, було підкладено справжні яйця. Це було зроблено для синхронізації даних.

Маса яєць у голубів коливається від 17 до 27 г. Температура насиджування яєць становить 36,1–40,7^{0}С. Тривалість насиджування у домашнього голуба в середньому становить 17–19 діб. За комфортних умов інтенсивність росту голуб'ят виключно висока. Так, жива маса в перші два дні збільшувалась у 8–10 разів, з 11 до 22 днів – удвічі і потім стабілізувалась. У 60–70-денному віці пташенята досягли живої маси дорослих птахів.

Голуб'ят забивали на м'ясо, коли вони ще не вилетіли з гнізда (у віці 28–30 днів). До цього часу голуб'ята вже мали досить високу живу масу. За більш пізньому забої смакові якості м'яса погіршуються, воно стає жорстким. Отримані результати за п'ять яйцекладок наведені у таблиці 1.

Породи Кінг та Тексан мали найкращі показники за масою тушки голуб'ят. Так, маса тушки породи Кінг становить у середньому 359,3 г, породи Тексан – 357,6 г, породи Римський – 338,6 г, породи Угорський велетень – 324,6 г, породи Штрассер – 307,6 г.

Протягом року ми отримали за кожною породою голубів таку кількість м'яса: Кінг – 10,06 кг; Тексан – 10,37 кг; Римський – 8,8 кг; Угорський велетень – 8,12 кг; Штрассер – 8,61 кг.

Таблиця 1

Порівняльна характеристика м'ясних порід голубів за рік

Порода	№ пари	Маса птаха (г)		Маса яйця (тиждень/г)				Маса голуб'ят (тиждень/г)					Маса тушки (г)	К-кість голуб'ят (шт.)
		самець	самка	0	I	II	III	0	I	II	III	IV		
Кінг	I	890	870	17	17	19	21	20	197	341	456	550	359	28
	II	900	860	16	16	18	20	19	190	334	450	546	354	
	III	870	880	17	17	20	22	21	201	353	460	555	365	
Римський	I	970	920	17	17	19	21	19	210	385	470	552	333	26
	II	1020	990	19	19	21	22	21	215	394	479	563	341	
	III	950	970	18	18	20	21	20	212	389	477	560	342	
Тексан	I	910	890	17	17	19	21	20	196	340	456	549	355	29
	II	950	930	18	18	20	22	21	198	344	455	551	361	
	III	930	940	17	17	19	21	20	200	350	457	551	357	
Угорський велетень	I	900	890	17	17	19	21	20	202	351	458	550	328	25
	II	870	880	18	18	20	21	20	200	349	454	546	322	
	III	850	850	16	16	18	20	19	197	344	451	541	324	
Штрассер	I	850	840	17	17	19	20	19	188	336	421	534	305	28
	II	860	880	17	17	19	21	20	190	339	426	539	313	
	III	830	800	16	16	18	19	18	183	334	421	531	305	

Отримані результати свідчать про те, що породи голубів Римський і Угорський велетень за великої маси дорослих птахів мали невеликий процент виходу м'яса. Спостерігається закономірність за масою самки та масою виходу пташенят.

Для більш детального аналізу м'ясної продуктивності порід був проведений анатомічний розбір тушки різних порід (табл. 2).

Таблиця 2

Показники анатомічної обробки тушки різних порід голубів

Показники	Кінг	Римський	Тексан	Угорський велетень	Штрассер
Маса, г:					
випотрошеної тушки	363,3	338,6	363,5	324,6	302,1
їстівних частин	333,9	232,9	316,6	223,3	208,2
грудних м'язів	86,5	85,1	85,9	81,6	76,0
стегнових м'язів	25,6	23,8	26,0	22,8	21,3
м'язів гомілки	12,1	13,4	12,8	12,8	12,0
внутрішнього жиру	6,2	7,7	4,4	7,4	6,9
Відношення їстівних частин тушки до неїстівних	1,8	1,9	1,8	1,9	1,8
Відношення маси м'язів до маси кісток	3,1	3,2	3,1	3,2	2,9
Забійний вихід, %	65,3	60,6	66,0	59,8	62,4

Найбільша маса голубів під час проведення анатомічної обробки тушок була у порід Кінг та Тексан, але їстівних частин тушка Кінга (333,9 г) мала більше, ніж Тексан (316,6 г), а забійний вихід у Тексана був більше на 0,7%.

Аналізи з визначення якісних показників м'яса були зроблені в Донецькій державній ветеринарній лабораторії для порід голубів Кінг та Тексан як найбільш продуктивних. Однією з головних складових частин м'язів, що визначають їх поживну цінність, є кількісний уміст у них протеїну. Він має високу харчову цінність, максимально розщеплюється травними ферментами, є повноцінними за співвідношенням і складом амінокислот, а коефіцієнт його засвоєння організмом перевищує 90%.

Біологічна повноцінність м'яса визначалась не тільки за вмістом у ній білкової фракції, а і за кількістю і відношенню амінокислот (табл. 3).

Дані хімічного аналізу м'язів голуб'ят показали, що для білків грудних м'язів характерний більший уміст незамінних амінокислот (-) порівняно з м'язами стегна: 40,36% та 27,41% у Кінга, у Тексана – 39,84% та 32,27% відповідно. Рівень замінних амінокислот (+) також вище в грудних м'язах, ніж у м'язах стегна: 27,82% та 23,33% у Кінга, 26,91% та 23,76% у Тексана.

Загалом, слід указати на високий уміст у білках м'язів таких важливих незамінних амінокислот, як метіонін, лізин, фенілаланін, недолік яких часто спостерігається в структурі харчування і харчовому статусі людей різних вікових груп. В організмі метіонін бере участь в утворенні й обміні холіну і креатину, вітаміну В12, фолієвої кислоти, гормонів. Лізин впливає на нервову систему, кальцієвий обмін у тканинах, синтез гемоглобіну, утворення РНК і ДНК. Фенілаланін бере участь у процесах кровотворення і утворення гормонів щитовидної залози. Відзначається високий сумарний уміст незамінних амінокислот (лейцину, ізолейцину і валіну), важливих у раціоні спортивного харчування. Звертає на себе увагу високий уміст дікарбонових кислот, зокрема глутамінової. Відомо, що вона

відіграє важливу роль в азотному обміні, необхідному для нормальної діяльності головного мозку.

Таблиця 3

Відсоткове відношення амінокислот білків м'язів голуб'ят (%)

Амінокислота	Кінг		Тексан	
	Грудні м'язи	М'язи стегна	Грудні м'язи	М'язи стегна
Лізин -	6,52	4,78	6,39	4,80
Гістидин -	3,45	2,64	3,39	2,58
Аргінін -	3,75	3,3	3,62	3,37
Аспарагінова кислота +	6,00	4,70	5,58	4,68
Треонін -	3,95	3,12	4,00	3,37
Серин +	2,13	2,00	2,15	2,02
Глутамінова кислота +	10,90	8,81	10,43	8,78
Пролін +	2,55	2,18	2,48	2,40
Гліцин +	2,49	2,34	2,65	2,51
Аланін +	3,51	3,00	3,48	3,03
Цистеїн +	0,66	0,54	0,63	0,55
Валін -	4,15	3,43	3,98	3,38
Метіонін -	2,32	1,79	2,35	1,81
Ізолейцин -	4,11	3,12	4,07	3,10
Лейцин -	6,44	5,57	6,45	5,56
Тирозин +	1,79	1,32	1,69	1,26
Фенілаланін -	3,46	2,88	3,41	2,83
Загальна кількість амінокислот	68,18	55,52	66,75	56,03

Відношення незамінних і замінних амінокислот у грудних м'язах склало в середньому 1,02:1, що на 5,9% вище аналогічного показника м'язів стегна. Калорійність м'яса залежить від кількості в ньому жиру.

Калорійність м'язів стегна голубів вища порівняно з грудними м'язами – 155 ккал проти 121 ккал, що є безпосереднім наслідком більшого вмісту в них жиру.

Для схрещування відібрано голубів приблизно одного віку, однієї маси. Голубів поділено на групи: 1) самці породи Кінг та самки породи Тексан, 3 пари; 2) самці породи Тексан та самки породи Кінг, 3 пари.

Отримані результати за п'ять яйцекладок наведено в таблиці 4.

Схрещені пари групи I мають найкращі показники за масою тушки голуб'ят. Так, маса тушки групи I – в середньому 365,3 г, групи II – 373,3 г. Схрещення самців породи Тексан із самками породи Кінг показало найвищий результат.

Протягом року отримано за кожною групою голубів таку кількість м'яса: I група – 10,96 кг; II група – 10, 83 кг. Отримані результати свідчать, що схрещення м'ясних порід, таких як Кінг та Тексан, дають можливість отримати більший вихід м'яса. Для більш детального аналізу м'ясної продуктивності порід був проведений анатомічний розбір тушки різних порід (табл. 5). Майже всі показ-

ники анатомічного розбору тушки були приблизно однакові, але забійних вихід у групи II більше на 0,8%.

Таблиця 4

Порівняльна характеристика схрещених груп голубів

Група	№ пари	Маса птаха (г)		Маса яйця (тиждень/г)				Маса голуб'ят (тиждень/г)					Маса тушки (г)	К-кість голуб'ят (шт.)
		самець	самка	0	I	II	III	0	I	II	III	IV		
I	I	890	890	17	17	19	21	20	201	343	461	553	363	30
	II	900	910	17	18	18	20	20	200	339	456	549	358	
	III	870	940	17	17	20	22	21	203	353	466	564	375	
II	I	910	860	16	17	19	21	20	202	346	463	559	365	29
	II	950	890	18	18	20	22	19	205	355	471	576	384	
	III	930	870	17	17	19	21	20	200	350	468	567	371	

Таблиця 5

Показники анатомічної обробки тушки схрещених груп голубів

Показники	I	II
Маса, г:		
випотрошеної тушки	365,3	373,5
їстівних частин	335,5	334,6
грудних м'язів	88,1	88,9
стегнових м'язів	27,2	28,0
м'язів гомілки	13,1	13,8
внутрішнього жиру	6,9	5,4
Відношення їстівних частин тушки до неїстівних	1,9	2,0
Відношення маси м'язів до маси кісток	3,2	3,3
Забійний вихід, %	66,1	66,9

Біологічна повноцінність м'яса визначалась за кількістю і відношенням амінокислот (табл. 6). Дані хімічного аналізу м'язів голуб'ят показали, що для білків грудних м'язів характерний більший уміст незамінних амінокислот (-) порівняно з м'язами стегна: 38,14% та 31,02% у I групі, у II групі – 38,43% та 31,31% відповідно. Рівень замінних амінокислот (+) також вищий у грудних м'язах, ніж у м'язах стегна: 29,29% та 25,44% у I групі, 29,84% та 25,96% у II групі.

Висновки і пропозиції. За порівняльної характеристики м'ясних порід голубів установлено, що найбільш продуктивними виявились породи Кінг та Тексан із масою тушки в середньому 359,3 г та 357,6 г відповідно. Дані хімічного аналізу м'язів голуб'ят показали, що для білків грудних м'язів характерний більший уміст незамінних амінокислот порівняно з м'язами стегна: 40,36% та 27,41% у Кінга, у Тексана – 39,84% та 32,27% відповідно. Рівень замінних амінокислот також вищий у грудних м'язах, ніж у м'язах стегна: 27,82% та 23,33% у Кінга, 26,91% та 23,76% у Тексана. Відношення незамінних і замінних амінокислот у грудних

м'язах склало в середньому 1,02:1, що на 5,9% вище за аналогічний показник м'язів стегна. Калорійність м'язів стегна голубів вища порівняно з грудними м'язами – 155 ккал проти 121 ккал, що є безпосереднім наслідком більшого вмісту в них жиру.

Таблиця 6

Відсоткове відношення амінокислот білків м'язів голуб'ят схрещених груп голубів

Амінокислота	I		II	
	Грудні м'язи	М'язи стегна	Грудні м'язи	М'язи стегна
Лізин -	6,50	4,81	6,52	4,83
Гістидин -	3,42	2,62	3,45	2,60
Аргінін -	3,75	3,32	3,77	3,37
Аспарагінова кислота +	6,10	4,71	6,2	4,68
Треонін -	3,89	3,15	4,00	3,37
Серин +	2,13	2,1	2,15	2,02
Глутамінова кислота +	9,90	8,80	10,1	8,90
Пролін +	2,51	2,15	2,53	2,21
Гліцин +	2,49	2,34	2,61	2,52
Аланін +	3,53	3,04	3,50	3,25
Цистеїн +	0,62	0,51	0,65	0,52
Валін -	4,23	3,53	3,99	3,51
Метіонін -	2,34	1,81	2,38	1,87
Ізолейцин -	4,21	3,15	4,27	3,17
Лейцин -	6,25	5,68	6,45	5,70
Тирозин +	2,01	1,79	2,10	1,86
Фенілаланін -	3,55	2,95	3,60	2,89
Загальна кількість амінокислот	67,43	56,46	68,27	57,27

Схрещення самців породи Тексан із самками породи Кінг (група II) показало найвищий результат: маса тушки групи I (схрещення самців породи Кінг із самками породи Тексан) – в середньому 365,3 г, групи II – 373,3 г. Забійних вихід у групи II був більше на 0,8%. Дані хімічного аналізу м'язів голуб'ят показали, що для білків грудних м'язів характерний більший уміст незамінних амінокислот порівняно з м'язами стегна: 38,14% та 31,02% у I групі, у II групі – 38,43% та 31,31% відповідно. Рівень замінних амінокислот також вищий в грудних м'язах, ніж у м'язах стегна: 29,29% та 25,44% у I групі, 29,84% та 25,96% у II групі. Найбільш продуктивними породами для м'ясного голубівництва є схрещені породи Кінг і Тексан. Бажано обирати самців породи Тексан, а самок породи Кінг.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Варченко О.М., Артімонова І.В., Копитець. Н.Г. Організаційно-економічні засади формування попиту на ринку м'ясної продукції в Україні. *Сталий розвиток економіки,* 2018. № 2. С. 166–172.

2. Минів Р.М., Вороний І.В. Особливості розвитку м'ясного птахівництва в сільськогосподарських підприємствах України. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Ґжицького.* 2017. № 76. С. 77–81.

3. Гладкова М.Г., Запорожский А.А. Возможность использования нетрадиционного мясного сырья при производстве комбинированных продуктов питания геродиетического назначения. *Инновационные технологии и безопасность пищевых продуктов: сб. материалов междунар. науч.-практ. конф.* (с. 238). 18 мая, 2018, Краснодар : Изд. КубГТУ, Экоинвест. С. 238.

4. Фісінін В., Штеле А., Ерастов Г. Якість харчових яєць і здорове харчування. *Птахівництво.* 2008. № 2. С. 2–6.

5. Аралов А.В. Продуктивность и мясные качества голубей породы Кинг при вольерном содержании. *Известия Тульского гос. ун-та. Естественные науки.* 2018. № 1. С. 78–88.

6. Столяр Т.А., Аралов А.В. Домашние голуби. Практические советы по содержанию, разведению, кормлению и профилактике заболеваний. Сергиев Посад : ВНИТИП, 2004. 384 с.

7. Винюков А.А., Винюков А.А. Декоративное и мясное голубеводство. Москва : АСТ,, 2011. 320 с.

8. Овсянников А.И. Основы опытного дела в животноводстве. Москва : Колос, 1976. 303 с.

9. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві / за ред. Ібатуліна І.І., Жукорського О.М. Київ, 2017. 328 с.

УДК 636.2.084.085.2.11
DOI https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.119.22

ПРОДУКТИВНІСТЬ І ГАЗОЕНЕРГЕТИЧНИЙ ОБМІН БУГАЙЦІВ М'ЯСНОГО КОМОЛОГО СИМЕНТАЛУ В УМОВАХ БУКОВИНИ

Калинка А.К. *– к.с.-г.н., с.н.с., член-кореспондент Міжнародної академії наук екології, безпеки людини та природи, 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*

Наведено результати досліджень, що під час випасання бугайців м'ясних комолих сименталів жуйних із використанням природних пасовищ із підгодівлею розробленого власного комбікорму забезпечує добові прирости 981,3 г, що на 178,4 г (22,3%) більше за бугайців-ровесників буковинського заводського типу української червоно-рябої молочної худоби, що робить розроблену технологію перспективною в умовах Буковини.

Дослідженнями встановлено, що кількість спожитого кисню з вірогідно найнижчою була у тварин симентальської м'ясної породи, що становила 1,50 л/хв., що менше порівняно з молодняком буковинського заводського типу української червоно-рябої молочної худоби на 12,3%, а симентальської – на 10,2%. Так, для тварин третьої групи була характерна найбільша кількість виділеного вуглекислого газу з вірогідною різницею, що становила 1,48 л/хв.

З огляду на це, дихальний коефіцієнт у бугайців буковинського заводського типу української червоно-рябої молочної худоби становив 0,95, тоді як у тварин симентальської –

0,97, а симентальської м'ясної – 0,99. Найбільша частота дихання була у жуйних симентальської породи (21,00 разів/хв.), тоді як в аналогів української червоно-рябої молочної і симентальської м'ясної цей показник становив 18,61 та 19,94 разів/хв. Відповідно.

Отже, найнижча теплопродукція з вірогідною різницею була у бугайців симентальської м'ясної породи – 30,94 кДж/хв., що на 4,61 та 3,86 кДж/хв. відповідно менше, ніж у бугайців буковинського заводського типу української червоно-рябої молочної та симентальської порід худоби.

У кінці досліджень визначено економічні показники в II і III дослідних групах, у яких затрати кормів на 1 ц приросту живої маси склали 9,9 і 9,4 ц. к. од. за собівартості приросту живої маси 1 голови за період вирощування 395,3 і 407,2 грн. із чистим доходом на 1 голову, що в цих групах був найбільшим і становив 224,7 і 212,8 грн., та рентабельністю вирощування, що склала 56,8 і 52,2% відповідно в умовах регіону Буковини.

Ключові слова: *корм, годівля, бугайці, порода, газообмін, продуктивність.*

Kalinka A.K. Productivity and gas-energy exchange of young bulls of meat hornless Simmental under the conditions of Bukovina

The article presents the research findings indicating that grazing of young bulls of meat Simmental ruminants on natural pastures (adding specially developed feeds) provides daily gains of 981.3 g, which is 178.4 g (22.3%) more than in young bulls of the same age (Bukovynian type of Ukrainian red-spotted dairy cattle), which makes the developed technology promising in the Bukovina region.

The studies have shown that the amount of oxygen consumed was probably the lowest in animals of Simmental meat breed, which was 1.50 l min; that is less compared to young animals of the Bukovynian type of Ukrainian red-spotted dairy cattle by 12.3%, and Simmental – by 10.2%. The animals of the third group were characterized by the largest amount of carbon dioxide emitted with a probable difference – it was 1.48 l / min.

In this regard, the respiratory rate in young bulls of the Bukovynian type of Ukrainian red-spotted dairy cattle was 0.95, while in Simmental animals – 0.97, and in meat Simmental – 0.99. The highest respiratory rate was in Simmental animals (21.00 times. min.), while in the analogs of Ukrainian red-spotted dairy and Simmental meat cattle, this figure was 18.61 and 19.94 times / min, respectively.

Thus, the lowest heat production with a probable difference was in the bulls of Simmental meat breed – 30. 94 kJ / min, which is by 4.61 and 3.86, respectively kJ. min less than in the young bulls of the Bukovynian type of the Ukrainian red-spotted dairy and Simmental breeds of cattle.

At the end of the study, economic indicators were determined in the II and III experimental groups, in which the cost of feed per 1 c of live weight gain was 9.9 and 9.4 feed units; the prime cost of increase in the live weight of 1 head for the period of raising was equal to 395.3 and 407.2 UAH. Net income per one head in these groups was the largest and amounted to 224.7 and 212.8 UAH, and profitability of raising amounted to 56.8 and 52.2%, respectively, in the Bukovina region.

Key words: *feeds, feeding, young bulls, breed, gas exchange, productivity.*

Постановка проблеми. В умовах ринкової економіки в Україні є проблема диверсифікації скотарської галузі щодо її переорієнтації, перепрофілювання на виробництво дешевої та якісної продукції з мінімальними затратами енергоресурсів та праці. Це потребує нових підходів до стратегії ведення вітчизняного м'ясного скотарства, зокрема пошуку нових шляхів виробництва продукції м'ясного скотарства для зони Карпат [1, с. 3].

Так, під час багаторічного розведення нової популяції м'ясної худоби велике значення має питання з вивчення газообміну речовин у бугайців м'ясного комолого сименталу худоби з використанням різних технологій утримання та годівлі, що є актуальним в умовах Буковини.

З огляду на це, науковці-селекціонери регіональної наукової установи не один рік займаються створенням нової унікальної популяції м'ясної худоби – буковинського зонального комолого типу симентальської м'ясної породи жуйних із високою цінністю у селекційному, племінному відношенні з вираженою природною комолістю. Основний ареал його створення та розведення – регіон Буковини.

Тому важливим є використання такого виробничого заходу з розвитком галузі м'ясного скотарства як самостійної галузі, для якої потрібні нові породи та типи

з високим генетичним м'ясним потенціалом, які добре були б адаптовані до умов різних зон цього регіону, що за рельєфними, ґрунтовими і кліматичними показниками відповідають запитам цієї галузі, зокрема годівлі, утриманню та розведенню м'ясної худоби в Чернівецькій області [3, с. 7].

Завдяки вітчизняними науковими джерелам відомо, що в основі росту й розвитку організму жуйних лежать складні процеси засвоєння й окислення поживних речовин, інтенсивність яких у різні фізіологічні вікові періоди неоднакова, тому й рівень обмінних процесів, які мають вплив поряд зі спадковими факторами і зовнішнім середовищем, теж різний [4, с. 87; 5, с. 331; 6, с. 39].

На основі одержаних наукових досліджень доведено, що легеневе дихання в жуйних характеризується частотою, глибиною та легеневою вентиляцією. На рівень газоенергетичного обміну впливає низка зовнішніх факторів, як-от м'язова робота, інсоляція, вологість і тиск повітря, час доби і сезон року та різні кліматичні зони регіону Буковини [11, с. 65].

Сьогодні в базових та дочірніх господарствах суспільного сектору різних форм господарювання наявні технології не дають змоги максимально реалізувати генетичний потенціал продуктивності м'ясної худоби через дорогі технології годівлі та утримання в різних зонах Карпат.

Отже, в сучасній науковій вітчизняній зоотехнічній літературі є багато матеріалів щодо технології селекції, годівлі й утримання м'ясної худоби в різних регіонах України. Проте відомості про ефективність різних нових типів годівлі й утримання різних планових порід і їх типів у різних зонах Карпат майже відсутні і не вивчалися науковцями в минулому.

Винятком є те, що у наукових працях вітчизняних учених у галузі м'ясного скотарства майже немає даних про газоенергетичний обмін у бугайців нової популяції м'ясного комолого сименталу в умовах різних зон Карпат.

З огляду на це, потреба у проведенні нових наукових досліджень із годівлі молодняка жуйних та у визначенні їх газообміну має велике значення для подальшого корегування у рецептах раціонів годівлі за різних технологій утримання жуйних в умовах лісостепової зони регіону Буковини.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У Чернівецької області вже не один рік розводять нову популяцію буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу худоби з розробленням власної схеми, технологій селекції, годівлі та утримання жуйних у базових та дочірніх господарства суспільного сектору різних форм власності в умовах Буковини.

Можна повідомити, що проводяться наукові дослідження на бугайцях м'ясного комолого сименталу худоби, щодо ефективності поєднання різних технологій годівлі, але без різних технологій утримання майже не вивчалося науковцями в цьому регіоні Українських Карпат.

Постановка завдання. Метою досліджень є вивчення продуктивності та газоенергетичного обміну в бугайців різних порід та типів за умов інтенсивного вирощуванняз використанням максимально природних пасовищ із підгодівлею комбікорму власного виробництва для одержання дешевої яловичини в умовах Карпатського регіону Буковини.

Так, уже проводилися не одні наукові дослідження на симентальських м'ясних сименталах худоби щодо ефективності поєднання різних технологій годівлі, але без різних технологій утримання з максимальним використанням природних пасовищ не вивчалися в цьому регіоні.

У наших проведених дослідженнях вивчено, що після відлучення молодняк через різні причини відстає у рості, дає низі прирости, а також має високу схильність до різних захворювань і не вкладається в розроблений стандарт для породи чи цього створеного типу тварин в умовах регіону Буковини. Цьому сприяють такі важливі стресори, як порушення рецепту раціону годівлі, відбивка від матерів-годувальниць, зміна середовища утримання, переселення з одного приміщення в інше, що сприяє зниженню резистентності та імунобіологічної реактивності організму молодняка тварин.

Тому серед завдань наших досліджень були такі: вивчити перетравність поживних речовин кормів у бугайцях м'ясного комолого сименталу худоби, проаналізувати розподіл енергії в організмі піддослідних тварин після відлучення з використання максимально природних пасовищ в умовах лісостепової зони регіону Буковини.

Для цього нами проведено науково-господарський дослід за методом груп-аналогів згідно з класичними рекомендаціями [2, с. 91; 10, с. 63]. Заплановані дослідження проводилися в ПП «Алант» с. Васловівці Заставнівського району Чернівецької області на бугайцях – аналогах буковинського заводського типу української червоно-рябої молочної, симентальської та створюваного буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу худоби.

Дослідження з легеневого газообміну, розпаду речовин і розподілу обмінної енергії в організмі тварин вивчали в респіраційних дослідах «масковим» методом, що дозволило з достатньою точністю проводити 5-хвилинними сеансами з урахуванням частоти дихання на другій та четвертій хвилинах визначення. Уміст вуглекислого газу та кисню в повітрі та тому, що видихали тварини, визначали з допомогою газоаналізатора ГХП-100 на кормовій площадці.

Для цього було відібрано 3 аналогічні групи по 9 голів із початковою живою масою на початок досліду 235,1–238,2 кг згідно з такою розробленою схемою досліду (табл. 1).

Умови годівлі, утримання та випасання в зимово-стійловий період для всіх дослідних бугайців однакові. Дослідні тварини придбано і завезено з ТзОВ «Джерело» Герцаївського району Чернівецької області, що вирощує молодняк молочної і м'ясної худоби в умовах передгірної зони Карпат.

Фактичне споживання кормів і кількість спожитої пасовищної трави проводиться методом укісних ділянок один раз на цикл відростання (25 днів). Водночас вираховували продуктивність пасовищ, травостою та його ботанічний склад. Умови годівлі, утримання та випасання в зимово-стійловий період для всіх дослідних бугайців однакові. Перед дослідженнями у підготовчий період тривалістю 15 днів велася робота з формування груп і адаптації тварин до умов досліду та пасовищ. У цей період на тлі однакової годівлі перевірялось аналогічність груп за продуктивністю та інтенсивністю росту. З урахуванням одержаних даних уточнювали склад дослідних груп. Зміни живої маси бугайців визначали за даними контрольних зважувань під час виходу на пасовища і в кінці звітного періоду.

Дослід проводився в умовах, близьких до виробничих. Проаналізовано господарські раціони для бугайців за період нагулу. Під час аналізу дослідних рецептів нових раціонів використовували вітчизняні довідники з годівлі сільськогосподарських тварин [5]. Вивчено особливості і закономірності асиміляції (відкладання) енергії корму в м'ясній продукції у віковій динаміці під час вирощування і відгодівлі бугайців вищевказаних порід і типу в 15 місячному віці.

Таблиця 1

Схема науково-виробничого досліду

Група	Порода, тип	Кількість тварин, голів	Особливості годівлі дослідних тварин		
			Періоди досліду		
			Підготовчий (15 днів)	Обліковий	
				Літній (90-днів)	Осінній (45-днів)
1 Дослідна	Буковинський заводський тип української червоно-рябої молочної худоби	9	Раціон прийнятий в господарстві	Основний раціон (ОР): Зелені корми природних пасовищ + комбікорм	Випасання на природних пасовищах + комбікорм
11 Дослідна	Симентальська	9	Як у 1 дослідній групі	Як у 1 дослідній групі	Як у 1 дослідній групі
111 Дослідна	Буковинський зональний тип м'ясного комолого сименталу	9			

Так, проведено наукові дослідження з легеневого газообміну, розпаду речовин і розподілу обмінної енергії за умов досягнення живої маси 345–367 кг на бугайцях різних порід та типів худоби. Газоенергетичний обмін в організмі тварин вивчали в респіраційних дослідах «масковим» методом, який дозволяє з достатньою точністю проводити дослідження в різноманітних виробничих умовах підконтрольного базового господарства.

У дослідах використовували дві металеві маски із вмонтованими двома клапанними системами від протигазів із сумарним діаметром клапанів для вдихання 30 мм, для видихання – 38 мм. Перед проведенням респіраційних досліджень протягом трьох діб визначали температуру тіла, частоту дихання, звикання тварин до апаратури. Температура в літньому таборі у літній період була в межах зоотехнічної норми.

Так, показники газообміну визначали за два суміжних дні поспіль, тричі на добу за годину до ранкової годівлі, через три години після ранкової та після вечірньої годівлі. Дослідження проводилися п'ятихвилинними сеансами з урахуванням частоти дихання на другій та четвертій хвилинах досліджень. Уміст вуглекислого газу та кисню в повітрі приміщень та тому, що видихали тварини, визначали з допомогою газоаналізатора ГХП-100, модифікованим співробітниками кафедри годівлі тварин та технології кормів Подільського державного аграрно-технічного університету [11].

Матеріали досліджень опрацьовані методом варіаційної статистики з визначенням середньої арифметичної і її помилки, середнього квадратного відхилення, коефіцієнта варіації і достовірності з використанням персонального комп'ютера за методикою [8]. Економічний аналіз одержаних даних проведено розрахунковим методом.

Виклад основного матеріалу дослідження. Визначення газообміну бугайців проведено в кінці основного періоду за умов досягнення живої маси в середньому

350 кг. За рахунок згодованих кормів бугайцями одержано таку кількість продукції в основному періоді (табл. 2).

Таблиця 2

Інтенсивність росту бугайців, (М+м, n = 9)

Показник	Групи тварин		
	1- Дослідна	11- Дослідна	111-Дослідна
Кількість нащадків, гол.	9	9	9
Жива маса, кг: На початок досліду На кінець досліду	 238,2± 2,4 345,8± 1,4	 235,1± 1,8 346,6± 1,9	 236,0± 2,1 367,5±2,2
Приріст: загальний, кг середньодобовий, г	 107,6± 1,2 802,9±0,230	 111,5± 1,6 832,1±0,20	 131,5± 1,3 981,3±0,180
Витрати корму на 1 кг приросту, к. од.	10,4	9,9	8,5

Дослідженнями встановлено, що протягом 134 днів основного періоду досліду бугайці III дослідної групи отримали середньодобові прирости 981,3 г, що на 178,4 г (22,3%) більше за умов затрат корму на 1 кг приросту 8,5 к. од. та на 1,9 к. од. менше за бугайців-овесників 1 групи.

Проте найбільш об'єктивним показником, який характеризує ефективність тих чи інших процесів в організмі жуйних під час вивчення певного кормового фактора, технологічного прийому є комплексна відповідь усього організму власною продуктивністю жуйних.

Отже, результатами досліджень доведено, що випасання бугайців різних порід та типів із використанням максимально природних пасовищ із підгодівлею розробленого власного комбікорму забезпечує збільшення добових приростів на 22,3% в умовах лісостепової зони Буковини.

Аналізуючи показники газоенергетичного обміну, слід зазначити, що вентиляція легенів найвищою (51,5 л/хв.) була у тварин буковинського заводського типу української червоно-рябої молочної худоби, хоча вірогідної різниці між групами зафіксовано не було (табл. 3).

Установлено, що кількість спожитого кисню з вірогідно найнижчою була у тварин симентальської м'ясної породи і становила 1,50 л/хв., що менше порівняно з молодняком буковинського заводського типу української червоно-рябої молочної худоби на 12,3%, а симентальської – на 10,2%. Для тварин третьої групи була характерна найбільша кількість виділеного вуглекислого газу, що становила 1,48 л/хв. Як наслідок, дихальний коефіцієнт у бугайців буковинського заводського типу української червоно-рябої молочної худоби становив 0,95, тоді як у тварин симентальської – 0,97, а симентальської м'ясної – 0,99.

Найбільша частота дихання була у жуйних симентальської породи (21,00 разів/хв.), тоді як в аналогів української червоно-рябої молочної та симентальської м'ясної цей показник був 18,61 та 19,94 разів/хв. відповідно.

Отже, найнижча теплопродукція з вірогідною різницею була у бугайців симентальської м'ясної породи – 30,94 кДж/хв., що на 4,61 та 3,86 кДж/хв. відповідно менше, ніж у тварин буковинського заводського типу української червоно-рябої молочної худоби та симентальської комбінованої молочного напряму продуктивності планових порід жуйних на Буковині.

Таблиця 3

Окремі показники газоенергетичного обміну в бугайців; M±m, n=4

Показник	Групи тварин		
	І-Дослідна	**ІІ-Дослідна**	**ІІІ-Дослідна**
Вентиляція легенів, л/хв	51,50±1,76	50,24±1,83	49,82±1,48
– на 1 кг живої маси, л/год	8,54±0,29	8,32±0,34	7,87±0,24
– на 1 кг обмінної маси, л/год	37,26±1,28	36,28±1,43	34,73±1,04
Кількість спожитого O_2, л/хв	1,71±0,08	1,67±0,09	1,50±0,03*
– на 1 кг живої маси, л/год	0,28±0,01	0,28±0,02	0,24±0,01*
– на 1 кг обмінної маси, л/год	1,24±0,06	1,21±0,07	1,05±0,02*
Кількість виділеного CO_2, л/хв	1,61±0,05	1,61±0,08	1,48±0,02*
– на 1 кг живої маси, л/год	0,27±0,01	0,27±0,02	0,23±0,01*
– на 1 кг обмінної маси, л/год	1,16±0,04	1,16±0,07	1,03±0,02*
Дихальний коефіцієнт	0,95±0,03	0,97±0,04	0,99±0,02
Глибина дихання, л/раз	2,83±0,22	2,47±0,20	2,58±0,20
Частота дихання, разів/хв	18,61±1,01	21,00±1,07	19,94±1,06
Утилізація O_2, %	3,37±0,20	3,36±0,18	3,04±0,09
Кисневий індекс крові	33,57±1,96	33,46±1,79	30,34±0,88
Теплопродукція, кДж/хв	35,55±1,56	34,80±1,82	30,94±0,53*
– на 1 кг живої маси, л/год	5,90±0,26	5,78±0,34	4,89±0,08*
– на 1 кг обмінної маси, л/год	25,72±1,14	25,18±1,45	21,57±0,37*

Примітка: * – різниця з контролем вірогідна ($p<0,05$)

За результатами проведених досліджень визначили економічну ефективність отриманих у процесі наукових селекційних досліджень (табл. 4).

Таблиця 4

Економічна ефективність вирощування бугайців

Показники	Групи тварин		
	І – Дослідна	**ІІ – Дослідна**	**ІІІ– Дослідна**
Середня жива маса 1 голови га кінець досліду, кг	366,0±2,4	371,0±2,0	377,0±1,6
Загальний приріст живої маси 1 голови за період вирощування, кг	99,4±1,4	107,0±1,9	115,0±1,5
Середньодобовий приріст живої маси, г	776,5±31,3	836,0±51,6	898,4±41,3
Затрати кормів на 1 ц приросту живої маси, ц. к. од.	10,6	9,9	9,4
Собівартість 1 ц приросту живої маси, грн.	427,3	395,3	407,2
Чистий прибуток на 1 ц живої маси, грн.	192,7	224,7	212,8
Рентабельність, %	45,1	56,8	52,2

У кінці проведених досліджень визначили економічні показники, які отримано в ІІ і ІІІ дослідних групах, у яких затрати кормів на 1 ц приросту живої маси склали 9,9 і 9,4 ц. к. од., собівартість приросту живої маси 1 голови за період

вирощування дорівнювала 395,3 і 407,2 грн. Чистий дохід на 1 голову в цих групах був найбільшим і становив 224,7 і 212,8 грн. Як наслідок, рентабельність вирощування склала 56,8 і 52,2% відповідно. Дещо нижчі економічні показники отримано в 1-дослідній групі. Так, витрати кормів на 1 ц приросту живої маси 1 голови становили 10,6 ц. к. од., а собівартість 1 ц приросту живої маси – 427,3 грн. за умов чистого доходу на 1 ц живої маси 192,7 грн. з рентабельністю 45,1%.

Отже, результати наших наукових селекційних досліджень підтверджують із проведеною економічною ефективністю інтенсивного випасання бугайців різних порід та типу жуйних із використанням максимально природних пасовищі з підгодівлею розробленого власного комбікорму з рентабельністю 45,1%, що робить технологію перспективною в умовах Буковини.

Висновки і пропозиції. Таким чином, на основі обґрунтованості власних теоретичних і практичних проведених досліджень установлено, що під час випасання бугайців м'ясного комолого сименталу худоби нової генерації на природних пасовищах із підгодівлею розробленого власного комбікорму збільшується енергія росту на (22,3%) за найнижчої теплопродукції з вірогідною різницею – 30,94 кДж/хв., що на 4,61 та 3,86 кДж/хв. відповідно менше, ніж в аналогів – 1- групі та симентальської породи жуйних за умов затрат корму на 1 кг приросту 8,5 кормових одиниць в умовах Буковини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Буркат В.П., Сахацький П.С. Використання пасовищ і м'ясне скотарство. *Тваринництво України*.1997. № 6. С. 2–4.
2. Викторов П.И., Меньшин В.К. Методика и организация зоотехнических опытов. Москва : Агропромиздат, 1991. 112 с.
3. Дідьківський А., Ткачук І., Вишневський В. Ріст та розвиток тварин різних порід і типів. *Тваринництво України*. 1997. № 9. С. 7.
4. Кудрявцев А.А. Методы исследования газового и энергетического обмена у сельскохозяйственных животных. Москва :Сельхозгизд., 1951. 104 с.
5. Калашников А.П., Клейменов А. И., Беканов В.Н. и др. Нормы и рационы кормления с. – х. животных. Москва : Агропромиздат, 1985. 352 с.
6. Кульчицька А.П. Легеневий газобмін бичків і теличок української чорнорябої молочної породи у різні вікові періоди. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького*, 2016, Т. 18, № 4 (72). С. 37–40.
7. Меркурьева Е.К. Биометрия в животноводстве. Москва : Колос, 1964. 258 с.
8. Нормы и рецоны кормления сельскохозяйственных животных. Справ. Пособ. А.П. Калашников, Н.И. Клейменов, В.Н. Басанов и др. Москва : Агропромиздат, 1985. 352 с.
9. Овсянников А.И. Основы опытного дела в животноводстве. Москва : Колос, 1976. 304 с.
10. Методичні рекомендації уніфікації досліджень по годівлі м'ясної худоби. Богданов Г.О., Славов В.П., Ібатулін І.І. та ін. Київ. 2002. 42 с.
11. Цвігун А.Т., Кімаковський В. І. Вивчення ефективності використання енергії раціонів за даними респіраційних досліджень масковим методом. *Новое в методах зоотехнических исследований*. Харків, 1992. С. 63–66.

УДК 636.22/.28.082.13
DOI https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.119.23

ЕКСТЕР'ЄР І КОНСТИТУЦІЯ НОВОЇ ПОПУЛЯЦІЇ М'ЯСНИХ СИМЕНТАЛІВ ХУДОБИ В УМОВАХ БУКОВИНИ

Калинка А.К. *– к.с.-г.н., с.н.с., член-кореспондент Міжнародної академії наук екології, безпеки людини та природи, 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*
Казьмірук Л.В. *– к.с.-г.н., доцент кафедри ветеринарної, гігієни та розведення тварин, Вінницький національний аграрний університет*

У пропонованій статті викладені сучасні методи формування племінних стад із розведення нової популяції м'ясного сименталу жуйних із високим генетичним продуктивним потенціалом продуктивності з добовими приростами на підсисі влітку на культурних пасовищах 950–1050 г. в базових племінних господарствах, що є актуальним у Карпатському регіоні Буковини. Установлено, що корови нової популяції буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу худоби провідного племінного заводу з ДП ДГ «Чернівецьке», що діє в Україні, за висотними промірами, глибиною грудей та довжиною тулуба мають перевагу на 6,7–8,3% більше перед матками інших господарств України.

Дослідженнями визначено, що індекси довгоногості, тазо-грудний та переростості з віком зменшуються, а широкогрудності, глибокогрудності, розтягнутості та костистості – збільшуються. Індекси грудний та збитості змінюються неістотно. Результати досліджень показують, що індекси будови тіла корів відповідають м'ясному типу тварин і свідчать про добрий розвиток і пропорційність будови тіла корів нової генерації буковинського зонального типу м'ясного сименталу. Корови племінного заводу ДП ДГ «Чернівецьке» мають індекс збитості вищий на 6,3% порівняно з ровесницями колишнього племінного заводу ДП «Рокитне» СТОВ «Авангард», а розтягнутості – на 2,5%. Дослідженнями доведено, що жива маса корів у племінних базових господарствах Буковини з розведення м'ясного комолого сименталу нового типу худоби, яка коливається в межах 475–491 кг (І розтелення), 531–543 кг (ІІ розтелення) та 557–579 кг (ІІІ розтелення) в середньому 530 кг, а окремі рекордистки мали живу масу до 723–755 кг. Результати проведених досліджень указують на те, що за виходом телят за відлучення з розрахунку на 100 корів тварини м'ясного сименталу худоби господарства ДП «Рокитне» СТОВ «Авангард» переважають місцеву симентальську породу на 8,3% більше від колишнього племінного репродуктора СВК «Буковина». Жива маса телят у 7-місячному віці була найбільшою в ДП ДГ «Чернівецьке» – 205,3 кг, що на 19,6 кг (9,7%) більше за нащадків симентальської худоби репродуктора СВК «Буковина».

Ключові слова: *порода, генетичний потенціал, проміри, індекси тіла, жива маса, добовий приріст.*

Kalinka A.K., Kazmiruk L.V. Exterior and body constitution of a new population of beef cattle under the conditions of Bukovina

The proposed article outlines modern methods of forming breeding herds for breeding a new population of meat Simmental ruminants with a high genetic productivity potential with daily gains of 950 -1050 g in the summer on cultivated pastures at basic breeding farms, which is relevant in the Carpathian region. It is established that the cows of the new population of the Bukovina zonal type of meat hornless Simmental cattle of the leading and operating in Ukraine breeding farm Chernivetske in height measurements, chest depth and torso length have an advantage of 6.7-8.3% more than the cows of other farms in Ukraine.

The studies have shown that the indices of leg length, pelvic-thoracic and excessive growth decrease with age, and indices of broad-chestedness, deep-chestedness, stretchiness and bone increase. Indices of thoracic and blockiness change insignificantly. The research results show

that the body structure indices of cows correspond to the meat type of animals and indicate good development and proportionality of the body structure of the new generation cows of the Bukovina zonal type of meat Simmental. The cows of the breeding plant of the State Enterprise Chernivetske have a blockiness index higher by 6.3% in comparison with the peers of the former breeding plant of SE Rokytne, LLC Avangard, and the elongation index is 2.5% higher. The studies have shown that the live weight of cows at the base breeding farms of Bukovina for breeding the new meat hornless type of cattle, which ranges from 475-491 kg (I-calving), 531 – 543 (II-calving) and 557 – 579 kg (III-calving) on average 530 kg, and some record holders had a live weight of 723 -755 kg. The results of the research indicate that the yield of calves at weaning per 100 cows of meat Simmental cattle of the farm SE Rokytne, LLC Avangard exceeds the local Simmental breed of the former breeding farm Bukovina by 8.3%. Live weight of calves at the age of 7 months was the highest at SE Chernivetske – 205.3 kg, which is 19.6 kg (9.7%) more than in the descendants of Simmental cattle of the breeding farm Bukovina.

Key words: *breed, genetic potential, measurements, body indices, live weight, daily gain.*

Постановка проблеми. Останнім часом галузь м’ясного скотарства України зумовлена розведенням уперше нової популяції створюваного буковинського зонального типу м’ясного комолого сименталу худоби, яка добре акліматизувалася і розмножується на основі власної бази племінних ресурсів і дає дешеву яловичину, що є актуальним для зони Українських Карпат [1, с. 2; 6; 7, с. 213].

З огляду на це, вітчизняними вченими доведено, що кращими показниками використання енергії і протеїну кормів під час переробки їх у продукти харчування є м’ясне скотарство, яке успішно розвивається не один рік у Карпатському регіоні Буковини. Для цього була розроблена селекційно племінна регіональна програма якісного перетворення буковинської місцевої симентальської породи худоби з використанням генофонду м’ясних сименталів та завдяки довготривалій спільній роботі науковців і спеціалістів, які сформували новий тип м’ясного сименталу худоби для Буковини.

Оскільки м’ясна худоба нової генерації створена методом поглинального схрещування місцевої буковинської симентальської породи комбінованого напряму продуктивності з бугаями-плідниками м’ясного напрямку продуктивності американської, канадської та австрійської селекції, яка розводиться «в собі», що забезпечує стійке передання ознак своїм нащадкам та добре акліматизувалися до зони Карпат.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Проведені дослідження з буковинським зональним типом м’ясного комолого сименталу худоби, що є результатом багаторічної спрямованої селекційної роботи науковців селекціонерів Буковинської ДСГДС ІСГ КР НААН для розведення та отримання дешевої та якісної яловичини у господарствах, які розташовуються в різних кліматичних зонах Карпатського регіону України.

Так, завдяки новому типу м’ясних жуйних, якому характерний високий генетичний потенціал молочної та м’ясної продуктивності, а саме бугайці, які у 18-місячному віці досягають живої маси 500–550 кг у передгірській зоні регіону Буковини. Так, за результатами буковинських науковців доведено, що тварини нової генерації, які переважають ровесників місцевих сименталів комбінованого молочного типу за енергією росту на 15–23%, та забійним виходом м’яса на 10,4–12% із використання максимально культурних пасовищ, які розташовуються в передгірській зоні регіону Буковини.

Отже, селекційно-племінна дослідна робота, яка виконується у створенні буковинського зонального типу м’ясного комолого сименталу жуйних, проводиться згідно з розробленими перспективними планами, скоординованими з програмою

наукового забезпечення у межах науково-виробничої системи, відповідають власним цільовим розробленим стандартам.

Постановка завдання. Мета статті – вивчити екстер'єрні і конституційні селекційні показники нової популяції створюваного буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу худоби в господарствах, що знаходяться в різних кліматичних зонах Карпатського регіону Буковини.

Для проведеної селекційної роботи регіональні науковці селекціонери проводять багаторічні дослідження на основі аналізу генеалогічного складу стада корів нової генерації з підбору висококласних бугаїв-плідників м'ясного напряму продуктивності різної селекції та ліній, які оцінені за якістю своїх нащадків із високою продуктивністю м'ясних стад жуйних зі щорічним ремонтом їх первістками, оціненими за комплексом ознак із проведенням фенотипової оцінки корів-первісток.

За виконаними результатами селекційної роботи відібрано висококласних чистопорідних м'ясних плідників-поліпшувачів, а також оцінювали маточне поголів'я за фенотипом, заздалегідь підготовляли нетелей до лактації з подальшою оцінкою молочної продуктивності за 1 лактацію і подальших із відтворювальними функціями в кожному підконтрольному м'ясному стаді.

У селекційній роботі в стадах нової популяції м'ясної худоби були використані чистопорідні бугаї-поліпшувачі з м'ясною продуктивністю жіночих предків родоводу. Інтенсивне використання кращих плідників дозволяє підвищувати генетичний потенціал стад на 2,5% за одне покоління [3, с. 13; 4, с. 119; 5, с. 35; 7, с. 23; 8, с. 12; 9, с. 75].

Під час ведення селекційної роботи з проведення оцінки екстер'єру з проведенням окомірно і за промірами основних статей тіла жуйних, які не відповідали запланованим параметрам виранжировували або вибраковували для проведення апробації з цієї м'ясної худоби.

Виклад основного матеріалу досліджень. У процесі селекційного аналізу показників продуктивності нової створеної популяції м'ясних комолих сименталь-ських стад худоби, у яких утримували по 25–32 молодих корів – первісток із ремонтом у межах 20–25% в розрахунку на 100 маток в усіх базових стадах цього типу м'ясної худоби.

У своїх селекційних дослідженнях визначали, що на основі промірів статей тіла корів, які майже не відрізнялися від даних, що містяться в новій розробленій інструкції для української сименталь-ської м'ясної породи худоби, що створюється. Так, корови м'ясного комолого сименталу худоби, які мають задовільнену розвинену власну мускулатуру та кістяк, гармонійну будову тіла без істотних недоліків екстер'єру й оцінені в середньому 7,5–9,5 бала, що відповідають вимогам першого класу майже за всі роки проведення селекційно-племінної роботи.

Оскільки за результатами дослідженнях визначено недорозвиненість із неправильною формою вим'я маток і перехватом за лопатками, вузькогрудність, шаблованість та зближеність ніг у скакових суглобах, м'яка спина – недоліки екстер'єру та за мастю худоби розподілено з половою мастю 5%, полово-рябою – 92%, червоно-рябою – 1,7 % та червоною – 1,3%.

Тому завдяки визначеним показникам результатів селекційної роботи нами проведено виміри за основними промірами статей екстер'єру дорослих корів в основних базових господарствах Буковини (табл. 1).

Таблиця 1

Основні проміри статей тіла дорослих корів, см

Проміри	Буковинський зональний тип м'ясного комолого сименталу худоби			Симен-тальська
	Статуси господарств			
	Племзавод		Дочірне	Репродуктор
	ДПДГ «Чернівецьке» (п= 99)	ДП «Рокитне» СТОВ «Авангард» (п=125)	СВПК «Перемога» (п=75)	СВК «Буковина» (п=185)
Висота в холці	133,1± 0,35	128,8±0,23	130,5±0,26	130,1±,0,19
Висота в спині	132,5±0,27	128,0±0,37	131,3±0,25	130,5±0,33
Висота в крижах	138,3±0.26	134,2±,032,	136,5±0,36	136,3±0,21
Ширина грудей за лопатками	44,9±0.21	38,4±0,27	39,5±0,23	38,5±0,19
Глибина грудей	69,5±0,28	67,4±0,21	66,3±0,18	65,5±0,27
Довжина тулуба	161,3±0,31	155,5±0,35	154,5±0,29	153,0±0,28
Коса довжина тулуба стрічкою	181,2±0,34	177,4±0,41	177,0±0,26	173,6±0,21
Обхват грудей	187,8±0,17	181,8±0,15	182,6±0,19	180,6±0,13
Обхват п'ястка	19,8±0,11	18,4±0,9	18,7±0,10	18,9±0,7
Коса довжина заду	53,2±0,15	52,0±0,17	51,6±0.19	51,5±0,13

Установлено, що корови нової генерації м'ясного комолого сименталу у провідному в Україні племінному заводі ДПДГ «Чернівецьке» Буковинської ДСГДС ІСГ КР НААН за висотними промірами, глибиною грудей та довжиною тулуба мають перевагу на 7,8% від м'ясних корів інших господарств різних регіонів України, що займаються розведенням цієї м'ясної худоби, проте поступаються їм за широтними промірами, косою довжиною заду та обхвату грудей за лопатками.

Цікавим у проведеній селекційній роботі є те, що корови з племінного заводу ДП ДГ «Чернівецьке» за висотними промірами, глибиною грудей та довжиною тулуба мають перевагу на 6,7–8,3% перед коровами інших стад, як-от ТОВ «МХП Баффало» Маневецького району Волинської області, та від маток племінного заводу Уманського племінного об'єднання, що мають дещо широкі проміри косу довжину заду та обхвату грудей за лопатками.

Під час проведених власних обстежень корів нової популяції м'ясного комолого сименталу худоби, які мають більшу ширину в клубах, кульшових зчленуваннях, а також косу довжину заду та тулуба стрічкою, ніж корови симентальської породи в колишньому племінному господарстві СВК «Буковина» с. Жадова Сторожинецького району Чернівецької області.

За даними, проведеними середніми промірами, одержаними від 365 корів м'ясного комолого сименталу (висота в холці 130,8 см), де таке м'ясне поголів'я віднесено до типу середніх і вище сименталів нової генерації худоби. Дані обстежень екстер'єру пропорціональні тілу будови, мають відмінну ширину грудей, гарну довжину і ширину заду, міцний кістяк-свідчить про достатній ріст і задовільний розвиток м'ясних сименталів у більшості базових господарств регіону Буковини.

За рахунок окомірної оцінки тіло будови корів за стабільною системою доповнює характеристику екстер'єру і конституції поголів'я м'ясного комолого сименталу із Середнім балом за екстер'єр маток становить 75,6–8,53, що відповідає вимогам стандарту та класу еліта і вище комплексного класі в умовах зони Карпатського регіону Буковини.

Таким чином, матеріали характеристики екстер'єру свідчать, що корови м'ясного комолого сименталу худоби в більшості племінних базових та дочірніх господарствах області, особливо в племінному заводі ДПДГ «Чернівецьке», досить добре розвинуті, мають достатню глибину грудей і ширину заду, компактний тулуб та ширину грудей.

Для повнішої викладеної зоотехнічної характеристики м'ясної худоби нового типу господарствах Чернівецької області наведено індекси будови тіла у повновікових корів (табл. 2).

Таблиця 2

Індекси будови тіла корів, (%)

Індекс	Базові господарства		
	ДПДГ «Чернівецьке»	ДП «Рокитне» СТОВ «Авангард»	Репродуктор СВПК «Перемога»
Широкогрудності	29,8±0,15	28,8±0,17	29,1±0,11
Глибокогрудності	51,6±0,21	51,3±0,18	50,6±0,23
Грудний	64,6±0,13	58,5±0,15	59,1±0,11
Тазо-грудний	85,2±0,19	78,7±1,11	75,9±0,21
Формату таза	92,3±0,11	90,1±0,13	91,3±0,17
Костистості	15,0±0,09	14,1±0,07	14,2±0,11
Збитості	123,4±0,36	116,1±0,27	116,5±0,31
Розтягнутості	120,3±0,25	117,4±0,21	120,0±0,17
Перерослості	104,4±0,13	106,5±0,11	104,8±0,09
Довгоногості	47,4±0,12	49,7±0,09	48,5±0,13

Дані, наведені в табл. 2, показують, що індекс широкогрудності у дорослих корів становить 29,8%. Він значно нижчий, ніж показник у племзаводі ДП «Рокитне» СТОВ «Авангард». Так, індекс довгоногості у худоби ДП ДГ «Чернівецьке» вищий, ніж у корів СВПК «Перемога» та в колишньому племінному заводі ДП «Рокитне» СТОВ «Авангард».

Так, вищі показники цього індексу говорять про те, що вирощування тварин у молодому віці проходило в задовільних умовах годівлі й утримання з гарною власною кормовою базою господарств. З огляду на це і визначено, що індекси довгоногості, тазо-грудний та перерослості з віком зменшуються, а широкогрудності, глибокогрудності, розтягнутості та костистості – збільшуються. Індекси грудний та збитості змінюються неістотно.

За проведеними нашими науковими селекційними дослідженнями, встановлено, що індекси будови тіла корів, які відповідають м'ясному типу тварин і свідчать про гарний розвиток і пропорційність будови тіла корів нової генерації м'ясного комолого сименталу худоби.

Отже, корови племінного заводу ДП ДГ «Чернівецьке» мають індекс збитості вищий на 6,3% порівняно з ровесницями племінного заводу ДП «Рокитне» СТОВ

«Авангард», а розтягнутості – на 2,5%, що не завжди відповідає параметрам типу через недостатню годівлю в ранньому періоді вирощування за основними поживними речовинами, особливо в кінці фізіологічного головного молочного періоду.

Установлено, що в подальші фізіологічні періоди вирощування, частіше влітку, коли вигорають травостої на модельному культурному пасовищі та восени у ДП ДГ «Чернівецьке» відчувається дефіцит білкових кормів і, як наслідок, відставання ремонтних телиць у рості та розвитку на 2–3 місяці від вимог стандарту симентальської, що створюється в Україні.

Тому часто плодотворне осіменіння відбувається у 18–21 місячному віці і отелення – у 29–30 місяців. Компенсація відставання в рості відбувається в період підготовки нетелей до отелення та протягом першої лактації. Із другої половини тільності нетелів переводять на раціон корів у період сухостою поживністю 10–11 корм. одиниць.

Отже, для поліпшення відтворювальної здатності і молочності корів у м'ясних стадах ми здійснювали шляхом масового добору корів-первісток за живою масою нащадків за умов відлучення та тривалістю індеференс-періоду, а корів старшого віку – за коефіцієнтом відтворювальної здатності та живою масою відлученого приплоду, встановивши рівень добору для кожної з ознак.

У селекційній дослідній роботі з м'ясними коровами, які не відповідають селекційним критеріям у стаді (мають телят із низькою живою масою до відлучення, бракує материнських якостей у широкому розумінні поняття, зокрема гінекологічними захворюваннями та фізіологічними збоченнями, агалактією та ін.), без вагань вибраковувалися.

У своїх проведеними дослідженнях визначили середню живу масу маток м'ясного сименталу худоби в господарствах Чернівецької області (табл. 3).

Таблиця 3

Середня жива маса корів, кг

Господарства	Вік, років							
	3		4		5 і старше		В середньому	
	гол.	кг	гол.	кг	гол.	кг	гол.	кг
ДП ДГ «Чернівецьке»	15	491	25	543	120	579	160	534
ДП «Рокитне» СТОВ «Авангард»	5	475	15	531	5	557	25	521
СТОВ «Перемога»	3	485	11	541	33	565	47	530
В середньому	23	484	51	538	158	567	232	529

Дослідженнями доведено, що жива маса корів м'ясних сименталів худоби становила 475–579 кг, (у середньому 530 кг), а окремі рекордистки мали живу масу близько 750 кг і більше. Під час створення нового м'ясного типу сименталу худоби значну увагу приділили питанню формування вікової структури живої маси стада як одному з факторів високої м'ясної продуктивності для господарств Буковини.

Так, визначено живу масу корів у господарствах області з розведення м'ясного комолого сименталу худоби нового типу, яка коливається в межах 475–491 кг (I розтел), 531–543 кг (II розтел) та 557–579 кг (III розтел) у середньому 530 кг, а окремі матки мали живу масу до 723–715 кг. Так, більше 615 кг було у 25 тваринах у племзаводі ДП ДГ «Чернівецьке». Корови-первістки мають живу масу 484 кг (I розтел), 538 кг (II розтел) та 567 кг (III розтел) в регіоні Буковини.

Отже, під час створення м'ясного комолого сименталу худоби, в якому вагомого значення надавали формуванню вікової структури живої маси жуйним як одному з факторів високої м'ясної продуктивності.

У наших селекційних дослідження визначено характеристику відтворювальної здатності маток м'ясного сименталу худоби із сервісом – періоду, який становить більше 90 днів. Між телицями нової генерації м'ясного комолого сименталу різних базових господарств регіону спостерігаються деякі відмінності за показниками відтворювальної здатності (табл. 4).

Таблиця 4

Показники відтворювальної здатності симентальських м'ясних телиць

Показник	Підконтрольні господарства			
	Породи великої рогатої худоби			
	Симентальська м'ясна			Симентальська
	ДП ДГ «Чернівецьке»	ДП «Рокитне» СТОВ «Авангард»	СВПК «Перемога»	СВК «Буковина»
Жива маса при плідному осіменінні, кг	405,3±13,3	380,5±14,5	385,2±12,6	370±11,4
Заплідненість після першого осіменіння, %	81,3	85,6	87,5	88,2
Тривалість тільності, діб	283,5±1,91	289,6±1,43	285,5±1,83	290,3±1,7

Дослідженнями встановлено, що найбільшою живою масою за плідного осіменіння відзначилися телиці племінного заводу ДП ДГ «Чернівецьке» – 405 кг. На другому місці за цим показником були телиці господарства СВПК «Перемога» – 385,2 кг, на останньому – ровесниці сименталі СВПК «Перемога», а найвищою заплідненістю після першого осіменіння були телиці СВПК «Перемога та ДП «Рокитне» СТОВ «Авангард».

Таким чином, корови м'ясної худоби нової генерації здатні плідно осіменятися в межах оптимального показника сервіс-періоду. Відтворна здатність корів нової генерації сименталів у регіоні визначається умовами в господарствах і кваліфікацією ветеринарних працівників із відтворювання стада, ніж породною особливістю. Відхилення від норми, як правило, бувають у корів із високою продуктивністю, тому на утримання таких маток слід звернути особливу увагу в кожному підконтрольному стаді Буковини.

Як показало порівняльне вивчення материнських м'ясних корів-первісток, збереженість телят на підсисі була високою у корів в усіх створених базових господарствах, що становила 90,3–97,3% більше, ніж в інших господарствах галузі молочного скотарства у регіоні (табл. 5).

За показниками відтворення стад м'ясного сименталу худоби, в якого вихід телят на 100 маток, який складає в середньому 83,% із живою масою в середньому 182,9 кг у 7-м-ів за відлучення, що тісно пов'язано з валовим виробництвом м'яса та собівартістю приросту в умовах Буковини.

У проведених дослідженнях із вивчення материнських якостей корів у господарствах, збереженість телят на підсосі була високою у корів в усіх господарств,

але в СВПК «Перемога» була нижчою на 19,3% за нащадків СВК «Буковина» з розведення симентальської породи. За виходом телят за умов відлучення з розрахунку на 100 корів м'ясного сименталу жуйних господарства ДП «Рокитне» СТОВ «Авангард» переважають симентальську породу на 8,3% більше від СВПК «Перемога». Жива маса телят у 7-місячному віці була найбільшою у корів ДП ДГ «Чернівецьке» – 205,3 кг, що на 19,6 кг (9,7%) більше за симентальських стад корів СВК «Буковина».

Таблиця 5

Характеристика материнських якостей корів – первісток

Показник	Базові господарства				Усього
	Породи великої рогатої худоби				
	Буковинський зональний тип м'ясного комолого сименталу худоби			Симен-тальська	
	ДП ДГ «Чернівецьке»	ДП «Рокитне» СТОВ «Авангард»	СВПК «Перемога»	СВК «Буковина»	
Збереженість телят у 1-міс. життя, %	97,3	93,7	90,3	98,5	95,1
Вихід телят на 100 корів, %	62,5	89,0	87,5	91,7	83,8
Відмова від телят, гол.	2	3	2	2	1
Жива маса телят у 7-міс. віці, кг	205,3±2,3	188,5±1,5	185,7±,2,1	165,8±1,8	182,9

Таким чином, за всіма фізіологічними показниками відтворювальної здатності корови-первістки створюваного буковинського зонального типу м'ясного сименталу худоби мали значну перевагу над місцевими породами молочного напряму продуктивності в умовах Буковини.

Висновки і пропозиції. Дослідженнями встановлено, що корови нової популяції м'ясного сименталу худоби у племінному заводі ДП ДГ «Чернівецьке» за висотними промірами, глибиною грудей та довжиною тулуба мають перевагу на 6,7–8,3%, які мають індекс збитості вищий на 6,3% порівняно з ровесницями племінного заводу ДП «Рокитне» СТОВ «Авангард», а розтягнутості – на 2,5%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Буркат В.П. До розробки концепції створення галузі м'ясного скотарства в Україні. *Тваринництво України*. 1995. № 7. С. 1–2.
2. Вдовиченко Ю., Шпак Л., Калинка А. М'ясна продуктивність бичків різних типів симентальської породи в умовах передгір'я Карпат. *Тваринництво України.* 2004. № 11. С. 11–14.
3. Калинка А.К., Драб В.С. Сучасне м'ясне скотарство Буковини. *Тваринництво України*. № 5. 2009. С. 14.
4. Програма створення (формування) української симентальської м'ясної породи / Зубець М.В. та ін. Київ,1998. 54с.

5. Програма розвитку галузі спеціалізованого м'ясного скотарства України на 1997–2005 роки / Зубець М. та ін. Київ, 1997. 119 с.
6. Перепрофілювання господарств і ферм на м'ясне скотарство (рекомендації) / Шкурин Г.Т. та ін. Київ : *Видавництво Нива*, 1995. 31 с.
7. Програма «Селекція у м'ясному скотарстві на період до 2010 року» / Зубець М.В. та ін. Харків, 1998. 40 с.
8. Шкурин Г.Т., Окопний О.М. Районування худоби м'ясних порід в Україні. Асоц. «М'ясне скотарство». Київ, 1994. 16 с.
9. Шкурин Г.Т. Ефективність розведення генотипів симентальської м'ясної породи. Київ : Асоц. „ М'ясне скотарство", 1998. 100 с.

УДК 636.52/.58.034.083
DOI https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.119.24

ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ ОСВІТЛЕННЯ ТА ГОДІВЛІ ПІД ЧАС УТРИМАННЯ ПРОМИСЛОВОГО СТАДА КУРЕЙ-НЕСУЧОК У ГОСПОДАРСТВАХ ПІВДЕННОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ

Карпенко О.В. *– к.с.-г.н., доцент кафедри технологій переробки та зберігання сільськогосподарської продукції, Херсонський державний аграрно-економічний університет*
Баюра Б.М. *– студент V курсу магістратури біолого-технологічного факультету, Херсонський державний аграрно-економічний університет*
Фізяр Л.С. *– студентка V курсу магістратури біолого-технологічного факультету, Херсонський державний аграрно-економічний університет*

Птахівництво – галузь сільськогосподарського виробництва, основним завданням якої є розведення, годівля, утримання птахів, застосування автоматизації, проведення ветеринарної профілактики з метою отримання яєць, м'яса та інших продуктів (пух, пір'я, жирна печінка тощо) з низькими витратами праці та коштів.

Ураховуючи те, що основною метою птахівництва є збільшення виробництва дієтичних продуктів харчування – яєць і м'яса – до рівня науково обґрунтованих фізіологічних потреб харчування людей, досягнення цієї мети не є можливим без упровадження передової практики й результатів наукових досліджень.

Рішення проблеми стабілізації і підвищення економічної ефективності птахівництва в умовах ринку можливе шляхом інтенсифікації виробництва. Інтенсифікація галузі повинна супроводжуватися поліпшенням племінних і продуктивних якостей поголів'я, використанням птахів нових високопродуктивних кросів.

Крім того, актуальною проблемою залишається вдосконалення елементів технології утримання промислових стад курей-несучок (використання різних джерел світла, раціонів годівлі та застосування БВД і БВМД під час приготування повнораціонних комбікормів).

Дослідження проводилися в умовах птахівничих підприємств південного регіону України. Об'єкт досліджень – птахи промислового стада кросу «Ломан браун».

Метою було дослідження нових елементів технологій утримання та експлуатації курей-несучок, зокрема застосування різних джерел світла, а також на основі дійсної системи годівлі встановлення ефективності впровадження БВМД ТМ «Силач» у раціони годівлі курей-несучок, перспективність та доцільність використання в подальшому.

Установлено, що для утримання курей-несучок доцільніше використовувати кольорові металогалогенні лампи (з помаранчевим світлом). Це один із найбільш ефективних сучасних джерел світла.

Із використанням у раціонах годівлі БВМД ТМ «Силач» спостерігається підвищення продуктивності промислового стада курей-несучок та встановлено переваги застосування препарату в межах програми високоефективного вирощування й експлуатації птиці.

Ключові слова: *джерело світла, лампа розжарювання, люмінесцентна лампа, металогалогенна лампа, крос, раціон, фази годівлі, несучість.*

Karpenko O.V., Baiura B.M., Fiziar L.S. A study of lighting and feeding factors in industrial flocks of laying hens on farms of the southern region of Ukraine

Poultry is a branch of agricultural production, the main task of which is breeding, feeding, keeping birds, the use of automation, veterinary prevention to obtain eggs, meat and other products (down, feathers, fatty liver, etc.) at low cost labor and funds.

Given that the main purpose of poultry farming is to increase the production of dietary foods – eggs and meat – to the level of scientifically sound physiological needs of human nutrition, it is impossible to reach this goal without the introduction of best practices and research results.

The solution to the problem of stabilization and increase in the economic efficiency of poultry in market conditions is possible by intensifying production. Intensification of the industry should be accompanied by improvement of breeding and productive qualities of livestock, use of birds of new high-yielding crosses.

In addition, currently an urgent problem is to improve the elements of technology for keeping industrial flocks of laying hens (the use of different light sources, feeding rations and the use of BVD and BVMD in the preparation of complete feed).

The research was conducted in the conditions of poultry enterprises in the southern region of Ukraine. Object of research: birds of the industrial flock of cross Lohmann Brown.

The aim was to study new elements of technologies for keeping and operation of laying hens: the use of different light sources; and on the basis of the existing system of feeding, to establish the effectiveness of the introduction of BVMD TM Sylach in the diets of laying hens, laying hens and the feasibility of further use.

It is established that it is more expedient to use colored metal halide lamps (with orange light) in keeping laying hens. This is one of the most effective modern light sources.

With the use of BVMD TM Sylach in the rations of feeding, the productivity of the industrial flock of laying hens is observed, and the advantages of using the drug within the program of highly efficient breeding and exploitation of poultry are established.

Key words: *light source, incandescent lamp, fluorescent lamp, metal-halide lamp, cross, diet, feeding phases, egg laying.*

Постановка проблеми. Птахівництво – галузь сільськогосподарського виробництва, основним завданням якої є розведення, годівля, утримання птахів, застосування автоматизації, проведення ветеринарної профілактики з метою отримання яєць, м’яса та інших продуктів (пух, пір’я, жирна печінка тощо.) з низькими витратами праці та коштів.

Ураховуючи те, що основною метою птахівництва є збільшення виробництва дієтичних продуктів харчування – яєць і м’яса – до рівня науково обґрунтованих фізіологічних потреб харчування людей, досягнення цієї мети не є можливим без упровадження передової практики й результатів наукових досліджень [1, с. 6–8].

В останні роки галузь птахівництва в нашій країні характеризується динамічним розвитком. Щорічно значно збільшуються обсяги виробництва харчових курячих яєць та м’яса курчат-бройлерів. Продукція птахівництва користується великим попитом у споживачів. Поряд із високою якістю і дієтичними властивостями м’ясо птиці є дешевим, ніж м’ясо інших видів тварин, тому більшість споживачів віддає йому перевагу порівняно з іншими продуктами, які мають тваринний білок [2, с. 5–8].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Птахівництво – одна з прогресивних галузей, що має короткий термін обороту фінансових засобів. Однак в умовах світових цін на енергоносії, корми, вітаміни, лікарські препарати, технологічне устаткування і матеріали, виробництво продуктів птахівництва може стати низькорентабельним і, звичайно, неконкурентоспроможним [3, с. 8–10].

Основними складниками успіху галузі є досягнення генетики і селекції у птахівництві, науково обґрунтований рівень годівлі й утримання птиці, використання ефективного технологічного обладнання, впровадження дієвої системи ветеринарно-санітарних заходів та ефективна організація праці. Прогрес галузі тісно пов'язаний із раціональним використанням світового генофонду птиці. Сучасні спеціалізовані кроси курей характеризуються високим генетичним потенціалом продуктивності, який може бути реалізований повністю за умов забезпечення птиці оптимальними умовами утримання і годівлі [4, с. 63–66].

Рішення проблеми стабілізації і підвищення економічної ефективності птахівництва в умовах ринку можливе шляхом інтенсифікації виробництва. Інтенсифікація галузі повинна супроводжуватися поліпшенням племінних і продуктивних якостей поголів'я, використанням птахів нових високопродуктивних кросів.

Крім того, актуальною проблемою залишається вдосконалення елементів технології утримання промислових стад курей-несучок (використання різних джерел світла, раціонів годівлі та застосування БВД і БВМД під час приготування повнораціонних комбікормів).

Постановка завдання. Дослідження проводилися в умовах птахівничих підприємств південного регіону України за двома етапами. Метою було дослідження нових елементів технологій утримання та експлуатації курей-несучок: 1) застосування різних джерел світла: 2) на основі дійсної системи годівлі встановити ефективність упровадження БВМД ТМ «Силач» у раціони годівлі курей-несучок, перспективність та доцільність використання в подальшому.

Об'єкт досліджень – птахи промислового стада кросу «Ломан браун».

Під час оцінки проведено аналіз технології утримання та годівлі птиці. Для виконання відповідних етапів роботи застосовували загальновідомі зоотехнічні методики: методики розрахунків продуктивності птахів, складання раціонів годівлі залежно від фаз, розрахунки потреби в кормах та інші.

Виклад основного матеріалу дослідження. На першому етапі відбулися дослідження застосування різних джерел світла (ламп) та їх вплив на продуктивність птиці.

Джерела світла, найбільш часто використовувані в птахівництві, за своєю конструкцією та принципом роботи можна поділити на: лампи розжарювання, флуоресцентні (люмінесцентні), натрієві і металогалогенні.

Для досліду сформовано 3 групи курей-несучок кросу «Ломан Браун». Поголів'я утримувалося в триярусній клітковій батареї типу БКН-3 (каскадного типу) в групових клітках по 4–5 голів. У групі 1 (контроль) джерелом світла були лампи розжарювання (ЛР) потужністю 60 Вт, розміщені одна від одної вздовж ярусу на відстані 3 м. У групі 2 застосовували люмінесцентні лампи, а в групі 3 – кольорові металогалогенні лампи (помаранчевого світла).

Облік продуктивності птиці здійснювали перші 4 місяці з початку продуктивного періоду. Масу яєць у кожній групі окремо визначали щомісяця. Результати наведені в таблиці 1.

Лампи розжарювання – найбільш популярне джерело світла. Їх ККД вкрай низький (3%), оскільки левова частка витрачається під час їх роботи енергії, що виділяється у вигляді тепла. Під час застосування традиційних ламп розжарювання досягнуто найменшого ефекту за показниками продуктивності птиці.

Люмінесцентні лампи (денного світла) – більш сучасне джерело світла, але для них характерне мерехтіння (до 100 разів на секунду), що створює так званий стробоскопічний ефект. Він відрізняється для ламп різного виробництва, типу

і термінів експлуатації. Так, лампи матові і холодного білого світла мерехтять сильніше, ніж теплого білого, а будь-які старі лампи – сильніше, ніж нові. Для людського ока цей ефект майже невиразний, але птах, чий зір спочатку гостріший, чітко бачить цей «феєрверк» [5, с. 209–212]. Підвищення продуктивності за несучістю та середньою масою яєць (за обліковий період 4 місяці) становило на 1,1 штук яєць та 1,1 г за масою порівняно з використанням ламп розжарювання.

Таблиця 1

Вплив різних джерел світла на продуктивні показники промислового стада курей-несучок

	Група № 1 (контроль)	**Група № 2**	**Група № 3**
Кліткове обладнання	БКН – 3	БКН – 3	БКН – 3
Джерело світла	лампи розжарювання	люмінесцентні лампи	металогалогенні лампи
Продуктивність: несучість, шт. яєць;	74,5	75.6	78,0
середня маса яєць, г.	51.2	52,3	52,4

Кольорові металогалогенні лампи набувають усе більшої популярності, оскільки дозволяють краще контролювати поведінку і розвиток птиці. Додаткова перевага цих ламп полягає в тому, що вони дають освітленість таку ж або вище, ніж у стандартних ламп, але більш однорідну і з меншою кількістю затінених зон. Крім того, володіючи досить низьким енергоспоживанням, вони дуже економічні. Так, згідно з отриманими результатами показники несучості птиці були вищі за показники групи контролю та групи 2 на 3,5 та 2,4 штук яєць відповідно. Середня маса яєць у третій групі теж переважала дві попередні відповідно на 1,2 і 0,2 г.

На другому етапі розглядали застосування БВМД (ТМ «Силач») у раціонах годівлі курей-несучок. Раціони за двома схемами годівлі та фазністю наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Раціони годівлі курей-несучок з використанням БВМД ТМ «Силач»

Компоненти	**І фаза годівлі**		**ІІ фаза годівлі**	
	% введення			
	Класична	**з БВМД ТМ «Силач»**	**Класична**	**з БВМД ТМ «Силач»**
Кукурудза	33,60	33,60	38,00	35,00
Пшениця	32,00	24,00	34,00	24,00
Макуха соняшникова	15,00	14,00	15,00	15,00
Карб. вапняку	5,00	5,00	5,00	5,00
Черепашки	8,00	4,00	7,60	5,60
Шрот соєвий	6,00	4,00	-	-
Сіль кухонна	0,40	0,40	0,40	0,40
БВМД	-	15,00	-	15,00
ВСЬОГО	100,00	100,00	100,00	100,00
Олія	0,50	0,50	-	-

Годівля – найважливіший фактор ведення ефективного птахівництва. Правильно збалансований раціон годівлі дозволяє розкрити генетичний потенціал, закладений провідними виробниками кросів, а також отримати максимальний прибуток.

Показники продуктивності птиці з використанням БВМД ТМ «Силач» наведені в таблиці 3.

Таблиця 3

Показники продуктивності промислового стада курей-несучок

Приміщення	Крос	Обладнання	Схема годівлі	Середнє поголів'я, тис. гол.	Несучість, шт.	+/-
1	Ломан браун	БКН-3	класична	35,2	347,5	-
2	Ломан браун	БКН-3	З БВМД	35,3	352,4	+ 4,9

Із використанням у раціонах годівлі БВМД ТМ «Силач» спостерігається незначне підвищення продуктивності на 4,9 штук яєць. Але у розрізі валового виробництва різниця становить майже 200 тис. штук яєць. А це нині за мінімальної реалізаційної ціни 22 грн. за десяток становить близько 440 тис. грн.

Продукти компанії «Силач» розробляються відповідно до науково обґрунтованих потреб організму кожного виду і кросу птиці в повному комплексі вітамінів, мінералів, амінокислот, обмінної енергії, поживних речовин, а також інших необхідних елементів для досягнення максимальних результатів за середньодобовим приростом і прибутковості підприємства.

Завдяки використанню цієї добавки потреба курей-несучок у вітамінах і мінеральних речовинах повністю забезпечується. На 1 тонну комбікорму для курей-несучок згодовують 150 кг вищеназваного препарату.

Годівля курей є тоді раціональною, якщо кури за 1–2 години повністю поїдають корм, а до моменту наступної годівлі повинні бути з'їдені навіть пилоподібні частини.

У дослідах включення в раціони БВМД, який складався з вітамінів А, Д, Е, B_1, B_2, B_6, B_{12} і солей мікроелементів, підвищувало продуктивні показники на 1,4%. Так, спостерігаються переваги використання препарату в раціонах годівлі птиці, які полягають у:

– гарній збалансованості суміші білкових продуктів рослинного походження, яка забезпечує оптимальне надходження поживних речовин протягом усього періоду вирощування;
– позитивному впливі на продуктивність і збереження птиці;
– нормалізації обміну речовин в організмі;
– регуляції мінерального й енергетичного обміну;
– запобіганні дистрофії суглобів;
– нормалізації діяльності нервової системи;
– запобіганні канібалізму серед птахів;
– значному покращенні засвоювання кормів та ін. [6, с. 18–19].

Висновки і пропозиції. Установлено, що для утримання курей-несучок доцільніше використовувати кольорові металогалогенні лампи (із помаранчевим світлом). Це один із найбільш ефективних сучасних джерел світла.

Крім того, володіючи досить низьким енергоспоживанням, вони дуже економічні. За однакової інтенсивності світла на одиницю площі така лампа дозволяє заощадити до 85% електроенергії порівняно з лампою розжарювання і до 50% порівняно зі звичайними лампами денного світла, зважаючи на те, що термін роботи їх в кілька разів довший.

Із використанням у раціонах годівлі БВМД ТМ «Силач» спостерігається підвищення продуктивності промислового стада курей-несучок та встановлено переваги застосування препарату в межах програми високоефективного вирощування й експлуатації птиці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Бородай В.П. Вивчення економічності в птахівництві. *Ефективне птахівництво*. 2009. № 8. С. 6–8.
2. Степаненко І.А. Характеристика генетичних ресурсів птиці у птахогосподарствах України. *Сучасне птахівництво*. 2009. № 8 (81). С. 5–9.
3. Агапова Є.М. Проблеми забезпечення якості продукції птахівництва. *Сучасне птахівництво*. 2010. № 6. С. 8–10.
4. Ярошенко Ф.О Підвищення ефективності виробництва продуктів птахівництва. *Вісник аграрної науки*. 2004. № 1. С. 63–66.
5. 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.
6. Пономаренко І.П., Буряк Р.І., Мельник В.В. Фактори впливу на якість продукції птахівництва. *Сучасне птахівництво*. 2010. № 11. С. 18–19.

UDC 639.21:597.552.512.3.043:616-071:612.1
DOI https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.119.25

MORPHOLOGICAL COMPOSITION OF THE BODY AND CHEMICAL COMPOSITION OF TROUT MEAT DEPENDING ON AMINO ACID LEVELS IN FEED

Kondratiuk V.M. *– Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,*
Associate Professor at the Department of Pshenychnyi Animal Feeding
and Feed Technology,
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine
Ivaniuta A.O. *– Candidate of Technical Sciences, Postgraduate Student*
at the Department of Technology of Meat, Fish and Marine Products,
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

The article studies the effect of the use of complete feed with different levels of lysine and methionine on the morphological composition of the body and chemical composition of the meat of commercial rainbow trout. The aim of the experiment was to establish the effect of different levels of amino acid nutrition of commercial rainbow trout on these indicators. For this purpose, five experimental groups were formed by the method of analogues. The experiment lasted 210 days and was divided into two periods: equalization (10 days) and basic (200 days). During the equalization period, the experimental fish consumed feed of the control group. In

the main period of the experiment, the level of lysine and methionine in the production feed ranged from 2.5 to 2.9% and from 0.8 to 1.0%, respectively.

Feeding of rainbow trout during the study period was performed 4-6 times a day, during the day at regular intervals. The required amount of feed was calculated according to the indicators of individual fish weight and ambient temperature at the time of feeding. The growing of commercial two-year-old trout was carried out in ponds with a stocking density of 50 specimens/m^2 and a water level in them of 1 m. The total number of trout in experimental studies was 25 thousand specimens. Conditions for keeping experimental fish met the regulatory requirements in salmon farming.

It was found that with the increase in the weight of two-year-old trout, the weight of muscle tissue and the yield of edible parts increases. Different levels of lysine and methionine in the diets of young rainbow trout, during their growing affects in different ways the weight of internal organs. It is proved that the increase in the levels of lysine to 2.9% and methionine to 0.95% in the diets of rainbow trout during the growing periods contributes to the increase in the weight of the liver, stomach and intestines.

The results of experimental studies showed that the muscle tissue of rainbow trout, regardless of the influence of the studied factor, is characterized by a high protein content (21.8-24.9%). Elevated levels of lysine and methionine during the growing period contributed to a decrease in crude protein content in muscle tissue. Feeding two-year-old rainbow trout with complete feed with different methionine and lysine content does not significantly affect the content of dry substance, ash and minerals in muscle tissue.

Key words: *rainbow trout, fish feeding, compound feeds, lysine, methionine, amino acid nutrition, morphological indicators, marketable qualities, chemical composition.*

Кондратюк В.М., Іванюта А.О. Морфологічний склад тіла та хімічний склад м'яса форелі залежно від рівнів амінокислот у комбікормах

У статті досліджено вплив використання повнораціонних комбікормів із різним рівнем лізину та метіоніну на морфологічний склад тіла та хімічний склад м'яса товарної райдужної форелі. Метою досліду передбачалося встановити вплив різних рівнів амінокислотного живлення товарної райдужної форелі на згадані показники. Для цього за методом аналогів сформовано п'ять піддослідних груп. Дослід тривав 210 діб та поділявся на два періоди: зрівняльний (10 діб) та основний (200 діб). У зрівняльний період піддослідна риба споживала комбікорм контрольної групи. В основний період досліду рівень лізину і метіоніну у продукційному кормі коливався від 2,5 до 2,9% і від 0,8 до 1,0% відповідно.

Годівлю райдужної форелі в період досліджень проводили 4–6 раз на добу, в денний час через рівні проміжки. Необхідну кількість корму розраховували відповідно до показників індивідуальної маси риб та температури середовища на час їх годівлі. Вирощування товарних дволітків проводили в ставах за щільності посадки 50 екз./м^2 та рівня води в них 1 м. Загальна кількість особин форелі в експериментальних дослідженнях становила 25 тис. екз. Умови утримання піддослідних риб відповідали нормативним вимогам у лососівництві.

Установлено, що зі збільшенням маси дволітків форелі маса м'язової тканини та вихід їстівних частин зростає. Різний рівень лізину і метіоніну у раціонах молоді райдужної форелі під час їх вирощування по-різному впливає на масу внутрішніх органів. Доведено, що підвищення у раціонах райдужної форелі рівня лізину до 2,9% і метіоніну до 0,95% упродовж періодів вирощування сприяє збільшенню маси печінки, шлунка та кишківника.

Результати проведених експериментальних досліджень показали, що м'язова тканина райдужної форелі (незалежно від впливу досліджуваного фактора) характеризується високим вмістом білка (21,8–24,9%). Підвищення рівня лізину та метіоніну протягом періоду вирощування сприяло зниженню вмісту в м'язовій тканині сирого протеїну. Годівля дволітків райдужної форелі повнораціонними комбікормами з різним вмістом метіоніну та лізину суттєво не впливає на вміст у м'язовій тканині сухої речовини, золи та мінеральних речовин.

Ключові слова: *райдужна форель, годівля риб, комбікорми, лізин, метіонін амінокислотне живлення, морфологічні показники, товарні якості, хімічний склад.*

Relevance of the article and analysis of recent research and publications. The nutritional and biological value of fish raw materials is a major factor in its use as a food product. Fish is characterized by a high content of vital compounds for the human body, such as acrylic acid nitrile, including lysine, leucine, essential fatty acids, including unique eicosapentaenoic and deoxyhexanoic, fat-soluble vitamins, macro-and micro-

nutrients in balanced human proportions [1-6]. According to a number of researchers, methionine, which has a lipotropic, antisclerotic effect, is of special importance [7–10]. Many scientists claim that the content of methionine in fish is one of the first places among protein products of animal origin [11–14].

Analyzing the degree of influence of the feed factor in the diets of rainbow trout on metabolic processes, it is important to study the marketable qualities of fish, namely the morphological and structural composition of two-year-old rainbow trout, depending on growing conditions.

Accordingly, studies of the use of complete feeds with different levels of lysine and methionine on the morphological composition of the body and the chemical composition of the meat of commercial rainbow trout are necessary and of great economic importance.

Material and methods of research. Experimental studies on two-year-old rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) were conducted in the fishery "Shipot" located at Perechyn district of Transcarpathian region.

The purpose of the scientific and economic experiment was to establish the influence of different levels of amino acid nutrition of marketable rainbow trout on the indicators of its marketable qualities and chemical composition of muscle tissue.

For this purpose, five experimental groups were formed by the method of analogues (Table 1).

Table 1

Scheme of scientific and economic experiment

Fish group	Stocking density at the beginning of the experiment, specimens / m²	The average weight at the beginning of the experiment, g	Experiment periods			
			equalization (10 days)		basic (200 days)	
			content in 1 kg of feed,%			
			lysine	methionine	lysine	methionine
1- control	200	53.9±3.17	2.7	0.9	2.7	0.90
2- experimental	200	53.4±2.86			2.5	0.80
3- experimental	200	54.2±3.74			2.6	0.85
4- experimental	200	52.7±3.29			2.8	0.95
5- experimental	200	54.0±3.06			2.9	1.00

During the equalization period, the experimental fish consumed feed of the control group, where the levels of lysine and methionine were the same and met the established norms [16]. In the main period, fish of all groups received a similar diet, except for the level of lysine and methionine in it. The mentioned amino acids were added in one or another proportion, as provided by the scheme of the experiment.

The nutritional value of experimental production feeds is shown in table 2.

Feeding of rainbow trout during the study period was performed 4–6 times a day, during the day at regular intervals. The required amount of feed was calculated according to the indicators of individual fish weight and ambient temperature at the time of feeding.

The growing of commercial biennials was carried out in ponds with a stocking density of 50 specimens/m² and a water level in them of 1 m. The total number of trout in

experimental studies was 25 thousand specimens. Conditions for keeping experimental fish met the regulatory requirements in salmon farming [16].

Table 2

Content in 1 kg of feed, %

Indicator	Group				
	1-st	2-nd	3-rd	4-th	5-th
Exchange energy, MJ	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00
Crude protein	48.00	48.00	48.00	48.00	48.00
Crude fat	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00
Crude fiber	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40
Calcium	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80
Total phosphorus	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Lysine	2.70	2.50	2.60	2.80	2.90
Methionine	0.90	0.80	0.85	0.95	1.00
Vitamin A, thousand IU	10	10	10	10	10
Vitamin D_3, thousand IU	3	3	3	3	3
Vitamin E, mg	200	200	200	200	200

Marketable qualities of rainbow trout were determined by the main indicators of size and mass composition of raw materials – the weight of fish, head, fins, bones, muscle tissue, bones, skin and internal organs. The study was performed by weighing on electronic scales VLTK-500. Based on the obtained weighing data, the ratio of the weight of individual parts of its body to the weight of the whole fish was determined in accordance with GOST 1368 (2003) [17].

Mass fraction of ash – by weight method, after mineralization of the product sample in a muffle furnace at a temperature of 500-600 ° C in accordance with DSTU 8718: 2017 [18]. The method is based on the removal of organic substance from a sample of the analyzed product by incineration and determination of ash by weighing.

The mass fraction of lipids by the Soxhlet method according to DSTU 8718:2017, which is that the fat is weighed after its extraction with a solvent from a dry sample in the Soxhlet apparatus, based on determining the change in sample weight after solvent extraction of fat [18].

Mass fraction of protein according to GOST 7636-85 – determination of total nitrogen by the Kjeldahl method [19]. Ashing of the samples was performed on Velp Scientifica series DK6 (Italy) with a vacuum pump (JP). Distillation was performed on a steam distillation apparatus Velp Scientifica UDK 129 (Italy).

The content of calcium and phosphorus was determined in accordance with DSTU ISO 11885:2005 by the method of atomic emission spectrometry with inductive plasma [20]. The method is based on the ability of free atoms of elements in gases to emit light energy at a wavelength characteristic of each element.

The research results were processed by the method of variation statistics using the software STATISTICA 7.0. and MS Excel using built-in statistical functions.

Research results. In order to rationally use fish raw materials, we conducted a study of the morphological and structural composition of biennials of rainbow trout, depending on the growing conditions. The research results are shown in table 3.

Analyzing the degree of influence of the feed factor in the diets of rainbow trout on metabolic processes, the marketable qualities of fish were studied. For the analysis of marketable qualities 5 fish were selected from the control and experimental groups, with the average weight per group.

Analysis of data on the mass composition of rainbow trout indicates a certain stability of the relative mass of the skin and internal organs. With the achievement of high indicators of live weight, there is an increase in the relative mass of muscle tissue and a slight decrease in the yield of inedible parts (indicators of the 5th group). This in turn leads to an increase in the yield of edible parts, the difference between the control and the indicators of the 5th group is statistically significant ($p < 0.05$).

In general, it has been found that as the weight of two-year-old trout increases, the mass of muscle tissue and the yield of edible parts increases.

Table 3

Commercial qualities of rainbow trout, n=5, M±m

Indicator	Group				
	1-st	**2-nd**	**3-rd**	**4-th**	**5-th**
Fish weight, g	291.5± 9.03	254.9± 8.41*	279.4± 8.22	310.2± 9.43	306.5± 8.87
Head weight, g	48.72± 2.33	43.97± 2.12	45.02± 2.36	50.1± 2.69	51.24± 3.01
Fins weight, g	18.19± 1.54	16.42± 1.21	16.88± 1.89	19.10± 2.03	18.83± 2.47
Bone weight, g	17.61± 1.98	17.48± 1.39	18.57± 1.24	20.67± 1.69	20.37± 1.67
Muscle weight, g	153.5± 10.01	118.94± 8.14*	139.93± 9.02	166.08± 7.96	163.32± 6.35
Skin weight, g	19.96± 2.03	18.01± 1.65	21.03± 1.97	24.34± 2.69	22.83± 2.03
Internal organs weight, g	16.14± 1.87	13.24± 1.47	15.48± 1.52	18.79± 1.76	16.98± 1.81
Edible parts weight, g	173.46± 8.12	136.95± 9.04*	160.96± 6.32	190.42± 6.25	186.15± 5.69
Edible parts yield, %	59.1	51.7	57.2	60.8	60.3
Inedible parts weight, g	120.04± 6.32	127.95± 5.21	120.44± 4.21	122.78± 4.98	122.55± 3.25
Inedible parts yield, %	40.9	48.3	42.8	39.2	39.7

*p<0,05 – compared with the 1st group

The results of our studies indicate that different levels of lysine and methionine in the diets of young rainbow trout, during their growing has a different effect on the mass of internal organs (table 4).

There is a significant difference in the weight of such parts as the liver, stomach and intestine between the fish of the control and experimental groups. In particular, it was found that the increase in the diet of rainbow trout lysine to 2.9% and methionine to 0.95% during the growing season contributes to an increase in the mass of the liver, stomach and intestines. Thus, the weight of the liver, stomach and intestines in fish

of the 4th experimental group was 16.4%, respectively; 14.4% and 20.9% higher compared to similar indicators in the trout of the control group (p <0.05; p <0.01).

Table 4

Mass of internal organs of two-year-old rainbow trout, g, n=5

Indicator	Groups				
	1-st	2-nd	3-rd	4-th	5-th
Heart	1.02±0.01	1.20±0.06*	1.21±0.09	1.32±0.09*	1.28±0.06**
Liver	4.14±0.33	3.72±0.30	4.63±0.63	4.82±0.53	4.74±0.71
Kidneys	1.88±0.06	1.76±0.07	1.89±0.07	1.93±0.07	1.90±0.09
Stomach	4.31±0.29	3.82±0.31	4.50±0.92	4.93±0.36	4.88±0.82
Intestine	4.79±0.37	2.74±0.22*	3.31±0.49*	5.79±0.22*	4.18±0.64

*p<0,05; **p<0,01 compared with the 1st group

Feeding two-year-old rainbow trout of the 2nd group during the period of growing with complete feed with low lysine and methionine content, compared with the control, caused a decrease in the mass of the liver, stomach and intestines, respectively (according to the experimental scheme) by: 11.1%; 12.8% and 74.8% (p<0.05).

The use for feeding rainbow trout during the period of growing complete feed with a content of 2.6% lysine and 0.85% methionine (group 3) was accompanied by a probable decrease in intestinal mass by 44.7%, a slight increase in liver and stomach mass, respectively, by 11.8% and 4.4% compared with such indicators in the control group.

In general, it was found that the highest rates of internal organs weight were found in fish of the 4th group, which during the growing period was fed complete feed with a higher content of lysine by 0.1% and methionine – by 0.05%.

The next step was the study of a comprehensive assessment of fish raw materials for the content of essential nutrients, biological value of proteins and biological efficiency of fats are shown in table 5.

Table 5

The chemical composition of the muscle tissue of commercial rainbow trout, %, n=5

Indicator	Groups				
	1-st	2-nd	3-rd	4-th	5-th
Water	72.8±1.88	73.1±1.91	72.3±1.77	71.8±1.68	72.1±1.63
Dry substance	27.2±1.22	26.9±1.31	27.7±1.44	28.2±1.51	27.9±1.48
Crude protein	22.6±0.52	21.8±0.93	21.9±1.12	24.6±0.64*	24.9±0.78*
Crude fat	4.12±0.22	4.01±0.30	3.98±0.28	3.84±0.44*	3.92±0.51
Ash	1.49±0.11	1.51±0.03	1.54±0.13	1.56±0.15	1.63±0.19
Calcium	0.72±0.09	0.66±0.08	0.74±0.10	0.79±0.09	0.76±0.08
Phosphorus	0.13±0.01	0.14±0.02	0.17±0.01*	0.15±0.02	0.14±0.03

*p<0,05; compared with the 1st group

Analysis of the data in Table 5 showed that the muscle tissue of rainbow trout, regardless of the influence of the studied factor, is characterized by a high protein content (21.8-24.9%).

The results of our research show that the use of compound feeds with different levels of amino acid nutrition in the diets of rainbow trout biennials during their growing has different effects on the chemical composition of muscle tissue.

Thus, the increase in lysine and methionine levels during the growing period contributed to a decrease in the content of crude protein in muscle tissue. In the muscle tissue samples of fish of the 2nd and 3rd experimental groups, the crude protein content was 3.7% and 3.2% lower, respectively, compared to the same indicator of the fish of the control group.

It has been found that feeding rainbow trout biennials with complete rations with the same level of protein and energy, but with different content of amino acids such as methionine and lysine, does not significantly affect the content of dry substance, ash and minerals in muscle tissue.

At the same time, when feeding the fish of the 4th group of complete feed with increased by 0.1% lysine content and 0.05% methionine, an increase in muscle content of crude protein and dry substance by 1.0% and 2.0%, respectively, as well as a decrease in crude fat content – by 0.28%, compared with the control group. However, the content of ash, calcium and phosphorus in the muscle tissue of this group did not differ significantly.

The increase in the level of amino acid nutrition of trout of the 5th group was also accompanied by an increase in the content of crude protein, dry substance and ash in the muscles, compared with those of the control group analogues. It was found that as the dry substance content in the muscles increases, the content of organic matter in them increases, and the main part of it is protein. The protein content in muscles of trout of the 4th and 5th experimental groups exceeded the control analogues and fish of the 2nd and 3rd experimental groups.

In general, during the growing period, the greatest nutritional value was characterized by the muscle tissue of rainbow trout biennials, which were fed feed with a high content of lysine by 0.1% and methionine – by 0.05%.

Conclusions. It was found that the weight of the liver, stomach and intestines in fish of the 4th experimental group was 16.4%, respectively; 14.4% and 20.9% higher compared to similar indicators in the trout of the control group.

As a result of research, it was found that the weight of internal organs have the highest indicators of fish of the 4th group, which during the growing period were fed complete feed with a high content of lysine by 0.1% and methionine – by 0.05%.

It is proved that when feeding fish of the 4th group of complete feed with increased by 0.1% lysine content and 0.1% methionine, there was an increase in muscle protein content of crude protein, dry substance by 1.0% and 2.0% respectively and a decrease in crude fat content – by 0.28%, compared with fish of the control group.

Trout of the 4th and 5th experimental groups in terms of protein content in muscles exceeded the control analogues and fish of the 2nd and 3rd experimental groups.

REFERENCES:

1. Jobling M. Fish nutrition research: Past, present and future. *Aquaculture International.* 2016. № 24. P. 767–86.

2. Mahmud S., Chakraborty C., Das M. Performance of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) fed on different dietary protein with fixed energy ratio. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences.* 1996. № 9 (1). P. 31–35.

3. Cowey C. B. Nutrition: estimating requirements of rainbow trout. *Aquaculture*. 1992. № 100. P. 177–189.

4. Alami-Durante H., Cluzeaud M., Duval C. Early decrease in dietary protein:energy ratio by fat addition and ontogenetic changes in muscle growth mechanisms of rainbow trout: short- and long-term effects. *British Journal of Nutrition.* 2014. № 112. P. 674–687.

5. Bureau D.P., Kaushik SJ., Cho CY. Bioenergetics. In Fish Nutrition, 3rd ed., [J.E. Halver and R.W. Hardy, editors]. San Diego, CA: Academic Press. 2003. P. 1–59.

6. Khan K., A. Rodrigues, M. Cleber. Dietary protein quality and proper protein to energy ratios: a bioeconomic approach in aquaculture feeding practices. *Latin American Journal of Aquatic Research*. 2019. № 47(2). P. 232–239.

7. Бобель І.Ю., Півторак Я.І. Стратегія ефективності годівлі форелі кормами Alleraqua. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Ґжицького*. 2018. Т. 20. № 84. С. 88–92.

8. Kim J.D., Kaushik S.J. Contribution of digestible energy from carbohydrates and estimation of protein/energy requirements for growth of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss). *Aquaculture.* 1992. № 106 (2), P. 161–169.

9. Єгоров Б.В., Фігурська Л.В. Стан та перспективи розвитку форелівництва у рибоводних господарствах України. *Зернові продукти і комбікорми*. 2011. № 2. С. 37–39.

10. Наукове обґрунтування раціональної годівлі риб : довідково-навчальний посібник / І.М. Шерман та ін. Київ : Вища освіта, 2002. 126 с.

11. Соврачев К.Ф. Основы биохими и питания рыб. Москва : Легкая и пищевая промышленность, 1982. 247 с.

12. Glencross B.D., Booth M., Allan G.L. A feed is only as good as its ingredients – a review of ingredient evaluation strategies for aquaculture feeds. *Aquaculture Nutrition*. 2007. № 13. P. 17–34.

13. Karabulut H.A., Yandi I., Aras N.M. Effects of different feed and temperature conditions on growth, meat yield, survival rate, feed conversion ratio and condition factor in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fingerlings. *Journal of Animal and Veterinary Advances.* 2010. № 9 (22), P. 2818–2823.

14. Van Larebeke M., Dockx G., Larondelle Y. et al. Relative influence of dietary protein and energy contents on lysine requirements and voluntary feed intake of rainbow trout fry. *British Journal of Nutrition*. 2018. № 119. P. 42–56.

15. Плохинский Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников. Москва : Колос, 1969. 246 с.

16. Канидьев А.Н. Инструкция по разведению радужной форели. Москва : ВНИИПРХ, 1985. 59 с.

17. ГОСТ 1368-2003. Рыба. Длина и маса. Межгосударственный стандарт. [Чинний від 01.01.2005]. Издательство стандартов, Москва, 2004. 14 с.

18. ДСТУ 8718:2017. Риба та рибні продукти. Методи визначення золи та мінеральних домішок. [Чинний від 01.01.2019]. Технічний комітет стандартизації «Рибне господарство». Київ, 2017. 15 с.

19. ДСТУ 8030:2015 Риба та рибні продукти. Методи визначення білкових речовин. [Чинний від 01.01.2017]. Технічний комітет стандартизації «Рибне господарство». Київ, 2015. 17 с.

20. ДСТУ ISO 11885:2005 Якість води. Визначання 33 елементів методом атомно-емісійної спектрометрії з індуктивно-зв`язаною плазмою. [Чинний від 01.01.2008]. Інститут сцинтиляційних матеріалів НАН України, Харків, 2007. 18 с.

УДК 636.27.082/57.087.01
DOI https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.119.26

АНАЛІЗ ВТОРИННОГО СПІВВІДНОШЕННЯ СТАТЕЙ У СТАДІ МОЛОЧНОЇ ХУДОБИ[1]

Крамаренко О.С. *– к.с.-г.н., старший викладач кафедри технології переробки, стандартизації і сертифікації продукції тваринництва, Миколаївський національний аграрний університет*
Крамаренко С.С. *– д.б.н., професор, професор кафедри генетики, годівлі тварин та біотехнології, Миколаївський національний аграрний університет*

Механізм регуляції вторинного співвідношення статей молочної та м'ясної худоби має вагоме значення з фінансової точки зору. Основними цілями цього дослідження є такі: 1) проаналізувати вторинне співвідношення статей у стаді дійних корів, 2) оцінити, якою мірою рівень продуктивності за лактацію зумовлюється статтю (чоловіча/жіноча) приплоду.

У дослідження були включені 132 дійні корови червоної степової породи великої рогатої худоби (ДП «Племрепродуктор «Степове» Миколаївської області, Україна). Дані, що представленні номером отелення корови і статтю приплоду, отримані для 321 лактації за період із 2014 р. до 2017 р. Показники молочної продуктивності, як-от тривалість лактації (діб), загальний надій за лактацію (кг), надій за 305 днів лактації (кг), вміст жиру в молоці (%) та жива маса (кг), були використані для корів за 1–3-ю лактації.

Жива маса тіла телиць у віці 9, 12, 15 та 18 місяців, висота в холці, ширина заду в сідничних горбах і коса довжина тулуба у віці 1-го отелення використовувалися для прогнозування ймовірності народження теляти чоловічої/жіночої статі з використанням моделі бінарної логістичної регресії.

У процесі дослідження співвідношення серед новонароджених телят чоловічої та жіночої статі склало 57,6% та 42,4% відповідно. Вторинне співвідношення статей у телят-одинаків корів 1–3-го отелення не виявило вірогідного (у всіх випадках: $P > 0,05$) відхилення від рівномірного, тобто 1 :1. Відмінності оцінок вторинного співвідношення статей за 1-го (54,5%), 2-го (57,3%) та 3-го (63,3%) отелень були не зовсім вірогідними (критерій хі-квадрат: $\chi 2 = 1,56$; $df = 2$; $P = 0,455$), хоча спостерігалася деяка тенденція до підвищення вторинного співвідношення статей у нащадків повновікових корів.

Лише для корів-первісток під час отелення або самцем, або самкою було відзначено приблизно однаковий уміст жиру в молоці. Однак оцінки загального надою за лактацію та за 305 днів лактації були вірогідно вищими для корів, які отелилися теличкою ($P < 0,05$).

Аналіз із використанням бінарної логістичної регресії показав, що ймовірність народження теляти чоловічої/жіночої статі значно пов'язана з масою тіла телиць у віці 9, 12, 15 та 18 місяців, висотою в холці, шириною заду та косою довжиною тулуба у віці 1-го отелення. Згідно з результатами цієї моделі дійні корови в хорошому фізіологічному стані (більш важкі та крупні особини) з більшою ймовірністю дають потомство чоловічої статі.

Ключові слова: *вторинне співвідношення статей, отелення, жива маса тіла, модель бінарної логістичної регресії, молочна худоба.*

Kramarenko A.S., Kramarenko S.S. Analysis of the secondary sex ratio in a dairy cow herd

The mechanism for regulating the secondary sex ratio in dairy and beef cattle is financially attractive. The objectives of this study were 1) to examine the secondary sex ratio in a dairy cow herd, 2) to estimate if the effect in a given lactation was mainly due to the sex of offspring.

One hundred thirty-two dairy cows representing the Red Steppe cattle breed (State enterprise Stepove pedigree multiplication farm, Mykolaiv region, Ukraine) were included in the study. Data on the parity of cow and sex of calf were available for 321 lactations between the years

[1] Робота виконана в межах фінансування за держбюджетними тематиками Міністерства освіти і науки України (номера державної реєстрації – 0119U001042 та 0121U109492).

2014 and 2017. Records of DIM (day), total milk yield (kg), 305-day milk yield (kg), milk fat percentage (%) and live weight (kg) were available for cows from 1st to 3rd lactations.

The heifers body weight at 9, 12, 15 and 18 months of age, the withers height, hips width and oblique trunk length at age at 1st calving were used for predicting the probability of a male/female calf being born based on the binary logistic regression model.

Across the entire study, the ratio of male to female calves was 57.6% vs. 42.4%. The secondary sex ratio of single calves from cows at 1st- 3rd parity revealed no significant (in all cases: P > 0.05) deviation from the expected 1: l ratio. Differences in the secondary sex ratio at the 1st (54.5%), 2nd (57.3%) and 3rd (63.3%) calving were not significant (chi-squared test: $\chi 2 = 1.56$; df = 2; P = 0.455), although a small upward trend in the secondary sex ratio with increasing parity was observed.

Considering only 1st lactation, after calving a male or a female, cows roughly produced the same milk fat percentage. However, the total milk yield and 305-day milk yield were significant higher when they calved females (P < 0.05).

The binary logistic regression analysis indicated that the probability of a male/female calf being born was significantly associated with the heifer's body weight at 9, 12, 15 and 18 months of age, the withers height, hips width and oblique trunk length at the age of the 1st calving. According to the results of this model, dairy cows in good physiological condition (heavier and bigger individuals) are more likely to produce male offspring.

Key words: *secondary sex ratio, parity, body weight, binary logistic regression model, dairy cow.*

Постановка проблеми. Механізми, що впливають на співвідношення статей телят під час народження, мають суттєву фінансову роль під час оцінки рентабельності галузі скотарства. У м'ясному скотарстві вагоме значення має отримання пісного м'яса бугайців, тоді як у молочному більше значення мають телички для отримання молока та ремонту основного стада [3]. Крім того, зазначалось збільшення рівня надою коровами, що отелилися теличками [1; 8].

Загалом, частка бугайців та теличок серед новонароджених телят очікується 50% : 50%. Однак згідно з результатами багатьох досліджень, проведених на тваринах молочних порід, найчастіше це співвідношення відхиляється у бік збільшення частки телят чоловічої статі, причому ця закономірність спостерігалася серед як одинаків, так і двійнят [5; 11; 18; 20]. Для м'ясних порід (як-от абердин-ангус та шароле) це співвідношення було близьким до 50% : 50% [2; 4].

Висунуто декілька гіпотез щодо факторів, що впливають на ***вторинне співвідношення статей*** (ВСС, тобто частку самців серед новонароджених), включаючи pH піхви та матки, зрілість ооциту, час штучного осіменіння [14].

Серед характеристик, пов'язаних із материнським ефектом, на оцінку ВСС впливали сезон запліднення, вік першого отелення та міжотельний період. Так, телиці, що були запліднені протягом березня-червня та отелилися у більш старшому віці, з більшою ймовірністю народжували телят чоловічої статі. Аналогічний ефект мало подовження тривалості міжотельного періоду, особливо більше 390 діб [20].

Крім того, оцінки ВВС можуть значно коливатися в різних стадах, як-от під час дослідження корів голштинської породи Ірану, частка бугайців серед новонароджених телят-одинаків варіювала від 50,6% до 53,9% [11].

Рік та місяць отелення також впливали на оцінки ВСС. Частка бугайців серед новонароджених телят корів голштинської породи Ірану протягом 1996–1999 рр. складала 52,5%, тоді як протягом 2004–2007 рр. вона зменшилася до 48,5%. Найвища оцінка ВСС була виявлена для корів, які отелилися навесні, а найменша – серед корів, які отелилися влітку та восени [10]. Збільшення частки бугайців серед отелень у теплі місяці року було також відмічено для інших молочних та м'ясних порід худоби. До того ж використання штучного осіменіння збільшує ймовірність народження бугайця [3].

Соціальний ієрархічний статус корови також упливав на стать приплоду. Так, було встановлено, що корови з більш високим соціальним рангом у стаді рідше отелювалися нащадками чоловічої статі [9].

Отримані численні результати вказують на те, що у дійних корів рівень молочної продуктивності може бути пов'язаним зі статтю приплоду, однак він може змінюватися, надаючи перевагу тій чи іншій статі, а інколи жодній [15; 19].

До того ж стать плоду під час 1-ої тільності має стійкі наслідки для синтезу молока за подальшого отелення. Так, тільність теличкою зв 1-го отелення збільшувала виробництво коровою голштинської породи США молока за перші дві лактації [8]. Для корів голштинської породи Португалії показано, що після отелення бугайцем чи теличкою корови продукували приблизно однакову кількість молока з однаковим вмістом білку. Однак уміст жиру в молоці був дещо вищим під час народження теличок ($P < 0{,}001$) [16].

Постановка завдання. Основною *метою* роботи є оцінювання вторинного співвідношення статей серед новонароджених телят корів дійного стада.

Для вирішення цієї мети було поставлено такі *завдання*:

1. Оцінити частку бугайців серед приплоду залежно від номеру отелення.
2. Визначити, чи впливає стать новонародженого теляти на рівень молочної продуктивності корови.
3. Побудувати модель, що дозволяє прогнозувати стать приплоду на підставі даних щодо живої маси та екстер'єру матерів.

Матеріали і методи досліджень. Матеріалом для дослідження були дані зоотехнічного обліку корів червоної степової породи, які утримувалися у ДП «Племрепродуктор «Степове» Миколаївської області протягом 2014–2017 рр. Усього була проаналізована 321 лактація у 132 корів. Умови утримання та годівлі тварин були подібними.

Для кожної тварини фіксувалася стать приплоду (бугаєць/теличка) та номер лактації. Перевірка гіпотези щодо відповідності емпіричного ВСС рівномірному (тобто 1 : 1) проведено за допомогою критерію хі-квадрат Пірсона з корегуванням Йєтса для чотирьохпільних таблиць (χ^2).

Перевірка гіпотези щодо відсутності впливу номеру отелення на оцінку ВСС та відсутність зв'язку між статтю приплоду за послідовні отелення також проведено за допомогою критерію хі-квадрат Пірсона (χ^2).

Крім того, враховано основні показники молочної продуктивності: кількість дійних днів (діб), загальний надій за лактацію (кг), надій за 305 діб лактації (кг), уміст жиру в молоці (%) та жива маса корови (кг). Перевірка гіпотези щодо відсутності впливу статі народженого теляти на подальшу молочну продуктивність корови перевірено за допомогою критерію Стьюдента (t) для незалежних вибірок.

Як предикторами статі приплоду за 1-го отелення були використані ознаки живої маси телиць у віці 9, 12, 15 та 18 міс. (кг). Крім того, використано три основні проміри будови тіла (см): висота в холці, ширина заду в сідничних горбах та коса довжина тулуба.

Для побудови моделі прогнозування статі приплоду на підставі певних предикторних змінних використано алгоритм бінарної логістичної регресії:

$$Y = \exp(a + b\times X)/[1+\exp(a + b\times X)], \quad (1)$$

де Y – вірогідність народження бугайця/телички під час 1-го отелення; X – предикторна змінна (жива маса в різному віці чи промір будови тіла); a та b –коефіцієнти регресії.

Прогностична цінність моделі була оцінена як частка правильних прогнозів (окремо для бугайців та теличок).

Усі статистичні розрахунки проведено на підставі алгоритмів, що описано в посібнику С. Крамаренка та співавторів [13] за допомогою програмного забезпечення MS Excel, PAST v. 2.14 [6] та STATISTICA v.7 (Stat Soft Inc.).

Виклад основного матеріалу дослідження. Частка бугайців серед новонароджених телят під час 1–3-го отелень складала 54,5, 57,3 та 63,3%, відповідно (табл. 1). Оцінки ВСС вірогідно не відхилялися від рівномірного (критерій хі-квадрат: у всіх випадках $P > 0,05$). Якщо проаналізувати співвідношення бугайців та теличок за три отелення разом, то спостерігається певна тенденція до збільшення частки телят чоловічої статі над жіночою – 57,6 та 42,4%, відповідно ($\chi^2 = 3,61$; $df = 1$; $P = 0,058$).

Таблиця 1

Вторинне співвідношення статей під час 1–3-го отелень, %

Ознака	Номер отелення		
	1-е	2-е	3-є
Частка бугайців серед приплоду (*n*)	54,5 (*n* = 132)	57,3 (*n* = 110)	63,3 (*n* = 79)
χ^2 (*P*)	0,38 (ns)	0,90 (ns)	2,57 (ns)

Примітка: тут і далі ns – P > 0,05

Деяке переважання бугайців серед новонароджених телят уже відмічалося раніше. Так, для корів норвезької червоно-рябої худоби (Norwegian Red and White cattle) оцінка ВСС складала 52,2% та не залежала від порядкового номеру отелення [20]. Середню оцінку в 52% для ВСС також отримано під час аналізу корів голштинсько-фризької породи Новій Зеландії [18]. Для корів голштинської породи Міннесоті (США) частка бугайців серед новонароджених телят-одинаків складала 53,3%, а серед двійнят – 51,9% [5].

В умовах посушливого клімату (Саудівська Аравія) для повновікових корів голштинсько-фризької породи спостерігалася більша оцінка частки бугайців серед новонароджених телят-одинаків – 54,1%, а серед двійнят їх частка підвищувалася навіть до 55,0% [17].

У нашому дослідженні стать приплоду за подальшого отелення визначалася випадково й не залежала від статі за попереднього отелення (1-ше vs 2-ге отелення: $\chi^2 = 0,98$; $df = 1$; $P = 0,321$; 2-е vs 3-тє отелення: $\chi^2 = 0,07$; $df = 1$; $P = 0,785$; 1-ше vs 3-тє отелення: $\chi^2 = 0,04$; $df = 1$; $P = 0,841$). Хоча раніше було встановлено, що вірогідність народження бугайця збільшувалася у корів, які раніше також телилися бугайцем [3].

Вірогідного впливу номера отелення на оцінку ВСС не встановлено ($\chi^2 = 1,56$; $df = 2$; $P = 0,455$). Відсутність вірогідного впливу номера отелення раніше також було відмічено серед голштинських корів США [5], тоді як у дослідженні [17] рівномірний розподіл статей відмічено лише під час отелення корів-первісток, а серед повновікових корів (лактації 2+) відмічалось вірогідне переважання бугайців.

Підвищення частки бугайців серед приплоду повновікових корів також було відмічено для інших молочних та м’ясних порід худоби [3]. Хоча ці результати суперечать даним, отриманим для голштинських корів Ірану, для яких доведено вірогідне ($P < 0,001$) зменшення частки бугайців від 1-го до 4-го отелень [10].

Стать приплоду впливала на рівень молочної продуктивності, але вірогідні відмінності було встановлено лише для первісток (табл. 2).

Таблиця 2

Показники мінливості (Mean ± SE) ознак молочної продуктивності матерів-первісток залежно від статі приплоду

Ознака	Стать приплоду		*t* (*P*)
	бугайці (*n* = 72)	телички (*n* = 60)	
Кількість дійних днів, діб	313,6 ± 6,0	325,1 ± 6,0	1,35 (ns)
Загальний надій, кг	3795,0 ± 83,5	4085,1 ± 97,4	**2,27** (*P* = 0,025)
Надій за 305 діб, кг	3653,3 ± 63,1	3863,2 ± 76,9	**2,13** (*P* = 0,035)
Уміст жиру в молоці, %	3,70 ± 0,01	3,68 ± 0,01	0,98 (ns)
Жива маса, кг	465,6 ± 1,5	462,3 ± 1,3	1,61 (ns)

У цьому разі тварини, які отелилися теличкою, характеризувалися більш високими оцінками надою (як загальним за всю лактацію, так і за 305 діб лактації) порівняно з ровесницями, які отелилися бугайцями (в обох випадках: $P < 0,05$). Ця різниця складала 290,1 та 209,9 кг молока відповідно (див. табл. 2).

Аналіз впливу статі приплоду тварин голштинської породи Ірану показав, що у корів із телятами жіночої статі надій і вміст жиру в молоці були вищими, а також більша тривалість лактації, тоді як у корів, які народили телят чоловічої статі, була довшою тривалість продуктивного довголіття. Крім того, у корів із теличками був вищим добовий надій протягом перших двох лактацій, тоді як серед повновікових корів (лактації 3+) ця різниця була відсутня [7].

Під час аналізу біля 2,4 млн. лактацій корів голштинської породи США було встановлено, що стать приплоду під час 1-ої тільності впливала на надій корів і під час подальшої лактації [8].

Загалом, механізми, за допомогою яких стать теляти може впливати на виробництво молока, до кінця не вивчені. Одним із припущень є те, що стать теляти *in utero* впливає на ендокринний контроль мамогенезу. Хоча загальновизнано, що пролактин та плацентарні лактогени відіграють важливу роль у мамогенезі та лактогенезі, точні механізми такого впливу ще залишаються предметом дискусій. Це складний процес, на який впливає широкий спектр факторів, зокрема умови годівлі та генетика тварин [12].

Жива маса телиць частково впливала на стать приплоду під час 1-го отелення, при цьому вірогідний зв'язок нами було встановлено для маси у віці 9, 12, 15 та 18 місяців (табл. 3).

Таблиця 3

Результати логістичної бінарної регресії залежності статі приплоду під час 1-го отелення від живої маси телиць

Ознака	χ^2	*P*	Результати вірної класифікації статі, %	
			бугайці	телички
Жива маса у 9 міс.	**5,63**	0,018	93,1	18,3
Жива маса у 12 міс.	**8,85**	0,003	88,9	26,7
Жива маса у 15 міс.	**5,20**	0,023	93,1	15,0
Жива маса у 18 міс.	**6,04**	0,014	80,6	41,7

Точність прогнозування для різних моделей варіювала в межах 57,6–62,8%, при цьому отримані моделі точніше прогнозували народження теляти чоловічої статі – точність прогнозування в цьому разі складала 80,6–93,1% (див. табл. 3).

Загалом, найвищу прогностичну цінність мала модель, що розглядала вплив живої маси телиць у віці 18 місяців (X) на вірогідність народження бугайця/телички (Y) під час 1-го отелення та мала такий вигляд:

$$Y = \exp(20{,}8985 - 0{,}0599 \times X)/[1+\exp(20{,}8985 - 0{,}0599 \times X)].$$

Вона правильно прогнозувала народження первісткою бугайця у 80,6% та телички у 41,7% випадків (див. табл. 3).

При цьому нами встановлено, що первістки, які отелилися бугайцями, переважали своїх ровесниць за живою масою у віці 9–18 місяців (табл. 4).

Таблиця 4

Показники мінливості (Mean ± SE) живої маси телиць залежно від статі приплоду за 1-го отелення, кг

Ознака	Стать приплоду		*t* (*P*)
	бугайці (*n* = 72)	телички (*n* = 60)	
Жива маса у 9 міс.	203,9 ± 1,3	198,1 ± 2,2	**2,39** (*P* = 0,018)
Жива маса у 12 міс.	254,1 ± 0,9	248,0 ± 2,0	**2,98** (*P* = 0,003)
Жива маса у 15 міс.	304,7 ± 0,6	300,1 ± 2,2	**2,23** (*P* = 0,027)
Жива маса у 18 міс.	353,8 ± 1,0	349,5 ± 1,5	**2,49** (*P* = 0,014)

Серед промірів будови тіла зі статтю теляти за 1-го отелення були пов’язані висота в холці, ширина заду в сідничних горбах та коса довжина тулуба (табл. 5).

Таблиця 5

Результати логістичної бінарної регресії залежності статі приплоду під час 1-го отелення від промірів будови тіла матерів

Ознака	χ^2	*P*	Результати вірної класифікації, %	
			бугайці	телички
Висота в холці	**7,30**	0,007	77,8	38,3
Ширина заду в сідничних горбах	**6,33**	0,012	73,6	48,3
Коса довжина тулуба	**7,36**	0,007	80,6	36,7

При цьому отримані моделі, як і у випадках із живою масою, більш точно прогнозували народження теляти чоловічої статі (точність прогнозу для різних предикторних ознак становила 73,6–80,6%), ніж жіночої (36,7–48,3%). Як і варто було очікувати, бугайці частіше народжувалися у первісток, що мали більші лінійні проміри (табл. 6).

У ссавців, згідно з моделлю Р. Трайверса та Д. Уїлларда [21], матері, які мають кращий фізіологічний стан, будуть вкладати більше ресурсів у більш репродуктивно стабільну стать для забезпечення продовження генетичної лінії. Таким чином, ця модель передбачає, що дійні корови, що перебувають у кращому фізіологічному стані, частіше народжуватимуть нащадків чоловічої статі (бугайців).

Таблиця 6

Показники мінливості (Mean ± SE) промірів будови тіла матерів залежно від статі приплоду за 1-го отелення, см

Ознака	Стать приплоду		*t* (*P*)
	бугайці (*n* = 72)	телички (*n* = 60)	
Висота в холці	129,4 ± 0,4	127,6 ± 0,5	**2,73** (*P* = 0,007)
Ширина заду в сідничних горбах	52,6 ± 0,3	51,4 ± 0,4	**2,51** (*P* = 0,013)
Коса довжина тулуба	157,2 ± 0,8	154,1 ± 0,9	**2,65** (*P* = 0,009)

На коровах голштинсько-фризької породи (Нова Зеландія) було відмічено, що зменшення втрати живої маси тварин між отеленням та заплідненням, а також більший приріст живої маси між послідовними отеленнями, збільшувала ймовірність народження бугайців, що узгоджується з гіпотезою Трайверса-Уїлларда [18].

У нашому дослідженні корови, що протягом 1-го та 2-го отелень отелилися бугайцями, (t = 2,96; P = 0,004) переважали за живою масою під час 2-го отелення тварин, що обидва рази телилися теличками (на 13,3 ± 4,5 кг).

Висновки і пропозиції. Частка бугайців серед новонароджених телят під час 1–3-го отелень становила 54,5, 57,3 та 63,3%, відповідно. Оцінка ВСС не відхилялася від рівномірного. Вірогідного впливу номеру отелення на оцінки ВСС не встановлено. Стать теляти за подальшого отелення визначалася випадково й не залежала від статі теляти за попереднього отелення.

Стать приплоду впливала на рівень молочної продуктивності, але вірогідні відмінності було встановлено лише для первісток. Тварини, які отелились теличкою, характеризувалися більш високими оцінками надою (як загальним за всю лактацію, так і за 305 діб лактації) порівняно з ровесницями, які отелились бугайцями.

Жива маси телиць та проміри будови тіла частково впливали на стать приплоду під час 1-ого отелення. Бугайці частіше народжувалися у первісток, які мали більшу живу масу у віці 9–18 місяців та більші лінійні проміри будови тіла, що погоджується з гіпотезою Трайверса-Уїлларда.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Baradar M.A., Karimi K., Tabatabaie S. H. Investigation of relationship between some productive and reproductive factors with calf sex in dairy cattle. *Animal Production.* 2019. V. 20(4). P. 641–648.
2. Berger P.J., Cubas A.C., Koehler K.J., Healey M.H. Factors affecting dystocia and early calf mortality in Angus cows and heifers. *Journal of Animal Science.* 1992. V. 70(6). P. 1775–1786.
3. Berry D.P., Cromie A.R. Artificial insemination increases the probability of a male calf in dairy and beef cattle. *Theriogenology.* 2007. V. 67(2). P. 346–352.
4. Crews Jr. D.H. Age of dam and sex of calf adjustments and genetic parameters for gestation length in Charolais cattle. *Journal of Animal Science*. 2006. V. 84(1). P. 25–31.
5. Del Río N.S., Stewart S., Rapnicki P., Chang Y.M., Fricke P.M. An observational analysis of twin births, calf sex ratio, and calf mortality in Holstein dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 2007. V. 90(3). P. 1255–1264.
6. Hammer Ø., Harper D.A., Ryan P.D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*. 2001. # 4. P. 1–9.

7. Hess M.K., Hess A.S., Garrick D.J. The effect of calf gender on milk production in seasonal calving cows and its impact on genetic evaluations. *PLoS ONE*. 2016. V. 11(3). e0151236.

8. Hinde K., Carpenter A.J., Clay J.S., Bradford B. J. Holsteins favor heifers, not bulls: biased milk production programmed during pregnancy as a function of fetal sex. *PLoS ONE*. 2014. V. 9(2). e86169.

9. Hohenbrink S., Meinecke-Tillmann S. Influence of social dominance on the secondary sex ratio and factors affecting hierarchy in Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2012. V. 95(10). P. 5694–5701.

10. Hossein-Zadeh N.G. Factors affecting secondary sex ratio in Iranian Holsteins. *Theriogenology.* 2012. V. 77(1). P. 214–219.

11. Hossein-Zadeh N.G., Nejati-Javaremi A., Miraei-Ashtiani S.R., Kohram H. An observational analysis of twin births, calf stillbirth, calf sex ratio, and abortion in Iranian Holsteins. *Journal of Dairy Science*. 2008. V. 91(11). P. 4198–4205.

12. Gillespie A.V., Ehrlich J.L., Grove-White D.H. Effect of calf gender on milk yield and fatty acid content in Holstein dairy cows. *PLoS ONE*. 2017. V. 12(1). e0169503.

13. Крамаренко С.С., Луговий С.І., Лихач А.В., Крамаренко О.С. *Аналіз біометричних даних у розведенні та селекції тварин* : навчальний посібник. Миколаїв : МНАУ, 2019. 226 с.

14. Pursley J.R., Silcox R.W., Wiltbank M.C. Effect of time of artificial insemination on pregnancy rates, calving rates, pregnancy loss, and gender ratio after synchronization of ovulation in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 1998. V. 81(8). P. 2139–2144.

15. Quaresma M., Payan-Carreira R. Calf-sex influence in bovine milk production. In: *Animal reproduction in veterinary medicine*. IntechOpen, 2020. P. 1–23.

16. Quaresma M., Rodrigues M., Medeiros-Sousa P., Martins A. Calf-sex bias in Holstein dairy milk production under extensive management. *Livestock Science*. 2020. V. 235. 104016.

17. Ryan D.P., Boland M.P. Frequency of twin births among Holstein-Friesian cows in a warm dry climate. *Theriogenology*. 1991. V. 36(1). P. 1–10.

18. Roche J.R., Lee J.M., Berry D.P. Pre-conception energy balance and secondary sex ratio – partial support for the Trivers-Willard hypothesis in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2006. V. 89(6). P. 2119–2125.

19. Sawa A., Jankowska M., Glowska M. Effect of some factors on sex of the calf born, and of sex of the calf on performance of dairy cows. *Acta Scientiarum Polonorum. Zootechnica*. 2014. V. 13(3). P. 75–84.

20. Skjervold H., James J.W. Causes of variation in the sex ratio in dairy cattle. *Zeitschrift für Tierzüchtung und Züchtungsbiologie*. 1978. V. 95(1-4). P. 293–305.

21. Trivers R.L., Willard D.E. Natural selection of parental ability to vary the sex ratio of offspring. *Science*. 1973. V. 179(4068). P. 90–92.

УДК 636.5034:636.083.1
DOI https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.119.27

ВПЛИВ ДИФЕРЕНЦІАЦІЇ ПТИЦІ Й УМОВ УТРИМАННЯ НА ЯЄЧНУ ПРОДУКТИВНІСТЬ

Щербина О.В. *– к.с.-г.н., доцент кафедри технологій переробки та зберігання сільськогосподарської продукції, Херсонський державний аграрно-економічний університет*

У статті наведені результати досліджень, проведених на птиці кросу Іза браун, розсортованої на класи за живою масою та довжиною плесна й розміщеної на різних ярусах утримання кліткових батарей.

Доведено, що робота з удосконалення методів технології виробництва яєць має вагоме значення для підвищення прибутковості яєчного птахівництва. Одним із підходів селекційного вдосконалення сільськогосподарської птиці є використання модального відбору при розподілі особин на класи. Підґрунтям модальної селекції є теорія стабілізуючого відбору, згідно з якою особини модального класу переважають своїх одноліток за кількома продуктивними ознаками, а також характеризуються підвищеною пристосованістю до конкретних умов утримання.

Дослідженнями встановлено, що ярус утримання неоднозначно впливає на рівень несучості птиці. У класах розподілу M^-M^- і M^-M^+ перевагу мали несучки верхнього ярусу (327,7 і 326,0 проти 320,9–323,1 і 324 шт. середнього й нижнього ярусів відповідно).

У класах розподілу M^+M^- та M^+M^+ високий рівень продуктивності спостерігався в несучок, що утримувалися в нижніх ярусах кліткових батарей (326,9 і 323,5 шт. відповідно проти 322,8; 324,7 і 320,6 шт. відповідно верхній і середній яруси).

На основі аналізу отриманих даних установлено, що дослідна птиця, розсортована за живою масою, довжиною плесна та розміщена за ярусами утримання, має досить високу адаптивну здатність.

Доведено, що застосування на практиці розподілу птиці на класи за живою масою й довжиною плесна призводить до суттєвого збільшення несучості порівняно з нерозподіленою птицею. Розміщення рівноважових угрупувань птиці на відповідних ярусах кліткових батарей призводить до підвищення маси яєць, а в поєднанні з високим рівнем несучості може давати можливість отримати додаткову вартість продукції.

Результати досліджень свідчать про перевагу утримання птиці яєчного напряму продуктивності в рівноважових угрупуваннях з урахуванням ярусу утримання.

Ключові слова: *птахівництво, крос, індекс компактності, несучість, ярус утримання.*

Shcherbyna O.V. The influence of poultry differentiation and conditions of keeping on egg production

The paper presents the results of research conducted on the poultry of Isa Brown cross sorted out into classes and placed on different tiers of battery cages.

It is proved that the work on improving the methods of egg production technology is important for increasing the profitability of egg poultry. One of the approaches to the selection improvement of poultry is the use of modal selection in the division of individuals into classes. The basis of modal selection is the theory of stabilizing selection, according to which individuals of the modal class outperform their peers on several production traits, and are also characterized by increased adaptability to specific housing conditions.

It is found that the tier of keeping influences the level of eggs laying capacity in different ways. In the distribution classes M^-M^- and M^-M^+ layers of the upper tier are at an advantage (327.7 and 326.0 to320.9 – 323.1 and 324 eggs of the middle and lower tiers, respectively).

In the distribution classes M^+M^- and M^+M^+ a high level of performance is observed with hens kept in the lower tiers of cage range (326.9 and 323.5 eggs respectively to 322.8; 324.7 and 320.6 eggs, upper and middle tiers, respectively).

Based on the analysis of the obtained data, it was found that the experimental birds, sorted by live weight, metatarsal length, and placed on the tiers of keeping, have a fairly high adaptive capacity.

It is proved that the practical application of the division of poultry into classes by live weight and metatarsal length leads to a significant increase in egg production compared to undivided

poultry. Placing uniform groups of birds on the respective tiers of cage batteries leads to an increase in egg weight, and in combination with a high level of egg production can provide additional product value.

The results of our research indicate the superiority of keeping the egg laying poultry in the groupings with equal weight taking into account the corresponding tier.

Key words: *poultry farming, cross, compactness index, eggs production, multi-tier cage system.*

Постановка проблеми. В останні роки птахівництво відіграє велику роль у продовольчому бізнесі як потужна технологічна й наукоємна структура, яка забезпечує високий відсоток окупності капіталовкладень. Продукція птахівництва є невід'ємним складником раціону харчування людини (особливо цінних білків), а також найбільш скоростиглою та найменш витратною порівняно з іншими галузями тваринництва [1; 2]. Поголів'я курей в Україні становить 91,85% від загального поголів'я свійської птиці [3; 4].

Одним зі способів підвищення ефективності птахівництва на інноваційній основі є утримання птиці. Сьогодні в господарствах України використовують два способи утримання в кліткових батареях і на підлозі. Система утримання в кліткових батареях більш придатна для яєчного типу курей [5; 6].

В умовах сучасного ведення галузі птахівництва вагомого значення набуває розробка нових удосконалених технологій, спрямованих на підвищення продуктивності птиці, на зменшення питомих витрат матеріальних, енергетичних і грошових засобів [7].

Особлива увага приділяється такому напряму селекції, де ведеться спрямована робота на підвищення біологічної та харчової цінності яєць.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Серед селекційних методів і прийомів значну зацікавленість викликає кореляційна залежність живої маси несучок і маси яєць, живої маси й екстер'єрних показників, маси яєць і його складників. Низка досліджень [8; 9; 10] підтверджує, що кореляційна залежність тих самих ознак може бути різною в птиці одного виду залежно від породи, кросу, лінії та впливу зовнішніх факторів. Виробництво яєць у підприємствах усіх форм господарювання базується на рекомендаціях селекційних фірм [11; 12], використанні досягнень науки, застосуванні прогресивних технологій з метою підвищення ефективності галузі.

Постановка завдання. Робота виконана з метою удосконалення методів оцінки при формуванні високопродуктивних стад птиці яєчного кросу Іза браун. Дорослі кури кросу диференційовані на рівновагові групи за живою масою й довжиною плесна та розміщені в ярусах кліткових батарей [13].

Успішний розвиток промислового птахівництва й подальша інтенсифікація галузі неможлива без використання високопродуктивних кросів птиці [14]. В Україні сьогодні найбільш високопродуктивною є птиця закордонної селекції. Питома вага зарубіжних кросів становить близько 80% від загального поголів'я, тому вивчення їх генетичного потенціалу за основними продуктивними та племінними якостями є дуже важливим [3]. На ефективність виробництва харчових яєць впливає низка чинників: якість птиці, рівень продуктивності, умови утримання, годівлі тощо [13].

Виклад основного матеріалу дослідження. Експериментальну частину проведено на курах-несучках яєчного кросу Іза браун, який відноситься до кросів із коричневим забарвленням шкаралупи яєць, визначено вплив різних варіантів поєднання ознак «жива маса» й «довжина плесна» на продуктивні та відтворювальні якості птиці. Ремонтний молодняк дослідних груп у віці 15 тижнів розпо-

ділений на класи за живою масою та довжиною плесна в бік плюс (+) і мінус (-) від середнього значення – клас мінус варіант M^- ($\overline{X}$ – 0,67 σ), модальний клас – M_0 ($\overline{X}$ ± 0,67 σ), клас плюс варіант M^+ ($\overline{X}$ + 0,67 σ). Класи за двома ознаками мали позначення в тексті: M^-M^- – мінус варіант за живою масою та довжиною плесна; M^-M^+ – мінус варіант за живою масою та плюс за довжиною плесна M_0M_0 – модальний клас (середні значення за обома ознаками); M^+M^- – плюс варіант за живою масою та мінус варіант за довжиною плесна; M^+M^+ – плюс варіант за обома ознаками. Дослідна птиця кожного класу розміщувалася на ярусах (верхній, середній, нижній) кліткової батареї. Як контроль використовували не розсортовану на класи птицю [15].

Умови утримання та годівлі птиці відповідали нормам, рекомендованим Інститутом птахівництва НААН Україні, і були однаковими для контрольної й дослідних груп. Уміст поживних речовин у 100 г корму становив для молодняку 260 … 280 ккал (1,088 … 1,172 МДж) обмінної енергії, 18 … 20 г сирого протеїну, для дорослої птиці в продуктивний період 240 … 250 ккал (1,046 … 1,196 МДж) обмінної енергії, 14 … 15 г сирого протеїну [13].

Під час експерименту всі групи птиці знаходилися в рівнозначних зоотехнічних умовах утримання.

Доцільним етапом було впровадження у виробництво технологічного прийому з розподілу птиці на класи за живою масою та довжиною плесна, що сприяло підвищенню економічної ефективності і становило 3,3 … 15,6 тис. грн за розрахунок збільшення несучості й збільшення виходу яєчної маси в розрахунку на 1000 гол. продуктивного стада.

Необхідність порівняння рівня продуктивності птиці зумовлена тим, що вплив взаємодії генотипу й середовища найбільш відчутно виявлявся в курей за різними класами розподілу, це пов’язано з адаптивною значущістю.

Установлено, що в умовах вузьких градацій середовища кожній популяції відповідає своя комфортна зона, сума взаємодії умов яких відрізняється від характеру лінійності. Також дуже важливою є інформація про те, як поводиться птиця за різних способів утримання, наприклад, при розподілі їх на класи.

За відтворювальні якості приймали термін (діб) від знесення першого яйця до настання 50% і максимуму (піку) несучості. За продуктивні – масу яєць на початку періоду несучості.

Водночас бракує детальної інформації про продуктивні якості й адаптаційну здатність високопродуктивних кросів до технології виробництва продукції в умовах птахофабрик півдня України [14]. У зв’язку з цим виникає необхідність порівняльної оцінки генетичного потенціалу птиці кращих світових кросів за основними ознаками яєчної продуктивності. Результати досліджень за цією ознакою залежно від класу та ярусу утримання наведено в таблиці 1 [15].

Установлено, що статева зрілість (вік знесення першого яйця) у курей дослідних груп настає раніше, ніж у несортованої птиці. На цю ознаку також впливає ярус утримання (технологічний фактор). Так, у птиці класів M^-M^-, M^-M^+ і M_0M_0 верхнього ярусу утримання вік знесення першого яйця наставав раніше на 6, 5 й 4 доби відповідно. Дещо інші параметри цієї ознаки в птиці дослідних груп класу M^+M^- і M^+M^+: статева зрілість наставала на 2, 3 й 4 доби раніше в групах нижнього ярусу, ніж у несучок верхнього та середнього ярусів.

На вік досягнення 50% несучості також впливав розподіл на класи та ярус утримання птиці. Цей показник менший на 2–3 доби в курей-несучок, розділених на класи, і на 3–11 діб за ярусами утримання.

Таблиця 1

Яєчна продуктивність птиці кросу Іза браун різних класів розподілу та ярусів утримання

Клас розподілу птиці	Ярус утримання	Вік знесення першого яйця, діб	Вік досягнення 50% несучості, діб	Вік досягнення піку продуктивності, діб		Несучість за 72 тижня, шт.		Збереженість, %
				на початкову несучку, шт	на середню несучку, шт	на початкову несучку, шт	на середню несучку, шт	
Контрольна група	В.	126 ± 1,3	150 ± 1,1	172 ± 1,1	172 ± 1,2	319,0	323,0	90,6
	С.	129 ± 1,5	150 ± 1,2	172 ± 1,0	171 ± 1,1	317,5	323,1	90,6
	Н.	131 ± 1,1	151 ± 1,2	173 ± 1,0	172 ± 1,1	317,2	323,4	90,2
M^-M^-	В.	120 ± 1,0**	141 ± 1,4***	168 ± 1,2*	168 ± 1,2*	327,7	331,6	96,7
	С.	121 ± 1,3***	143 ± 1,0***	168 ± 1,3*	167 ± 1,4*	323,1	326,0	94,6
	Н.	123 ± 1,1***	147 ± 1,5*	170 ± 1,5	169 ± 1,3	320,9	322,5	93,1
M^-M^+	В.	121 ± 1,2**	141 ± 1,0***	167 ± 1,1**	167 ± 1,2**	326,9	329,0	94,1
	С.	122 ± 1,6**	146 ± 1,3*	170 ± 1,1	169 ± 1,3	324,1	324,2	94,8
	Н.	125 ± 1,0***	147 ± 1,1*	172 ± 1,0	170 ± 1,1	324,7	328,2	95,2
M^0M^0	В.	122 ± 1,2*	139 ± 1,3***	168 ± 1,1*	168 ± 1,2*	319,8	325,7	94,7
	С.	122 ± 1,2**	141 ± 1,4***	168 ± 1,3*	167 ± 1,3*	320,9	326,9	95,2
	Н.	123 ± 1,3***	149 ± 1,2	170 ± 1,4	169 ± 1,5	320,0	329,4	95,6
M^+M^-	В.	128 ± 1,3	150 ± 1,2	172 ± 1,4	171 ± 1,3	322,8	326,7	90,9
	С.	129 ± 1,2	151 ± 1,1	169 ± 1,3	169 ± 1,2	324,7	326,1	92,4
	Н.	125 ± 1,4**	147 ± 1,1*	169 ± 1,1*	168 ± 1,3*	326,9	329,1	95,8
M^+M^+	В.	130 ± 1,6	151 ± 1,0	175 ± 1,1	174 ± 1,2	320,6	323,3	91,6
	С.	129 ± 1,3	152 ± 1,3	172 ± 1,0	171 ± 1,1	320,1	323,8	93,8
	Н.	123 ± 1,1***	149 ± 1,2	170 ± 1,5	169 ± 1,3	323,5	328,7	93,0

Примітки: В. – верхній ярус утримання; С. – середній ярус утримання; Н. – нижній ярус утримання.

Так, у середньому несучки класу M_0M_0 досягли 50% несучості у віці 143 доби, контрольної групи – 150 діб, класу M^+M^+ – 150,6 діб, класу M^-M^- – 143,6 діб.

Установлено пряму залежність інтенсивності нарощування продуктивності до 50% з ярусом утримання птиці. Так, найнижчий вік досягнення цієї ознаки (141 доба) спостерігався в курей-несучок, розміщених у верхньому ярусі класів розподілу M^-M^-, M^-M^+ та M_0M_0, у класів M^+M^- та M^+M^+ – у нижньому.

Інтенсивність нарощування яєчної продуктивності характеризувалася й віком досягнення піку продуктивності; за цим показником установлені певні закономірності. Кури-несучки, розсортовані на класи, дещо раніше досягали піку продуктивності (на 3–5 добу), ніж не розсортовані на класи за живою масою та довжиною плесна. При цьому ярус утримання спричиняв значно більшу різницю за цим показником. У класах розподілу M^-M^- і M^-M^+, M_0M_0 кури-несучки, що утримувалися у верхніх ярусах, досягали піку продуктивності на 2–7 діб раніше, ніж у середніх і нижніх. З усіх класів розподілу найпізніше досягали піку продуктивності несучки класів M^+M^+ та M^+M^- (172,3 і 170,0 діб відповідно), а у класів M^-M^-, M^-M^+ – 168,6 і 169,6 діб.

Проведений аналіз показав, що оптимальним ярусом розміщення для птиці класу M^-M^- і M^-M^+ був верхній ярус: вік знесення першого яйця – 120 діб і 121 доба, вік досягнення – 50% періоду продуктивності – 141 доба, досягнення піку продуктивності – 167 … 168 діб, збереженість становила 96,7% і 94,1% відповідно.

Для птиці класу M_0M_0 оптимальним виявлявся верхній і середній ярус утримання: вік знесення першого яйця становить 122 доби, вік досягнення 50% періоду продуктивності – 139 … 141 добу, вік досягнення піку продуктивності – 168 діб, збереженість – 94,7% і 95,2% відповідно. Варто зазначити, що птиця цього класу мала високу адаптивну здатність.

Нижній ярус утримання був оптимальним для птиці класу M^+M^- та M^+M^+. Так, статева зрілість наставала у віці 125 і 123 доби відповідно, вік досягнення 50% періоду продуктивності – 147 і 149 діб, вік досягнення піку продуктивності – 169 і 170 діб, збереженість становила 95,8% і 93% відповідно.

Відомо, що на несучість (загальний рівень продуктивності птиці) за встановлений період суттєвий вплив спричиняли не тільки паратипові фактори (рівень годівлі, умови утримання тощо), а й генетично зумовлені (вік статевої зрілості, інтенсивність несучості, тривалість несучості).

На початкову несучку за вказаний період від птиці контрольної групи в середньому одержано по 318 штук яєць, що на 2 … 7 яєць менше, ніж від несучок, розподілених на класи. У птиці класів розподілу M^-M^- та M^-M^+ – 324 і 325 штук, дещо менший рівень продуктивності в птиці класів M^+M^- та M^+M^+ – 323 і 321 шт., найменша продуктивність у класу M_0M_0.

Ярус утримання неоднозначно впливав на рівень несучості птиці. У класах розподілу M^-M^- і M^-M^+ перевагу мали несучки верхнього ярусу (327,7 і 326,0 проти 320,9 … 323,1 і 324,0 шт. середнього й нижнього ярусів відповідно).

У класах розподілу M^+M^- та M^+M^+ високий рівень продуктивності спостерігався в несучок, що утримувалися в нижніх ярусах кліткових батарей (326,9 і 323,5 шт. відповідно, проти 322,8; 324,7 і 320,6 шт., відповідно верхній і середній яруси).

Рівень продуктивності на середню несучку за 72 тижні в загальному рівні відповідав установленим закономірностям, виявленим у розрахунку на початкову несучку. Птиця, не розсортована на класи, в середньому мала нижчу продуктивність за птицю, розподілену на класи. Серед птиці, розподіленої на класи, найвищу продуктивність установлено в групах M_0M_0 та M^+M^- (327,3 шт.).

У результаті продуктивність птиці за 72 тижні в розрахунку на середнє поголів'я в класах M^-M^- і M^-M^+ найвищою була в птиці верхніх ярусів – 331,1 і 329,0 шт. відповідно, у класах розподілу M_0M_0; M^+M^+ та M^+M^- – у нижніх ярусах 329,4; 324,1 і 328,7 відповідно.

Для оцінки впливу живої маси, довжини плесна, ярусу утримання та віку дослідної птиці на показник несучості проведено чотирифакторний дисперсійний

аналіз. Аналіз дисперсії факторів, які досліджено, свідчив, що найбільш вірогідним впливом на несучість є жива маса й вік птиці (34,72% і 26,13% відповідно) у загальній сумі. Меншу частку впливу мали фактори: довжина плесна – 1,94%, ярус утримання – 3,28%.

Частка впливу взаємодії факторів жива маса й довжина плесна становила 3,08%; жива маса та ярус утримання – 2,36%; жива маса й вік – 3,64%. Досить сталі показники спостерігалися в поєднанні інших факторів – 0,21% … 1,99%, а в таких факторів, як довжина плесна та ярус утримання, взаємодії не простежувалися.

Частка впливу організованих факторів у загальній дисперсії становила 82,15%, інші 17,85% – це невраховані фактори. Сила впливу організованих факторів на несучість птиці виявилася 68,3%, що є досить суттєвим (рис. 1).

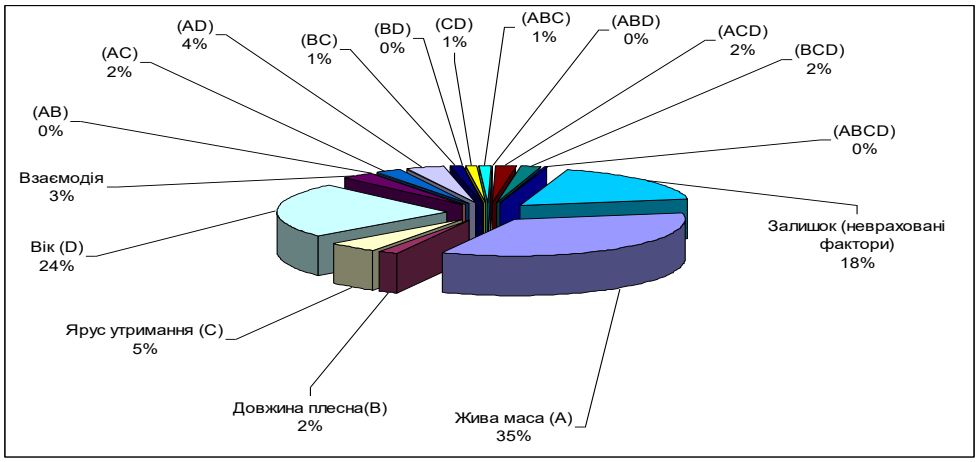


Рис. 1. Частка впливу факторів на несучість птиці у віці 72 тижнів

Висновки і пропозиції. Оптимальним ярусом розміщення птиці класів розподілу M^-M^- та M^-M^+ є верхній ярус кліткових батарей: вік досягнення статевої зрілості становить 120 … 121 добу, 50% несучості – 141, пік продуктивності – 167 … 168 діб. Для птиці класу M_0M_0 оптимальними виявилися верхній і середній яруси утримання (122; 139 … 141; 168 діб відповідно). Нижній ярус утримання виявився оптимальним для птиці класів розподілу M^+M^- та M^+M^+ (123 … 125; 147 … 149; 169 … 170 діб відповідно).

Ярус утримання неоднозначно впливає на рівень несучості птиці. У класах розподілу M^-M^+ та M^-M^- перевагу мали несучки верхнього ярусу: 327,2 і 326,0 проти 320,9 … 323,1 і 324,0 шт. середнього й нижнього ярусів відповідно. На рівень несучості птиці найбільшою мірою впливають компоненти жива маса й вік птиці (34,72% і 26,13% відповідно) у загальній сумі. Взаємодія факторів «жива маса – вік» – 3,64%; «жива маса – довжина плесна» – 3,08%; «жива маса – ярус утримання» – 2,36%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Азимов С.Г. Комбинационная способность линий кур кросса «Узбекистан» с кроссом «Заря-17». *Птахівництво.* 2004. № 55. С. 26–28.

2. Аншаков Д.В. Рост, развитие и продуктивность яичных кур, дебикированных в разном возрасте : дисс. … канд. с-х. наук : 06.02.04 / Всерос. науч. ислед. и технолог. ин-т. птицеводства. Сергиев Посад, 2007. 133 с.

3. Державна служба статистики України. Тваринництво України 2019 : статистичний збірник. Київ, 2020. 158 с.

4. Пасєчко Д.-В.Д, Любенко О.І. Сучасні дослідження міопатій «Деревяні груди» і «білі смуги» (огляд). *Таврійській науковий вісник.* 2021. № 117. С. 235–244.

5. Любенко О.І., Левченко І.С. Дослідження впливу щільності посадки та фронту годівлі на поведінку курей промислового стада. *Таврійській науковий вісник.* № 111. С. 199–204.

6. Ведмеденко О.В. Оцінювання продуктивності бройлерів за кліткового та підлогового утримання. *Таврійській науковий вісник.* № 115. С. 145–151.

7. Гальперн И.Л. Новые принципы создания отечественных кроссов кур. *Птицеводство.* 2002. № 1. С. 10–14.

8. Бычаев А. Корректная статистика – основа селекционного прогресса. *Животноводство России.* 2009. № 3. С. 15–18.

9. Глєбова Ю.А. Аналіз взаємозв'язку між ембріогенезом, фізико-морфологічними показниками та хімічним складом яєць курей різних яєчних генотипів. *Ефективне птахівництво.* 2007. № 7. С. 8–14.

10. Narahari D. The eggs nutritive value and health promoting components. *World Poultry.* 2003. Vol. 19. № 7. P. 36–37.

11. Инструкция по уходу промышленной несушки Isa brown / НВП «Его». Львов, 2000.

12. Щербина О.В. Особливості взаємозв'язків живої маси з морфологічним складом яєць і екстер'єрними ознаками птиці кросу Іза браун. *Таврійський науковий вісник :* науковий журнал ХДАУ. Херсон : Грінь Д.С., 2013. Вип. 84. С. 206–211.

13. Щербина О.В. Генетичний потенціал кросу «Іза браун» в умовах півдня України. *Сучасне птахівництво.* 2013. № 5. С. 28–30.

14. Щербина Е. Каждой несушке – свой ярус. *Животноводство России.* 2014. № 2. С. 27–31.

15. Щербина О.В. Ефективність диференційного утримання птиці в умовах півдня України: *Вісник Дніпропетровського державно-економічного університету.* Дніпро, 2017. Вип. № 1 (43). С. 111 – 117.

МЕЛІОРАЦІЯ І РОДЮЧІСТЬ ҐРУНТІВ

MELIORATION AND SOIL FERTILITY

УДК 631.4:631.67
DOI https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.119.28

ПОКАЗНИКИ ҐРУНТОВО-МЕЛІОРАТИВНОГО СТАНУ КАШТАНОВИХ СОЛОНЦЮВАТИХ ҐРУНТІВ ЗА КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ

Афанасьєв Ю.О. *– науковий співробітник,*
Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»

У статті наведено результати досліджень ґрунтових властивостей у каштанових солонцюватих ґрунтах в умовах овочевої сівозміни під впливом краплинного зрошення. Польові дослідження проведено в зоні приморської частини Краснознам'янської зрошувальної системи у приватних господарствах Скадовського району Херсонської області. Відбір ґрунтових зразків проведено у 4 основних зонах: поливної стрічки, рядка культур, на межі контуру зволоження та незрошуваного міжряддя, що дозволило оцінити варіювання параметрів показників у межах контуру зволоження щодо міжряддя. Установлено, що за краплинного зрошення водою 1 класу якості в межах утворених контурів зволоження та поза їх межами спостерігаються процеси розсолення та (меншою мірою) розсолонцювання ґрунту, суттєві зміни у вмісті поживних елементів, незначні зміни у вмісті органічної речовини та статистично недостовірні зміни щільності складення ґрунту. Візуально означене формування смуг із неістотно підвищеним умістом легкорозчинних солей є характерним лише для вегетаційного періоду. У міжполивний період (унаслідок механічного перемішування ґрунту в процесі обробітку) такі неоднорідності нівелюються. Доведено, що навіть під час застосування для поливів зрошувальних вод 1 класу якості, особливості формування контуру зволоження ґрунтів за краплинного зрошення спричиняють просторову строкатість ґрунтових показників, що вимагає врахування новоутворених зон у процесі моніторингу ґрунтово-екологічного стану зрошуваних краплинним способом земель. При цьому обов'язковою умовою отримання достовірної репрезентативної інформації про стан зрошуваного краплинним способом масиву є закладання точок відбору проб ґрунту як у межах сформованого контуру зволоження (в зоні водовипуску та рядка культур), так і на його межі з незрошуваним міжряддям та окремо у незрошуваному міжрядді.

Ключові слова: *краплинне зрошення, овочеві культури, якість зрошувальної води, засолення, осолонцювання.*

Afanasiev Yu.O. Indicators of soil and ameliorative condition of chestnut solonized soils under the influence of drip irrigation

The article presents the results of studies of soil properties of chestnut soils under vegetable crop rotation under the influence of drip irrigation. Field research was conducted in the area of the coastal part of the Krasnoznamensky irrigation system at private farms of Skadovsk district, Kherson region. Soil sampling was carried out in 4 main zones: irrigation tape, crop line, moisture contour boundary and non-irrigated row spacing. This made it possible to estimate the change in the parameters of the indicators in the moisture circuit compared to the row spacing. It was found that when suitable water (1 quality class) is used for drip irrigation, within the formed contours of humidification and outside them, the processes of desalination are observed. Desalting processes and changes in nutrient content are not detected. Visually identified formation of bands with slightly increased content of soluble salts is characteristic only

for the growing season. In the inter-irrigation period, due to mechanical mixing of the soil during cultivation, inhomogeneities are disappearing. It is proved that the peculiarities of the formation of the soil moisture contour under drip irrigation cause the spatial diversity of soil parameters. This requires attentiveness of the newly formed zones in the process of monitoring the soil and ecological condition of drip-irrigated land, even under the influence of 1quality class of irrigation water. In this case, a prerequisite for obtaining reliable representative information about the state of the drip-irrigated area is the establishment of soil sampling points both within the formed contour of moisture irrigation tape, crop line, moisture contour boundary and non-irrigated row spacing and separately in the non – irrigated row.

Key words: *drip irrigation, vegetable crops, irrigation water quality, salinization, sodicity.*

Постановка проблеми. Природно-кліматичні умови України, глобальні зміни клімату, вияви яких в Україні зумовлюють підвищення ролі зрошення в забезпеченні сталого виробництва рослинної продукції, наявний потенціал і попередній досвід використання зрошення, перехід на ринкові умови господарювання перетворюють зрошення в обов'язковий, а для багатьох сільськогосподарських культур і визначальний елемент технології інтенсивного їх вирощування [1; 2; 4; 5]. Необхідність зрошення в Україні диктується не тільки природно-кліматичними умовами, а й низкою соціально-економічних чинників, серед яких, зокрема, зменшення загальної кількості та частки сільського населення. Підйом та стабілізація аграрного виробництва розглядається як один із найважливіших факторів стабілізації економіки степових регіонів. Збільшення площ зрошення є ключовим інструментом розвитку аграрного сектору економіки та нарощування експортного потенціалу України, мінімізації впливу клімату на процеси соціально-економічного розвитку регіонів, про що наголошено у Стратегії зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року. При цьому пріоритет надається впровадженню прогресивних ресурсо- та енергозберігальних технологій поливу, домінантним із яких є краплинне зрошення [2; 3].

Нині в Херсонській області зосереджені найбільші площі під краплинним зрошенням в Україні, які за підсумками поливного сезону 2019 року становили більше 45 тис. га. [5] Порівняно з іншими способами зрошення краплинне зрошення має переваги щодо рентабельності капіталовкладень і надає приватним землекористувачам ефективний та простий спосіб керувати своїми господарствами. Тому наразі в Україні частка застосування краплинного зрошення невеликими фермерськими господарствами та приватними землекористувачами постійно зростає.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Зрошення є потужним впливом на агроценози загалом та їх основний компонент – ґрунти. Усі складники ґрунту як цілісної системи зазнають трансформувальних впливів різного ступеня за зрошення та досягнення у подальшому стабілізації на якісно і кількісно новому рівні. Серед основних змін – трансформація водного, повітряного, термічного і окисно-відновного режимів, активізація галохімічних процсів (пов'язаних із динамікою складу ввібраних катіонів ґрунтового колоїдного комплексу), перетворення алюмосилікатної частини, інтенсифікація біологічних процесів, підвищення рухомості та реакційної здатності сполук багатьох елементів, що входять до складу рідкої та твердої фаз ґрунту, підвищення динамічності та мінливості низки фізичних параметрів, кількісні та якісні зміни колоїдної частини, тощо [3; 9; 10].

Серед причин, що зумовлюють ризик деградації ґрунтів за краплинного зрошення, є недотримання технологічних норм поливу; невідповідність нормативам якості зрошувальної води; близьке до поверхні залягання мінералізованих підґрунтових вод; застосування краплинного зрошення мінералізованими водами на ґрунтах, сформованих на засолених ґрунтотворних породах або на ґрунтах. Аналізу

змін ґрунтових властивостей за краплинного зрошення присвячена низка публікацій [6; 7; 8]. Проте наслідки його застосування у різних ґрунтово-кліматичних умовах потребують постійних досліджень, зважаючи на строкатість та просторову диференціацію ґрунтових властивостей, зумовлену локальним характером зволоження та потенційну небезпеку іригаційної деградації ґрунтів за недотримання вимог щодо застосування краплинного зрошення.

Мета роботи – дослідити зміни показників ґрунтово-меліоративного стану каштанових солонцюватих ґрунтів за краплинного зрошення.

Постановка завдання. Польові дослідження були проведені впродовж 2015–2020 рр. в зоні приморської частини Краснознам'янської зрошувальної системи у приватних господарствах Скадовського району Херсонської області. За кліматичними умовами приморська зона КЗС належить до найбільш посушливих районів України. Клімат характеризується м'якою і малосніжною зимою, жарким сухим літом, незначною кількістю атмосферних опадів, низькою відносною вологістю повітря й інтенсивним випаровуванням.

Ґрунтовий покрив досліджуваних ділянок представлено каштановими ґрунтами різного ступеня солонцюватості. Овочева сівозміна досліджуваних ділянок представлена такими культурами, як баклажан, огірок, цибуля. На зрошуваних краплинним способом (протягом 10 років) та незрошуваних територіях обрано ділянки з типовими ґрунтовими умовами та закладено моніторингові майданчики площею 100 м^2. Досліджувані об'єкти представлено ділянками з рівнем залягання підґрунтових вод більше 3 м. У ключових точках спостереження проведено відбір ґрунтових зразків у 4 основних зонах: поливної стрічки, рядка культур, на межі контуру зволоження та незрошуваного міжряддя. Відбір ґрунтових зразків проводили ручним буром суцільною колонкою з шарів ґрунту 0–25 см, 25–50 см, 50–75 см, 75–100 см. Польові дослідження проводили у період максимального солевиявлення у ґрунтах з урахуванням строку збирання врожаю сільськогосподарських культур згідно з чинними нормативами щодо проведення сольової зйомки й обстеження еколого-меліоративного стану земель та технологій вирощування овочевих культур за краплинного зрошення [6; 10; 11].

Для зрошення використовували воду сульфатного магнієво-кальцієвого складу з місцевої свердловини з pH 7,3–7,5 та мінералізацією 1,12–1,16 г/дм^3. Вода оцінювалася як придатна для зрошення за агрономічними та екологічними критеріями (ДСТУ 2730:2015 та ДСТУ 7286: 2012).

У ґрунтових зразках визначали катіонно-аніонний склад водної витяжки (ДСТУ 7908, ДСТУ 7909, ДСТУ 7943 – ДСТУ 7945 та ДСТУ 8346); уміст увібраних катіонів (ДСТУ 7604, ДСТУ 8345); уміст $CaCO_3$ за МВВ 31 – 497058 – 021–2005; уміст гумусу – методом Тюріна (ДСТУ 4289, ДСТУ ISO 10694), нітратного й амонійного азоту (ДСТУ 4729:2007); рухомих форм фосфору і калію – методом Мачигіна (ДСТУ 4114-2002). Достовірність отриманих даних оцінювали із застосуванням програми «Statistica 10.0».

Виклад основного матеріалу дослідження. Науковими дослідженнями встановлено, що ґрунтові процеси зазнають змін у зволоженому об'ємі під крапельними водовипусками. Ці зміни зумовлені хімічним складом зрошувальної води, її мінералізацією, вихідними характеристиками ґрунту тощо. За межами зони зволоження стан ґрунту визначається технологіями вирощування культури.

Дослідження катіонно-аніонного складу каштанових солонцюватих ґрунтів, зрошуваних краплинним способом водами 1 класу, показало, що у верхньому 0–50 см шарі вони є незасоленими. Порівняно з незрошуваними ґрунтами (уміст

солей на рівні 0,15 0,17 %, зокрема токсичних 0,08–0,09%) спостерігається тенденція до перерозподілу аніонів і катіонів у складі водного розчину, що зумовлює деяку диференціацію вмісту солей. Незначне варіювання у межах контуру зволоження зумовлює неістотне збільшення вмісту токсичних солей у зоні рядка культури. Так, у 0–25 см шарі ґрунту у зоні поливної стрічки вміст токсичних солей становить у середньому 0,08%, у зоні рядка культури – 0,09%, на межі контуру зволоження – 0,07%, а у незрошуваному міжрядді – 0,06%. У шарі 20–50 см у зоні поливної стрічки вміст токсичних солей становить у середньому 0,07%, в зоні рядка культури – 0,06%, на межі контуру зволоження – 0,06%, а у незрошуваному міжрядді – 0,08%. У більш глибоких шарах у межах зон поливної стрічки та рядка культури вміст токсичних солей становить 0,07%, а у зоні межі контуру зволоження та незрошуваного міжряддя з глибини 50 см спостерігається поступове збільшення вмісту токсичних солей до 0,10–0,15% (слабкий ступінь засолення) (рис. 1). У складі солей переважають сульфати та гідрокарбонати кальцію і магнію. Порівняно з незрошуваним міжряддям уміст хлорид-іону в зоні впливу зрошення у шарі ґрунту 0 25 см та 0–50 см зменшився вдвічі (0,4 м-екв/100 г ґрунту у зоні зрошення за 0,8 м-екв/100 г ґрунту у міжрядді) за одночасного зниження вмісту сульфат-іона. Уміст водорозчинного натрію має тенденцію до поступового збільшення з глибини 50 см в усіх досліджуваних точках (до 0,6–0,8 м-екв/100 г ґрунту у шарі 50–100 см за середнього вмісту 0,3 м-екв/100 г ґрунту в шарі 0–50 см). Спостерігалося звуження співвідношення Ca:Na у шарі 0–25 см від міжряддя до зони рядка культури, зумовлене підвищенням вмісту водорозчинниого натрію. Так, у міжрядді цей показник у середньому становив 5,3; у зоні рядка культури – 1,9; поливної стрічки – 2,4, межі контуру зволоження – 3,4.

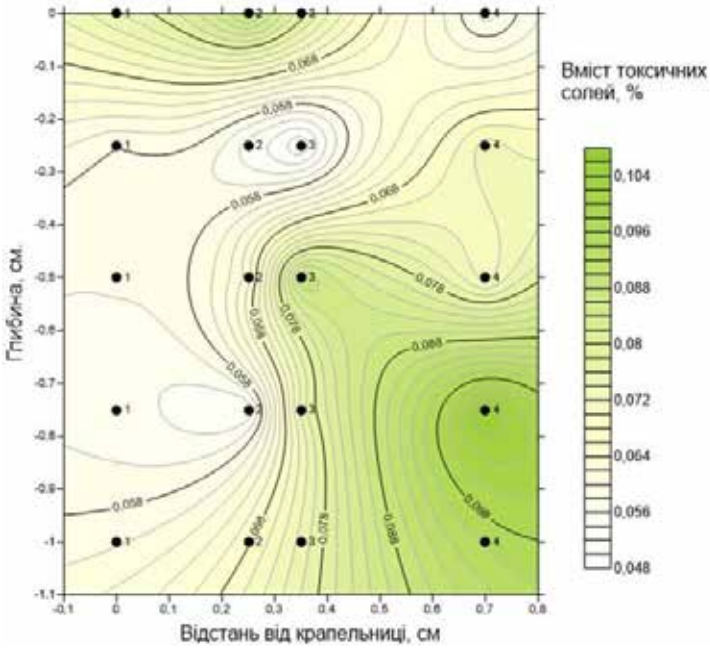


Рис. 1. Розподіл вмісту токсичних солей у профілі каштанового солонцюватого ґрунту за краплинного зрошення:

1 – стрічка, 2 – рядок культури, 3 – межа конуру зволоження, 4 – міжряддя.

У результаті тривалого періоду зрошення водами 1 класу у ґрунтах відбувається процес розсолення. Візуально означене формування смуг із неістотно підвищеним умістом легкорозчинних солей є характерним лише для вегетаційного періоду. У міжполивний період (унаслідок механічного перемішування ґрунту в процесі обробітку) такі неоднорідності нівелюються.

pH ґрунтового розчину дещо підвищився щодо незрошуваного ґрунту і становить у верхньому шарі ґрунту 7,8–7,85 (за 7,7 у незрошуваному ґрунті) з тенденцією до поступового збільшення з глибиною, що відповідає збільшенню вмісту гідрокарбонатів кальцію. Уміст карбонатів кальцію у верхньому 0–25 см шарі ґрунту досліджуваної ділянки в різних точках контуру зволоження коливається в межах 0,9–1,2%, тому досліджувані ґрунти є низькобуферними до процесу вторинного осолонцювання.

Досліджувані незрошувані ґрунти характеризуються слабким ступенем солонцюватості (Na+K 1,8–2,5%). Локальний характер зволоження зумовлює диференціацію вмісту увібраних Na+K у межах контуру зволоження з переважним їх накопиченням у верхньому шарі ґрунту на межі контуру зволоження, проте строкатості та неоднорідності ґрунтового покриву ділянки за цим показником для такого типу ґрунту наразі не виявлено. В усіх досліджуваних точках установлено слабкий ступінь солонцюватості у шарі ґрунту 0–50 см (рис. 2). Загальною тенденцією вмісту увібраних Na+K є накопичення у шарі 0–25 см і поступове збільшення з глибиною на межі контуру зволоження. Так, у шарі 0–25 см у зоні поливної стрічки і рядка культури вміст обмінних Na+K був у межах 2,7–2,8%, а у шарі 25–50 см – 2,9–3,0%.

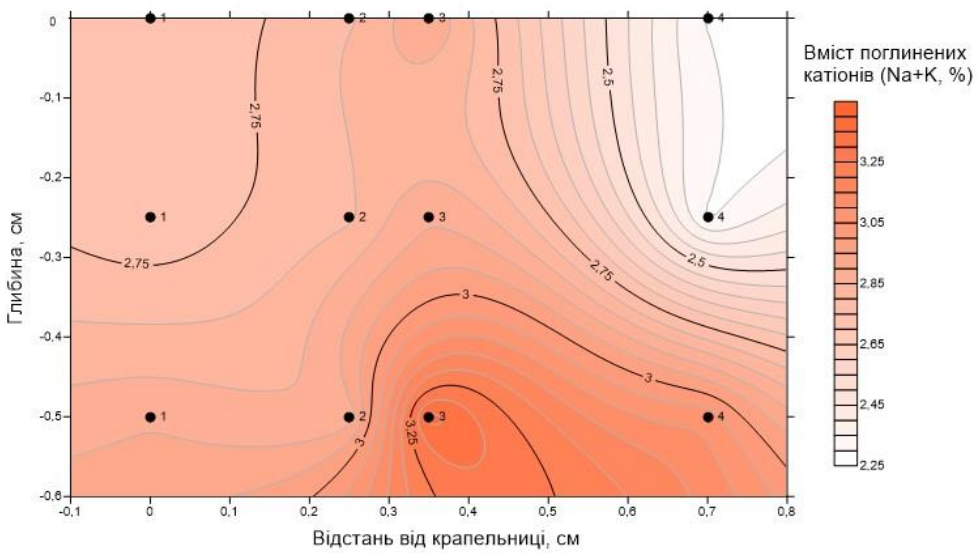


Рис. 2. Уміст увібраних Na+K у профілі каштанового солонцюватого ґрунту за краплинного зрошення

1 – стрічка, 2 – рядок культури, 3 – межа конуру зволоження, 4 – міжряддя.

На межі контуру зволоження у 0–25 см шарі ґрунту вміст обмінних Na+K становив 2,9%, а у підорному – 3,3%. У міжрядді вміст обмінних Na+K у шарах ґрунту 0–25 см та 25–50 см у середньому становив 2,2% та 2,5% Відповідно.

Дослідження поживного режиму ґрунту показало, що забезпеченість мінеральними формами азоту (нітратного та амонійного) характеризується високим ступенем (за ДСТУ 4362) та динамічністю в різних зонах контуру зволоження у шарі 0–25 см за тенденції підвищення вмісту в ряду поливна стрічка (35 мг/кг) – рядок (50 мг/кг) – межа контуру (61 мг/кг) – міжряддя (67 мг/кг). Незрошувані ґрунти характеризувалися низьким та середнім ступенем забезпечення мінеральним азотом унаслідок непромивного водного режиму та меншої рухомості його сполук, ніж у варіанті зі зрошенням. Уміст рухомого фосфору в кореневмісному шарі оцінювався як підвищений. Відзначено тенденцію зниження його вмісту в зоні рядка на 10–15% порівняно з іншими досліджуваними зонами, що зумовлено інтенсивним виносом з урожаєм овочевих культур протягом вегетаційного періоду. За вмістом калію ґрунт характеризувався як дуже високозабезпечений із варіюванням абсолютних значень у межах 560–650 мг/кг. Просторовий розподіл цього елементу у ґрунті різних зон зволоження подібний до вмісту рухомого фосфору і характеризується зниженням вмісту на 20–25% у зоні рядка культури (порівняно з іншими досліджуваними зонами контуру зволоження). Високий уміст елементів живлення у досліджуваних ґрунтах, вочевидь, пов'язаний з інтенсивним використанням добрив під час вирощування овочевих культур протягом вегетаційного періоду.

Уміст гумусу у досліджуваних незрошуваних каштанових солонцюватих ґрунтах становить 2,1–2,5%. Застосування краплинного зрошення значно не змінило параметрів цього показника у різних зонах контуру зволоження. Достовірним є лише зниження вмісту в межах водовипуску на 0,1–0,2%, що, вірогідно, пов'язано з активізацією мікробіологічних процесів та, як наслідок, прискоренням мінералізації органічної частини ґрунту. В інших досліджуваних точках (рядок культур, межа зони зволоження, незрошуване міжряддя) зміни (порівняно з незрошуваним контролем) перебувають у межах похибки визначення. Для забезпечення бездефіцитного балансу гумусу ґрунту як у зрошуваних, так і у незрошуваних умовах, доцільним є внесення органічних добрив, уведення у сівозміну багаторічних трав, заорювання рослинних решток.

Суттєвого впливу краплинного зрошення на зміну показника щільності складення ґрунту не виявлено. Незначне збільшення параметрів цього показника (в межах 0,05–0,09 г/см^3) відзначаються лише в межах технологічних колій, що утворилися в процесі застосування для обробітку ґрунту сільгоспмашин та ґрунтообробних знарядь.

Висновки і пропозиції. Широкомасштабне поширення краплинного зрошення в умовах прогресувальної аридизації клімату як серед приватних сільськогосподарських товариств, так і серед фізичних суб'єктів господарювання, вимагає достовірної інформації про ґрунтовий покрив зрошуваних краплинним способом земель [1; 11]. Застосування краплинного зрошення в різних ґрунтово-кліматичних умовах та різна якість зрошувальних вод зумовлюють диференціацію перебігу ґрунтових процесів та формування індивідуальних особливостей ґрунтово-меліоративного стану у кожному окремому випадку. Проведеними дослідженнями встановлено, що за довгострокового застосування для краплинного зрошення вод 1 класу у каштанових солонцюватих ґрунтах відбувається процес розсолення ґрунтового профілю, проте істотного зниження ступеня солонцюватості не вияв-

лено. Вирощування овочевих культур вимагає регулярного вдобрення, що зумовлює високий уміст поживних речовин у досліджуваних ґрунтах у після вегетаційний період. Відзначено зниження вмісту гумусу у ґрунтах у межах водовипуску на 0,1–0,2%, що, вірогідно, пов'язано з активізацією мікробіологічних процесів та, як наслідок, прискоренням мінералізації органічної частини ґрунту. В умовах овочевої сівозміни кожного сезону змінюються контури зволоження ґрунту, що пов'язано з технологічними особливостями вирощуваних культур. Просторова мінливість ґрунтового покриву, строкатість параметрів ґрунтових показників у межах ґрунтів одного типу, різноманітні вияви неоднорідності процесів у ґрунтах потребують регулярного контролювання стану окремо кожного об'єкта та проведення системних моніторингових спостережень [1; 11].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Наукові основи охорони та раціонального використання зрошуваних земель України / за науковою редакцією С.А. Балюка, М. І. Ромащенка, В. А. Сташука. Київ : Аграрна наука, 2009. 624 с.

2. Про схвалення Стратегії зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 14 серпня 2019 р. № 688-р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/688-2019-р#Text

3. Комплекс протидеградаційних заходів на зрошуваних землях України / за науковою редакцією С.А. Балюка, М.І. Ромащенка, В.А. Сташука. Київ : Аграрна наука, 2013. 160 с.

4. Ромащенко М.І. та ін. Актуальні питання розвитку зрошення у контексті змін клімату. Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН». 2008. Спецвипуск № 5. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILA=&2_S21STR=znpzeml_2008_Spets.vip._5

5. Рішення Херсонської обласної ради від 20 грудня 2019 року № 1511 "Про стратегію розвитку Херсонської області на період 2021-2027 років". URL: https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2020/04/strategiya-rozvytku-hersonskoyi-oblasti-na-period-2021-2027-rokiv.pdf

6. Рекомендації щодо обстеження еколого-меліоративного стану земель в умовах краплинного зрошення / уклад.: С.А. Балюк, В.Я. Ладних, О.А. Носоненко. Харків, 2012. 20 с.

7. Phogat, V., Cox, J.W., Šimůnek, J. and Hayman, P. 2020. Long-term simulation of water and salinity risks on a viticulture based agro-ecosystem in a semi-arid basin of South Australia. *Water and Climate Change* 11(3): P. 901–915. DOI: https://doi.org/10.2166/wcc.2018.186

8. Інформаційно-аналітична довідка про стан водних ресурсів держави та особливості сільськогосподарського виробництва в умовах змін клімату. URL: http://naas.gov.ua/upload/iblock/78a/Інформаційна%20довідка%204.05.2020

9. Концепція боротьби з деградацією земель та опустелюванням. URL: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1024-2014-р

10. Афанасьєв Ю.О. Система оцінювання ґрунтово-екологічного стану земель в умовах краплинного зрошення. *Вісник ХНАУ*. 2015. № 1. С. 171–176.

11. Організація системи режимних спостережень для оцінки еколого-меліоративного стану земель в умовах мікрозрошення (методичні рекомендації) / за редакцією М.І. Ромащенка. Київ : ТОВ «ДІА». 2014. 42 с.

УДК 631.6:631.415
DOI https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.119.29

НОВИЙ ВАРІАНТ ТЕХНОЛОГІЇ ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ВОДИ ІНГУЛЕЦЬКОЇ ЗРОШУВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПРИ ВІДНОВЛЕННІ ПРОЄКТНОЇ ПЛОЩІ ЗРОШЕННЯ

Козленко Є.В. *– к.с.-г.н., докторант,*
Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук 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

Інгулецька зрошувальна система, яка розташована на території Миколаївської та Херсонської областей, налічує 60 тисяч гектарів зрошуваних земель. Однак останні роки з них поливається лише близько 30%. Стратегія зрошення й дренажу в Україні на період до 2030 року спрямована на розвиток зрошуваного землеробства в Україні, а саме відновлення та збільшення площ зрошуваних земель передусім на півдні України. Потенціал Інгулецької зрошувальної системи за умови виконання низки заходів дає змогу відновити проєктні площі поливу. При цьому значно збільшиться обсяг водоподачі до системи, тому необхідно визначитися з варіантом формування якості води. За всю історію експлуатації на Інгулецькій зрошувальній системі застосовувалося декілька варіантів формування якості води залежно від умов, які склалися на час їх використання. Формування якості поливної води Інгулецької зрошувальної системи нині залишається основним фактором її ефективності. За період роботи підприємств Кривбасу вода річки Інгулець під впливом високомінералізованих промислових вод повністю змінила свій хімічний склад у бік погіршення. При виборі варіанта формування якості води в Інгулецькій зрошувальній системі варто обов'язково враховувати, що навіть при повній відсутності скидів і відсутності попусків з Карачунівського водосховища якість води р. Інгулець за вмістом хлоридів становить близько 1000–1300 мг/дм^3 та за мінералізацією – 3–4 г/дм^3.

Досліджено варіанти формування якості води, але при відновленні проєктної площі поливу в теперішніх економічних та екологічних жодний із варіантів у чистому вигляді не є оптимальним. Тому при відновлення площ поливу (згідно зі Стратегією зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року) на Інгулецькій зрошувальній системі до проєктного рівня – 60 тис. га (з урахуванням водоподачі на Явкинську та Спаську зрошувальні системи – до 120 тис. га) – у сучасних економічних, екологічних і технічних умовах з метою забезпечення стабільної якості води, що відповідає вимогам чинних державних стандартів, пропонується до застосування новий варіант технології формування якості води на Інгулецькій системі, який є синергічним гібридом двох варіантів: «промивка зверху на весь поливний період» та «антирічка». Обов'язковою умовою ефективного застосування нового варіанта є постійний оперативний моніторинг якості води річки Інгулець (за вмістом хлоридів) по визначених точках відбору проб з метою моніторингу процесів підходу промивної води до створу ГНС, виштовхування «високомінералізованої призми» в річку Дніпро, підтягування дніпровської води до створу ГНС «антирічкою», контролю за місцезнаходженням дніпровської води (відхід від ГНС у випадку зупинки ГНС і підтягування дніпровської води).

Ключові слова: *стратегія, якість зрошувальної води, антирічка, промивка, моніторинг якості, варіант гібрид-синергія.*

Kozlenko Y.V., Morozov O.V., Morozov V.V. A new variant of the technology of forming water quality of the Ingulets irrigation system during the restoration of the designed irrigation area

The ingulets irrigation system, located in Mykolaiv and Kherson regions, has 60 thousand hectares of irrigated land. However, in recent years only about 30% of them have been watered. The strategy of irrigation and drainage in Ukraine for the period up to 2030 is aimed at the development of irrigated agriculture in Ukraine, namely the restoration and expansion

of irrigated land, primarily in Southern Ukraine. The potential of the Ingulets irrigation system, provided a number of measures are taken, allows restoring the designed irrigation areas. This will significantly increase the volume of water supply to the system, so it is necessary to determine the variant of water quality formation. Throughout the history of operation, several variants of the formation of water quality have been used on the Ingulets irrigation system depending on the conditions prevailing at the time of their use. The formation of irrigation water quality in the Ingulets irrigation system now remains the main factor of its efficiency. During the period of operation of the Kryvbas enterprises, the water of the Ingulets River completely changed its chemical composition in the direction of deterioration under the influence of highly mineralized industrial waters. When choosing the variant of water quality formation in the Ingulets irrigation system, it should be taken into account that even if there are no discharges from the Karachunivsky reservoir, the water quality of the Ingulets River is about 1000-1300 mg/dm^3 and mineralization is 3-4 g/dm^3.

The variants of the formation of water quality have been studied, but under the restoration of the designed irrigation area under current economic and environmental conditions, none of the variants in its pure form is optimal. Therefore, when restoring irrigation areas (according to the Irrigation and Drainage Strategy of Ukraine for the period up to 2030) in the Ingulets irrigation system to the designed level of 60 thousand hectares (taking into account the water supply to the Yavkin and Spask irrigation systems – up to 120 thousand hectares) under current economic, environmental and technical conditions, in order to ensure stable water quality meeting the requirements of the current state standards, it is proposed to use a new variant of the technology of water quality formation in the Ingulets system, which is a synergistic hybrid of two variants "top flushing" and "anti-river". A prerequisite for the effective application of the new variant is constant operational monitoring of water quality of the Ingulets River (by chloride content) at certain sampling points in order to monitor the processes of the approach of flushing water to the HPS line, pushing the "highly mineralized prism" into the Dnieper River, directing the Dnieper water to the cross-section, the creation of HPS "anti-river", control over the location of the Dnieper water (in case of stopping the HPS pulling in the Dnieper water).

Key words: *strategy, irrigation water quality, anti-river, flushing, quality monitoring, hybrid-synergy variant.*

Постановка проблеми. Стратегією зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року, яка схвалена Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 14 серпня 2019 р. № 688-р. (далі – Стратегія), передбачено відновлення та збільшення площ зрошуваних земель, що є одним зі шляхів досягнення мети Стратегії – визначення стратегічних напрямів державної політики щодо зрошення та дренажу, забезпечення сталого екозбалансованого розвитку зрошуваного землеробства в Україні. Реалізація Стратегії спрямована на відновлення потенціалу зрошувальних і дренажних систем з метою подальшого нарощування площ поливу й водорегулювання як основи досягнення максимального рівня ефективності та екологічної безпеки сільськогосподарського виробництва [1].

Одним із основних складників організаційного механізму відновлення зрошення є відповідний План заходів з реалізації Стратегії зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року, який затверджено Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 21 жовтня 2020 р. № 1567-р. (далі – План заходів). План заходів передбачає залучення інвестицій у модернізацію та відновлення державних насосних станцій міжгосподарської мережі державних зрошувальних систем і внутрішньогосподарських зрошувальних систем, зокрема шляхом ініціювання пілотних проектів; уведення додаткових площ зрошення в результаті будівництва нових внутрішньогосподарських зрошувальних систем, орієнтованих на водопостачання з міжгосподарських мереж зрошення [2].

Одним із факторів визначення пріоритетності здійснення заходів з відновлення й розвитку зрошення є клімат. Зокрема, повинна враховуватися роль зрошення для забезпечення ефективного та сталого ведення землеробства в умовах глобальних змін клімату. У зв’язку з цим усі наявні в Південному регіоні України зрошувальні системи мають розглядатися як такі, що підлягають модернізації [1].

Виходячи з вищезазначеного, Інгулецька зрошувальна система (далі – ІЗС) як одна з найперших у Південному регіоні України також має розглядатися на предмет відновлення зрошуваних площ і подальшого їх збільшення.

В останні роки на ІЗС поливається близько 30% від наявних площ зрошення, хоча потенціал системи, незважаючи на її вік, дає змогу відновити полив на всій площі – 60 тис. га (42 тис. га в Миколаївській області й 18 тис. га в Херсонській). Крім цього, є великий потенціал відновлення зрошення на Явкинській зрошувальній системі (далі – ЯЗС), джерелом зрошення якої є ІЗС. На ЯЗС наявність зрошуваних площ – 50 тис. га, з яких узагалі останні роки поливається лише близько 10%.

При відновленні зрошуваних площ на ІЗС передусім постає питання забезпечення системи необхідною кількістю води для зрошення, якість якої при цьому повинна задовольняти відповідним критеріям, які визначені нормативними документами: ДСТУ 2730:2015 «Захист довкілля. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії» та Постановою Кабінету Міністрів України «Про нормативи екологічно безпечного зрошення, осушення, управління поливами та водовідведенням» від 2 вересня 2020 р. № 766.

При відновленні площ поливу буде відбуватися збільшення водозабіру до системи, тому що питання якості зрошувальній води на ІЗС завжди було пріоритетним, варто детально розглянути варіанти можливого формування якості води, яка буде задовольняти відповідним вимогам, і не призводить до деградаційних процесів у ґрунтах і зниження урожайності сільськогосподарських культур.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання формування якості води на ІЗС досліджувалося В.В. Морозовим, О.В. Морозовим, В.М. Нежлукченком, Є.Г. Волочнюком, Є.В. Козленком, Р.Ю. Коваленком, П.І. Ковальчуком [3; 4; 5; 6]. Застосування ГІС-технології в екологічних дослідженнях водних ресурсів висвітлено в роботах В.І. Пічури, С.В. Скок, Бреуса Д.С. та ін. [10; 11; 12]. Дослідниками в різні роки пропонувалися та були науково обґрунтовані різні варіанти, кожний із яких був актуальним та оптимальним для тих умов, які склалися на часі його розробки.

Постановка завдання. З огляду на перспективу відновлення проєктної площі зрошення на ІЗС (згідно зі Стратегією), визначити оптимальний, найбільш економічно ефективний варіант формування якості зрошувальної води на ІЗС, у разі застосуванню якого буде забезпечено відповідну вимогам чинних державних стандартів стабільну якість води для зрошення в необхідній кількості.

Виклад основного матеріалу дослідження. За всю історію функціонування ІЗС – із 1957 по 2021 роки – якість води на ній формувалася за різними варіантами. За проєктом, до початку подачі води на полив здійснювалася відкачка високомінералізованої води на ділянці річки Інгулець: створ Головної насосної станції (далі – ГНС) – гирло, тим самим здійснювалося підтягування дніпровської води до створу ГНС «антирічкою». За таким варіантом – «відкачка з «антирічкою» – ІЗС працювала з 1957 по 1987 роки. При здійсненні відкачки ГНС працює чотирма насосно-силовими агрегатами (сумарна продуктивність яких становить 22 м^3/с) упродовж 20 діб. Вода подається в Інгулецький магістральний канал, із якого на пікеті 86 пропускається через гідротехнічну споруду аварійного скиду по скидному тракту в балку Вірьовчина та далі в річку Дніпро. Середній обсяг відкачки становить близько 38 млн. м^3. Після того, як дніпровська вода підтягнута до створу ГНС, якість води в Інгулецькому магістральному каналі формується шляхом змішування інгулецької води (яка знаходиться вище створу ГНС) з дніпровською (яка знаходиться нижче ГНС) у співвідношенні щонайменше 1 до

3. Середня кількість працюючих агрегатів ГНС – 6–8. Чим більше кількість працюючих агрегатів ГНС, тим, відповідно, краща якість води в Інгулецькому магістральному каналі (таблиця 1).

З 1988 року замість відкачки впроваджена так звана промивка русла річки Інгулець, яка здійснювалася також до початку поливного періоду за рахунок попусків води задовільної якості з Карачунівського водосховища загальним обсягом близько 30 млн. м^3. За цією технологією високомінералізована «призма» не відкачується на скид, а, навпаки, виштовхується по руслу Інгульця в річку Дніпро. У більшості випадків вищевказаного обсягу було достатньо для виходу «солоної призми» в Дніпро, після чого варто було якнайшвидше (за рахунок роботи ГНС) підтягнути дніпровську воду до створу ГНС. Далі формування якості води (змішування інгулецької з дніпровською) здійснювалося за проєктним варіантом, за рахунок роботи агрегатів ГНС. Але до підтягування дніпровської води якість води формується шляхом змішування інгулецької води (яка знаходиться вище ГНС) з промивною (яка знаходиться нижче ГНС). Тобто формування якості води відбувається аналогічно проєктного варіанта, але якість буде гірша, ніж у ньому, тому що знизу створу ГНС знаходиться промивна вода, якість якої (за вмістом хлоридів у середньому – 350 мг/дм^3) гірша за дніпровську (за вмістом хлоридів у середньому – 90 мг/дм^3). Варіант «промивка замість відкачки впродовж 30 діб з «антирічкою» застосовувався на ІЗС з 1988 по 2010 роки. Періоди роботи ГНС описані в таблиці 1.

З 2011 року по нинішній час на ІЗС якість води формується за варіантом «промивка зверху на весь поливний період».

Тобто, згідно з відповідним Регламентом, промивання русла й екологічного оздоровлення р. Інгулець з початку квітня по серпень здійснюються попуски води з Карачунівського водосховища (м. Кривий Ріг) витратами спочатку 20 м^3/с зі зменшенням до 9-11 м^3/с [7]. За рахунок проведення вищезазначеного заходу забезпечується стабільна задовільна якість води в річці Інгулець, відповідно, і в Інгулецькому магістральному каналі впродовж майже всього поливного періоду. Цей варіант технології науково обґрунтовано В.В. Морозовим, Є.В. Козленком (2015) [4].

В умовах відновлення площ поливу (згідно зі Стратегією) на Інгулецькій зрошувальній системі до проектного рівня – 60 тис. га або (з урахуванням водоподачі з ІЗС на Явкинську (50 тис. га) та Спаську (10 тис. га) зрошувальні системи) навіть до 120 тис. га, постає питання, який варіант формування якості води на ІЗС з усіх можливих здатен забезпечити стабільну задовільну (згідно з державними стандартами й вимогами [8; 9]) якість води в Інгулецькому МК в необхідній кількості впродовж усього поливного періоду (з квітня по жовтень). З усіх розглянутих варіантів, які мали місце в різні роки (періоди) експлуатації ІЗС, у чистому вигляді не один із них нині не є оптимальним.

При застосуванні варіанта «промивка замість відкачки впродовж 30 діб з «антирічкою» умови, які склалися на час його застосування: повне забезпечення державним фінансування, незначна вартість електричної енергії та необхідна пропускна спроможність скидних трактів, давали змогу підтримувати якість води за рахунок постійної роботи не менш ніж 4–5 агрегатів ГНС.

У сучасних умовах значно збільшилася вартість електроенергії, яка необхідна для роботи ГНС. Бюджетного фінансування недостатньо для повного покриття вартості необхідної кількості електроенергії навіть у сучасних обсягах її використання. Стратегією визначено перехід на повну самоокупність, тобто вся вартість електроенергії, яка необхідна, буде закладена у вартість послуг із подачі води, тобто піде на сільгосптоваровиробників, у собівартість продукції, що теж є дуже

Таблиця 1

Аналіз варіантів та умов формування якості води на Інгулецькій зрошувальній системі

№ з/п	*Назви варіантів*	*Характеристики варіантів (і періодів роботи ГНС)*	*Опис умов формування якості зрошувальної води в різних варіантах*	*Роки застосування варіантів*	*Площа поливу, тис. га*	*Середній обсяг річного водозабіру, млн. м³*
1	2	3	4	5	6	7
1	Відкачка з «антирічкою» (проєктний)	Перед початком подачі води на полив здійснюється відкачка високомінералізованої води на ділянці ГНС-гирло через аварійний скид у балку Вірьовчина, тобто до початку поливів дніпровська вода «антирічкою» вже підтягнута до ГНС	Якість води формується шляхом змішування інгулецької води (яка знаходиться вище ГНС) із дніпровською (яка знаходиться нижче ГНС) у співвідношенні щонайменше 1 до 3. Середня кількість працюючих агрегатів ГНС – 6–8. Чим більша кількість працюючих агрегатів ГНС, тим краща якість води в ІМК.	1957–1987 рр.	60 (120 – з урахуванням ЯЗС та СЗС)	509
2	Промивка замість відкачки впродовж 30 діб з «антирічкою»	1. Перший період роботи ГНС (від початку роботи ГНС до підходу зверху «солоної» води «на хвості» в промивної).	Якість води формується за рахунок попусків води з Карачунівського водосховища (якість не залежить від кількості працюючих агрегатів ГНС). Якість залежить від витрат попусків з Карачунівського водосховища, чим більші витрати, тим краща якість води в р. Інгулець нижче водосховища, відповідно, краща якість води в ІМК.	1988–2010 рр.	від 60 (120) до 14 (17)	317
		2. Другий період роботи ГНС (від дати підходу зверху «солоної» води «на хвості» в промивної до дати підтягування «антирічкою» дніпровської води до ГНС).	Якість води формується шляхом змішування інгулецької води (яка знаходиться вище ГНС) з промивною (яка знаходиться нижче ГНС). Формування якості води відбувається аналогічно І варіанту, але якість буде гірша, ніж у ньому, тому що знизу ГНС знаходиться промивна вода, якість якої гірша за дніпровську.			
		3. Третій період роботи Головної насосної станції (від дати підтягування «антирічкою» дніпровської води до ГНС до зупинки ГНС).	Якість води формується шляхом аналогічно І варіанту, тобто шляхом змішування інгулецької води (яка знаходиться вище Головної насосної станції) з дніпровською			

Закінчення табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
2	Промивка замість відкачки впродовж 30 діб з «антирічкою»	3. Третій період роботи Головної насосної станції (від дати підтягування «антирічкою» дніпровської води до ГНС до зупинки ГНС).	(яка знаходиться нижче ГНС) у співвідношенні щонайменше 1 до 3. Чим більше кількість працюючих агрегатів головної насосної станції, тим краща якість води в Інгулецькому магістральному каналі.	1988–2010 рр.	від 60 (120) до 14 (17)	317
3	Промивка зверху на весь поливний період	Забезпечення стабільної задовільної якості води в джерелі зрошення р. Інгулець упродовж усього вегетаційного періоду шляхом здійснення попусків води задовільної якості з Карачунівського водосховища в період із квітня по серпень із незначним корегуванням залежно від погодних умов року витратами не менше ніж 12 м^3/с	Якість води формується аналогічно варіанту 2.1, тобто формується за рахунок попусків води з Карачунівського водосховища (якість не залежить від кількості працюючих агрегатів Головної насосної станції). Якість залежить від витрат попусків із Карачунівського водосховища, чим більші витрати, тим краща якість води в р. Інгулець нижче водосховища, відповідно, краща якість води в Інгулецькому магістральному каналі.	2011–2021 рр.	15,9 (від 11,7 до 22,2)	120
4	Гібрид-синергія – «промивка зверху на весь поливний період» з «антирічкою»	Забезпечення стабільної задовільної якості води в р. Інгулець від Карачунівського водосховища до головної насосної станції аналогічно варіанту 3 – шляхом здійснення попусків води задовільної якості з Карачунівського водосховища в період із квітня по серпень.	При роботі 1–2 агрегатів головної насосної станції (на початку та наприкінці поливного періоду й у короткочасні періоди зменшення заявок на подачу води) – якість води формується аналогічно варіанту 3 – за рахунок попусків води з Карачунівського водосховища, тобто ГНС перекачує тільки воду, яка поступає по руслу річки зверху. При роботі 3 і більше агрегатів головної насосної станції витрат води, яка надходить по руслу зверху до головної насосної станції, вже недостатньо й розпочинається процес змішування, тобто додатково за рахунок витрат ГНС закачується й вода, що знаходиться нижче створу ГНС, – відбувається змішування. На початку поливного періоду і зверху, і знизу буде знаходитися промивна вода. З часом підтягнеться «антирічкою» дніпровська, і якість води в Інгулецькому магістральному каналі поліпшиться за рахунок змішування.	Перспективний, рекомендований для застосування в разі відновлення проєктних площ поливу згідно зі Стратегією зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року	до 60 (до 120 – з урахуванням ЯЗС та СЗС)	300–500

негативним фактором, тому що навіть нинішня вартість послуг із забору (подачі) води цілком не задовольняє сільгосптоваровиробників – водокористувачів.

Тобто головним недоліком проєктного варіанта є висока вартість його застосування. Крім цього, сьогодні пропускна спроможність скидних трактів вже не дає змоги скидати необхідний обсяг води. Але найбільш вагомим фактором при визначенні оптимального варіанта є саме якість поливної води, тобто її відповідність вимогам чинних державних стандартів.

Дослідженнями, які проводилися раніше, установлено чіткий кореляційний зв'язок між хлоридами, аніонно-катіоновим складом і мінералізацією води ІЗС [3; 4]. Тому при проведенні досліджень уміст хлоридів у поливній воді розглядається як індикативний показник.

Досліджено фактичний період роботи ГНС постійно чотирма агрегатами (сумарні витрати – 22 м^3/с) у липні-серпні 2001 р. Якість води формувалася шляхом змішування інгулецької води (витрати – 5 м^3/с, уміст хлоридів – 700 мг/дм^3) з дніпровською (уміст хлоридів – 90 мг/дм^3). Цей період узято до розгляду як характерний період для другого з варіантів, що розглядаються, – «промивка замість відкачки впродовж 30 діб з «антирічкою». Відбір проб води в Інгулецькому магістральному каналі здійснювався кожні 2 години цілодобово. Визначено вміст хлоридів у кожній пробі та побудовані відповідні моделі якості води: 1 модель – фактична – 2001 р. та моделі якості, які б ми отримали в сучасних умовах при відповідних режимі роботі ГНС і витратах річки Інгулець (рис. 1). Середня якість води р. Інгулець (без скидів і без промивки) в останні роки за вмістом хлоридів становить 1100 мг/дм^3 (за даними Регіонального офісу водних ресурсів у Дніпропетровській області по гідропосту Андріївка).

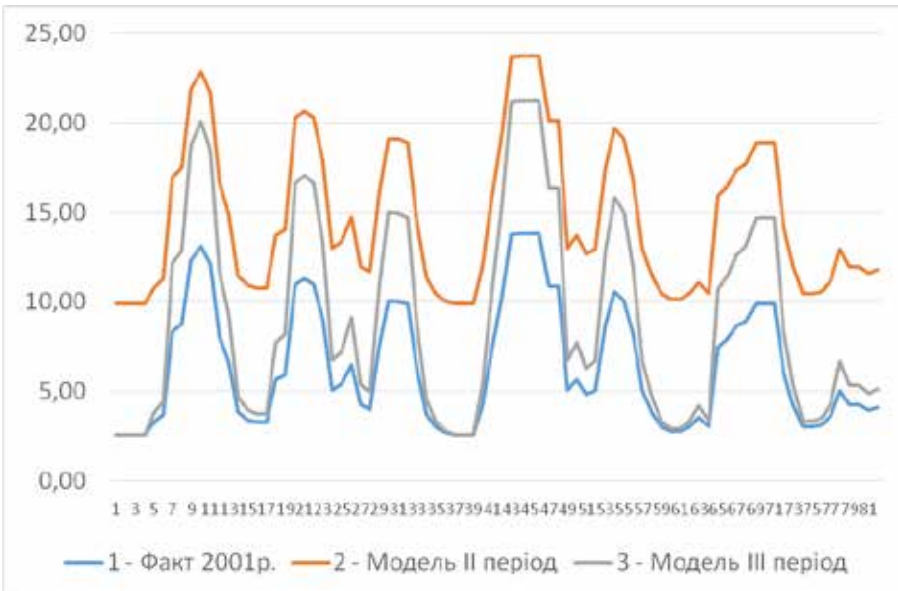


Рис. 1. Моделі коливання якості води ІЗС за вмістом хлоридів (мекв/дм^3)

У II період роботи ГНС при змішуванні інгулецької води, що надходить зверху до створу ГНС, і промивної води, що знаходиться нижче створу ГНС, – модель 2.

У ІІІ період роботи ГНС при змішуванні інгулецької води, що надходить зверху до створу ГНС, і дніпровської води, яка вже підтягнута та знаходиться нижче створу ГНС, – модель 3. Моделі побудовані за принципом збереження відсоткового співвідношення інгулецької та дніпровської води, тобто в усіх трьох моделей співвідношення однакове (фактичне по моделі 1), а різниця тільки за рахунок відмінної якості інгулецької води зверху та промивної та дніпровської – знизу. На моделях вірогідної якості води чітко відслідковується, що коливання вмісту хлоридів виходить за нормативну межу 15 мекв/дм^3 [8].

У моделі ІІ періоду отримуємо якість води гірше, так як змішуються інгулецька вода з промивною. У моделі ІІІ періоду якість краща, ніж у ІІ моделі, але все одно коливання виходить за межу нормативної якості. Тобто в разі застосування в нових умовах (відновлення проєктної площі поливу) варіанта «промивка замість відкачки впродовж 30 діб з «антирічкою» якість води в Інгулецькому МК періодично буде виходити за межі нормативної, тобто отримаємо воду ІІІ класу [8; 9], застосування якої для поливу сільськогосподарських культур призведе до значного зниження їх урожайності й буде сприяти процесам деградації ґрунтів.

У цих економічних, екологічних і технічних умовах, які склалися нині, пропонується застосовати новий варіант, який умовно можна назвати «гібридний варіант синергії двох варіантів» – «промивка зверху на весь поливний період» та «антирічка». Тобто при відновленні проектних площ зрошення на Інгулецькій зрошувальній системі (а вірогідно, і на системах, які отримують воду з Інгулецької, – Явкинській і Спаській зрошувальних системах) необхідно продовжувати здійснення формування якості води на басейновому рівні шляхом проведення постійних (із квітня по вересень) попусків води з Карачунівського водосховища витратами, які забезпечать якість води, що відповідає вимогам чинних державних стандартів. При цьому, тому що витрати насосів ГНС у більший період часу будуть перевищувати витрати р. Інгулець (зверху ГНС), недостатній обсяг води буде підтягуватися з Дніпра, тобто запрацює «антирічка». Буде відбуватися формування якості на локальному рівні – за рахунок роботи агрегатів. І чим більше агрегатів буде, тим буде краща якість води. При цьому будуть виключені моменти коливання якості до непридатної.

Переваги запропонованої технології – на початку та наприкінці поливного періоду не потрібно запускати в роботу зайві агрегати лише для підтримки якості води. Також у разі випадання опадів улітку, коли відбувається відмова від поливів, не треба, щоб у холосту працювала ГНС на скид тільки для того, щоб не «упустити дніпровську воду» від створу ГНС.

Але при застосуванні варіанта «гібрид-синергія» необхідно обов'язково здійснювати постійний оперативний моніторинг якості води річки Інгулець по визначених точках відбору проб (зверху від Карачунівського водосховища до створу ГНС і знизу від створу ГНС до гирла річки). Це необхідно з метою чіткого відстеження процесів підходу промивної води до створу ГНС, виштовхування «високомінералізованої призми» в річку Дніпро, підтягування дніпровської води до створу ГНС «антирічкою», контролю за місцезнаходженням дніпровською води (відхід від ГНС у випадку зупинки ГНС і підтягування дніпровської води).

Висновки і пропозиції. Формування якості поливної води Інгулецької зрошувальної системи нині залишається основним фактором її ефективності. Навіть у разі повного припинення регламентованих (зимових) скидів шахтних вод немає підстав не здійснювати щорічні попуски води з Карачунівського водосховища згідно з відповідним регламентом, тому що за період роботи підприємств

Кривбасу вода річки Інгулець під впливом високомінералізованих промислових вод повністю змінила свій хімічний склад у бік погіршення.

При виборі варіанта формування якості води в Інгулецькій зрошувальній системі варто обов'язково враховувати, що навіть при повній відсутності скидів і відсутності попусків із Карачунівського водосховища якість води р. Інгулець за вмістом хлоридів становить близько 1000–1300 мг/дм^3 та за мінералізацією – 3–4 г/дм^3.

При відновлення площ поливу (згідно зі Стратегією зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року) на Інгулецькій зрошувальній системі до проєктного рівня – 60 тис. га (з урахуванням водоподачі на Явкинську та Спаську зрошувальні системи – до 120 тис. га) – у сучасних економічних, екологічних і технічних умовах з метою забезпечення стабільної якості води, що відповідає вимогам чинних державних стандартів, пропонується застосовати новий варіант формування якості води на ІЗС, який умовно можна назвати «гібридний варіант синергії двох варіантів» – «промивка зверху на весь поливний період» та «антирічка».

Обов'язковою умовою ефективного застосування нового варіанта формування якості води ІЗС «гібрид-синергія» є постійний оперативний моніторинг якості води річки Інгулець (за вмістом хлоридів) по визначених точках відбору проб з метою моніторингу процесів підходу промивної води до створу ГНС, виштовхування «високомінералізованої призми» в річку Дніпро, підтягування дніпровської води до створу ГНС «антирічкою», контролю за місцезнаходженням дніпровської води (відхід від ГНС у випадку зупинки ГНС і підтягування дніпровської води).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Стратегія зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року, схвалена Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 14.08.2019 № 688-р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/688-2019-р#Text.
2. План заходів з реалізації Стратегії зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року, затверджений Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 21.10.2020 № 1567-р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1567-2020-р#Text.
3. Морозов В.В., Нежлукченко В.М., Волочнюк Є.Г. Формування якості зрошувальної води на Інгулецькому масиві. Херсон : Колос, 2004. 228 с.
4. Морозов В.В., Козленко Є.В. Інгулецька зрошувальна система: покращення якості поливної води : монографія. Херсон : ПП «ЛТ-Офіс», 2015. 210 с.
5. Козленко Є.В., Морозов О.В., Морозов В.В. Інгулецька зрошувальна система: стан, проблеми та перспективи розвитку : монографія / за ред. О.В. Морозова. Херсон : Айлант, 2020. 204 с.
6. Коваленко Р.Ю., Ковальчук П.І. Аналіз методів управління якістю води для зрошення при промивках русла р. Інгулець дніпровською водою. *Індуктивне моделювання складних систем.* Київ, 2014. Випуск 6. С. 90–96.
7. Регламент промивання русла та екологічного оздоровлення р. Інгулець у 2020 році, затверджений Держводагентством України 10.03.2020. 2 с.
8. ДСТУ 2730:2015. Захист довкілля. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії. Вид. офіц. Київ : Мінекономрозвитку України, 2015. 9 с.
9. Про нормативи екологічно безпечного зрошення, осушення, управління поливами та водовідведенням : Постанова Кабінету Міністрів України від 02.09.2020 № 766. *Офіційний вісник України*. 2020. № 73. С. 27–31.
10. Пічура В.І. Атлас екологічного стану басейну ріки Дніпро. Херсон, «ОЛДІ-ПЛЮС», 2020. 36 с.
11. Скок С.В. Екологічна оцінка впливу урбосистем на якість водних ресурсів. Екологічні науки. Випуск 4 (31). 2020. С. 66–75.
12. Бреус Д.С. Дослідження екологічного стану акваторії Каховського водосховища. Водні біоресурси та аквакультура. Вип. № 2. 2020.

УДК 633.18:631.67:004
DOI https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.119.30

МОДЕЛЮВАННЯ РЕЖИМІВ ЗРОШЕННЯ РІЗНИХ СОРТІВ РИСУ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНФОРМАЦІЙНО-ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ AQUACROP

Марковська О.Є. *– д.с.-г.н., професор, в. о. завідувача кафедри ботаніки та захисту рослин,*
Херсонський державний аграрно-економічний університет

У статті наведено результати застосування сучасних інформаційних технологій, які дають можливість агровиробникам із високою точністю контролювати динаміку водопотреби на рівні зрошувальної системи, господарства та окремих полів рисових сівозмін в умовах краплинного зрошення. Використання комп'ютерних програм дозволяє оптимізувати режими зрошення, заощадити воду, енергоносії, технічні засоби, трудові ресурси, сприяє підвищенню врожаю та покращанню його якості, зростанню економічної ефективності та екологічної безпеки землеробства на поливних землях.

У межах виконання НДР «Розробка та вдосконалення режимів зрошення рису та супутніх культур рисової сівозміни на засадах нормування поливної води та встановлення динаміки евапотранспірації на рівні поля» розроблено імітаційну модель продуктивності рису з використанням програмного комплексу – AquaCrop за умов краплинного зрошення. Як експериментальні дані використано результати науково-дослідної роботи з удосконалення технологічних процесів вирощування насіння сучасних сортів рису з метою підвищення посівних та врожайних властивостей, що проводились у 2017 році в Інституті рису НААН. Вхідними показниками температурних даних, швидкості вітру, опадів використано дані місцевої метеостанції за 2017 рік та дані інтернет-ресурсу щодо тривалості сонячного дня, координат місцевості тощо. Програмний комплекс AquaCrop дозволяє змоделювати витрати води і поживних речовин на формування програмованих рівнів урожаю, встановлення реакції на оптимальне та ресурсоощадне зрошення різних за біологічними параметрами сільськогосподарських культур, зокрема рису.

Методом імітаційного моделювання встановлено складники продукційного процесу різних сортів рису. Продемонстровано зручність, точність та надійність розробленої моделі для управління, моделювання та прийняття рішень із точки зору формування врожайності сортів Віконт, Преміум, Україна-96, розробки іригаційних моделей із метою ведення ефективного агровиробництва. Адаптування наданої AquaCrop інформації щодо досліджуваних сортів рису дозволило автоматично та з достатньою точністю згенерувати біологічно оптимальні режими зрошення сортів рису Віконт, Преміум та Україна-96, порівняти їх урожайність та водну продуктивність. Найвищу врожайність та водну продуктивність у досліді сформував сорт Віконт – 9,5 т/га; 1,29 кг/м^3 відповідно.

Ключові слова: *програмний комплекс AquaCrop, технології, рис, зрошення, урожайність, ефективність.*

Markovska O.Ie. Modeling of irrigation regimes of different varieties of rice with the use of information and software complex AquaCrop

The article presents the results of the application of modern information technologies, which allow agricultural producers to control with high accuracy the dynamics of water consumption at the level of irrigation system, economy and individual fields of rice crop rotations under the conditions of drip irrigation. The use of computer programs allows optimizing irrigation regimes, save water, energy, technical means, labour resources, helps to increase yields and improve their quality, increase economic efficiency and environmental safety of agriculture on irrigated fields.

As part of the research project 'Development and improvement of irrigation regimes of rice and related crops of rice crop rotation on the basis of irrigation water rationing and establishing the dynamics of evapotranspiration at the field level' there was developed a simulation model of rice productivity under drip irrigation using software AquaCrop. As experimental data, we used the results of research work on improving the technological processes of growing seeds

of modern varieties of rice in order to improve sowing and yield properties, which were conducted in 2017 at the Rice Institute of NAAS. The input indicators of temperature data, wind speed, precipitation were data from the local weather station for 2017 and data from the Internet resource on the length of the sunny day, coordinates of the area, etc. The AquaCrop software complex allows modelling the consumption of water and nutrients for the formation of programmed yield levels, establishing a response to optimal and resource-saving irrigation of various biological parameters of crops, including rice.

The components of the production process of different varieties of rice are established by simulation modelling. Convenience, accuracy and reliability of the developed model for management, modelling and decision-making from the point of view of formation of productivity of varieties Vikont, Premium, Ukraina-96, development of irrigation models for conducting effective agricultural production are shown. Adaptation of the provided AquaCrop information on the studied rice varieties allowed us to automatically and with sufficient accuracy generate biologically optimal modes of irrigation of rice varieties Vikont, Premium and Ukraina-96, to compare their yield and water productivity. As a result of the study, the Vikont variety formed the highest yield of 9.5 t/ha and water productivity of 1.29 kg/m³.

Key words: *AquaCrop software complex, technologies, rice, irrigation, yield, efficiency.*

Постановка проблеми. Дефіцит водних ресурсів є глобальною проблемою в отриманні сталих урожаїв сільськогосподарських культур у Південному Степу України, який належить до зони нестійкого й недостатнього природного зволоження. За даними науковців, світова площа з дефіцитом природного вологозабезпечення становить понад 20% від загальної площі з одночасним скороченням прісної води [1, с. 15]. В останні роки спостерігається зростання кількості опадів на 33%. Однак відбувається воно на тлі підвищення суми ефективних температур вище 5°С на 673^{0}С і характеризується нерівномірним розподілом за періодами вегетації, а в посушливі літні місяці має вигляд злив [2, с. 6–9]. Через це важливим складником технологій вирощування сільськогосподарських культур є застосування зрошення з урахування біологічних особливостей рослин, зональних і локальних ґрунтово-кліматичних умов. Отримання високих і якісних урожаїв за знижених поливних і зрошувальних норм є головною метою інноваційних іригаційних технологій як в Україні, так і за її межами [3, с. 417–423; 4, с. 8–11]. Визначати дійсну потребу в поливній воді й організувати раціональне її використання можна лише за проведення впродовж поливного сезону оперативного короткотермінового розрахунку норм і строків вегетаційних поливів, відповідно до яких і необхідно здійснювати зрошення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Нині є багато імітаційних моделей продуктивності сільськогосподарських культур для оцінки ефективності застосування зрошення. Практичне значення при цьому мають імітаційні моделі росту й розвитку рослин, які можна створити в програмних комплексах DSSAT та CROPWAT, проте вони не дозволяють контролювати параметри родючості ґрунту, його еколого-меліоративний стан та оптимізувати сівозміну на основі комплексного аналізу вихідних даних. Вирішенням цих проблем стала розробка вченими Відділу земельних і водних ресурсів ФАО ООН спеціального програмного комплексу – AquaCrop, який дозволяє змоделювати витрати води і поживних речовин на формування програмованих рівнів урожаю, встановлення реакції на оптимальне та водоощадне зрошення різних за біологічними параметрами сільськогосподарських культур [5, с. 172–191; 6, с. 6–8]. Ця модель була успішно протестована для багатьох культур у різних країнах світу (як-от ячмінь у Південній зоні Сахари в Африці, пшениця в Ірані та у західних провінціях Канади, кормові культури в Ефіопії, кукурудза на зерно в Каліфорнії (США) та ін.). Багато досліджень проведено в аридних регіонах за допомогою моделі AquaCrop для оптиміза-

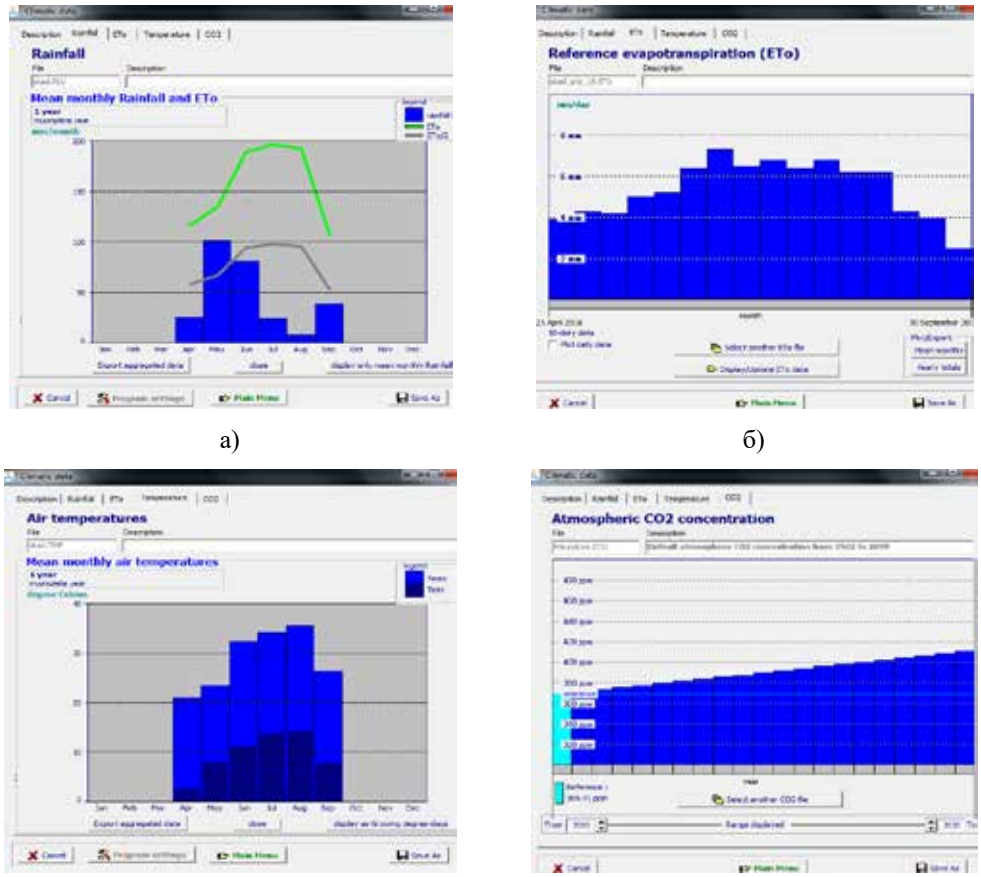
ції врожайності зерна та надземної маси з використанням водоощадного або біологічно оптимального режимів зрошення. Так, Фарахані та Гарсія-Віла у 2009 р. використовували програму AquaCrop для зрошення бавовни в Сирії та Іспанії, Салемі та ін., у 2011 – для пшениці озимої за водоощадного режиму зрошенні – в посушливих районах Ірану, Іраку та ін., у 2010 р. – для ячменю в різних регіонах Ефіопії [7, с. 264–272; 8, с. 70–85; 9, с. 477–487]. В Україні застосування імітаційних моделей продуктивності сільськогосподарських культур, на жаль, поки що залишається обмеженим.

Постановка завдання. У межах виконання НДР «Розробка та вдосконалення режимів зрошення рису та супутніх культур рисової сівозміни на засадах нормування поливної води та встановлення динаміки евапотранспірації на рівні поля» розроблено імітаційну модель продуктивності рису з використанням сучасних інформаційних технологій. За допомогою програмно-інформаційного комплексу AquaCrop версії 6.0 здійснено адаптацію (калібрування) характеристик кожного з досліджуваних сортів рису і побудовано режими зрошення за вегетаційний період 2017 року згідно із запропонованими системою методами, а також порівняно отримані моделі за продуктивністю, врожайністю насіння, кількістю використаної зрошувальної води для кожного з досліджуваних сортів. Як експериментальні дані використано результати НДР з удосконалення технологічних процесів вирощування насіння сучасних сортів рису з метою підвищення посівних та врожайних властивостей, що проводилась у 2017 році в Інституті рису НААН. Вхідними показниками температурних даних, швидкості вітру, опадів використано дані місцевої метеостанції за 2017 рік у розрізі декад та дані інтернет-ресурсу щодо тривалості сонячного дня, координат місцевості тощо. Еталонна евапотранспірація розрахована за допомогою методу Пенмана-Монтейта, реалізованого в програмно-інформаційному комплексі CropWat. Середньорічну концентрацію CO_2 отримано з бази даних AquaCrop.

Виклад основного матеріалу дослідження. У результаті завантаження даних отримані графічні зображення діаграм кількості опадів (рис. 1 (а), еталонної евапотранспірації (рис. 1 (б), температур (рис. 1 (в) та CO_2 (рис. 1 (г), що надає можливість користувачеві наочно аналізувати інформацію стосовно кліматичних умов місця проведення дослідження.

Також уведено інформацію щодо норм висіву, маси 1 000 зерен, рівня проростання, відстані між рядами, відстані між рослинами, кількості днів вегетаційного періоду за фазами для кожного з досліджуваних сортів рису. Після введення цих характеристик програма автоматично розрахувала густоту стояння рослин і початковий розмір «покриву» культури (CC).

Для сорту Віконт уведено масу 1 000 зерен 31 г, схожість – 81%, ширину міжряддя – 0,13 м, відстань між насінням – 0,02 м, норму висіву – 246,2 г, густоту стояння розраховували автоматично на основі введених показників (9 000 000 шт./га), початковий покрив культури 0,90%. Для сорту Преміум уведено масу 1 000 зерен 30 г, схожість – 80%, норму висіву – 236,5 г, ширину міжряддя – 0,13 м, відстань між насінням – 0,02 м, густоту стояння – 8 879 012 шт./га, початковий покрив культури 0,89%. Для сорту Україна-96 введено масу 1 000 зерен 29 г, схожість – 76%, ширину міжряддя – 0,13 м, відстань між насінням – 0,02 м, густоту стояння – 8 550 000 шт./га, початковий покрив культури 0,86%. Дата сівби в нашому дослідженні співпадала з датою початку моделювання (симуляції), тобто початком вегетаційного періоду 30 квітня 2017 року для всіх сортів.



а) б)

в) г)

Рис. 1. Діаграми динаміки опадів (а), еталонної евапотранспірації (ETo) (б), максимальної та мінімальної температур (в), CO_2 (г) за 2017 рік

Далі нами адаптовано параметри про кількість днів із першого дня після сівби до моменту проростання, до дати утворення максимального «покриву» культури, до дати «старіння» СС, термін до дати повної стиглості культури і дані щодо тривалості цвітіння сортів рису. Необхідні гідравлічні характеристики ґрунту використано з польових спостережень (найменша польова вологоємність – FC), вологість в'янення (WP) та порівняно з показниками текстури ґрунтових ресурсів бази даних AquaCrop відповідно до властивостей місцевих середньосуглинкових ґрунтів на двох ґрунтових рівнях (рис. 2): для шару ґрунту 0,30 м FC дорівнювала 22%, PWP 10%, для шару 0,90 дані FC 31%, PWP 15%.

Після калібрування здійснено планування конкретної стратегії зрошення, обрано режим «автоматичної генерації режимів зрошення», метод краплинного зрошення, критерій і глибини. Далі здійснено сценарії моделювання дійсного графіка іригації з різними характеристиками і варіантами показника допустимого виснаження відсотку від RAW. Перевагою цього режиму формування графіка є те, що, зберігаючи вміст води в ґрунті між FC (найменшою польовою вологоємністю)

і порогом RAW (вода, легкодоступна для рослини), втрати води через глибоке просочування обмежені, а стрес води і втрати врожаю виключаються, що актуально для особливостей вирощування культури рису.

Рис. 2. Копія екрану характеристик профілів ґрунтів

У нашому дослідженні була обрана стратегія формування біологічно оптимального режиму зрошення для більш зручного порівняння продуктивних ознак сортів рису.

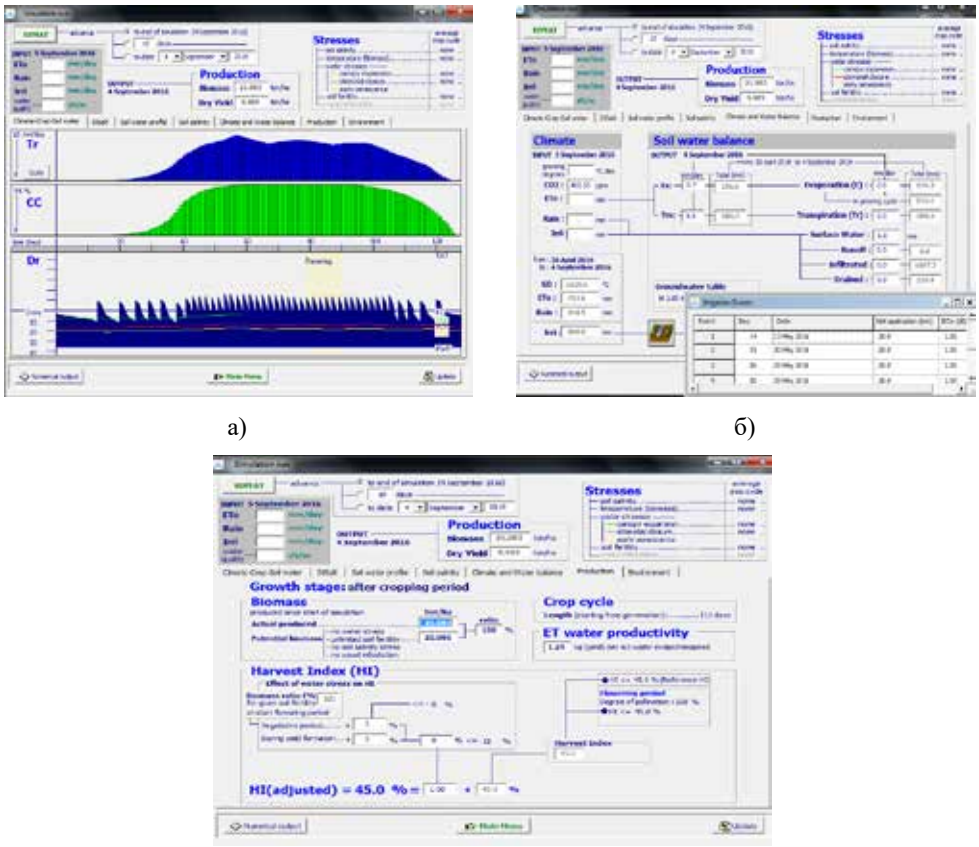
Після формування діаграм «Клімат-Культура-Ґрунтова волога» з характеристиками кількості врожайності біомаси та зерна проаналізовано оптимальні співвідношення між введеними параметрами режиму та отриманням найвищої урожайності сортів рису з використаною водою на зрошення. На рисунку 3(а) демонструється динаміка змодельованих транспірації (Tr), покриву культури (CC) та вмісту води в кореневій зоні (Dr) для сорту Віконт упродовж вегетаційного періоду 128 днів.

На рисунку 3(б) зображена зведена форма водного балансу всіх вхідних та вихідних потоків, сформовано графік іригації біологічно оптимального режиму зрошення за умов 78% виснаження від RAW з датами поливів і фіксованою поливною нормою 200 м^3/га та виведена загальна зрошувальна норма 8 600 м^3/га. Урожайність сорту Віконт склала 9,5 т/га (біомаса 21,1 т/га), співвідношення між реально отриманою та потенційною біомасою з обліком відсутності стресів за період розвитку культури склало 100% (рис. 3 (в), водна продуктивність 1,29 кг/м^3.

Аналогічно проведено моделювання врожайності, графіків зрошення для сортів рису Преміум та Україна-96.

Використовуючи для всіх досліджуваних сортів однакову зрошувальну норму 8 600 м^3, кожний сорт сформував різну врожайність, кількість біомаси та водну продуктивність. Урожайність рису для сорту Преміум склала 9,2 т/га (біомаса 20,4 т/га), водна продуктивність – 1,27 кг/м^3, урожайність рису сорту Україна-96 склала 9,3 т/га (біомаса 20,7 т/га) з ET_{wp} 1,28 кг/м^3, співвідношення між реально отриманою та потенційною біомасою сортів склала 100% з обліком відсутності стресів за період розвитку культури. У вікні режиму «Crop characteristics» користувач має можливість відкоригувати консервативні параметри з обліком конкрет-

них кліматичних умов та умов агротехніки певної культури, на рисунку 4 (а) зображено пункт евапотранспіраційних характеристик рису, коефіцієнт культури K_c, ефект покриву культури в останню фазу циклу. На рисунку 4 (б) зображено динаміку водних стресів з індикаторами «збільшення покриву», «змикання продихів», «попереднього старіння біомаси», «стресу аерації» та «динаміки змінення індексу врожайності в періоди цвітіння та формування врожаю».



а) б)

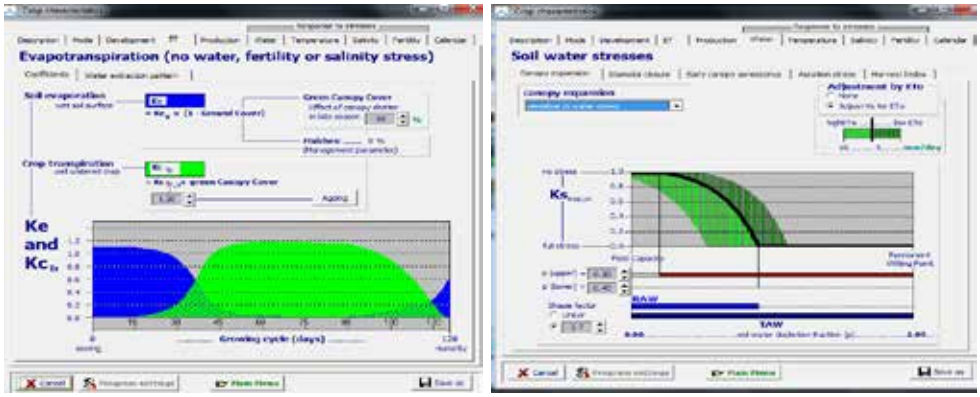
в)

Рис. 3. Згенеровані форми в режимі «Запуск моделювання» для сорту рису Віконт

Позитивною характеристикою програми є те, що на кожному етапі моделювання є можливість контролю водного та сольового балансів, усіх видів стресів на певних фазах розвитку культури, у процесі якого можна відкоригувати стрес шляхом додавання (зменшення) норм зрошення, або зміни строку сівби, густоти стояння рослин тощо (рис. 5).

Після запуску моделювання AquaCrop порівнює показники моделювання з польовими даними і представляє на графічному дисплеї результати у вигляді статистичних даних: коефіцієнт кореляції Пірсона (r), середньої квадратичної похибки (RMSE), звичайної кореляційної середньої квадратичної похибки (CV (RMSE)), коефіцієнта корисної дії моделі (NF) для моделі Nash-Sutcliffe, індексу

договору Вільмота (d). На рисунку 6 зображено результати оцінки змодельованих (лінія) і фактичних (крапки) даних із їх стандартними відхиленнями (вертикальні лінії) щодо СС рису в меню «Оцінка результатів моделювання».



а) б)

Рис. 4. Копії екранів режиму «Crop characteristics»

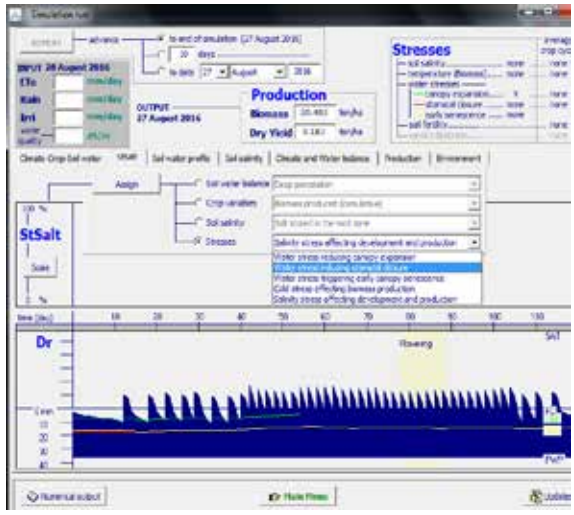


Рис. 5. Копія форми екрану режиму контролювання балансів

Висновки. Методом імітаційного моделювання встановлено складники продукційного процесу рису. Продемонстровано зручність, точність та надійність розробленої моделі для управління, моделювання та прийняття рішень із точки зору формування врожайності, біомаси сортів рису, розробки іригаційних моделей із метою ведення ефективного агровиробництва. Адаптування наданої AquaCrop інформації щодо досліджуваних сортів рису дозволило автоматично (з достатньою точністю програмного забезпечення) згенерувати біологічно оптимальні режими за умов краплинного зрошення сортів рису Віконт, Преміум та Україна-96, порівняти їх врожайність та водну продуктивність. Найвищу врожайність та водну продуктивність у досліді сформував сорт Віконт – 9,5 т/га; 1,29 кг/м^3 відповідно.

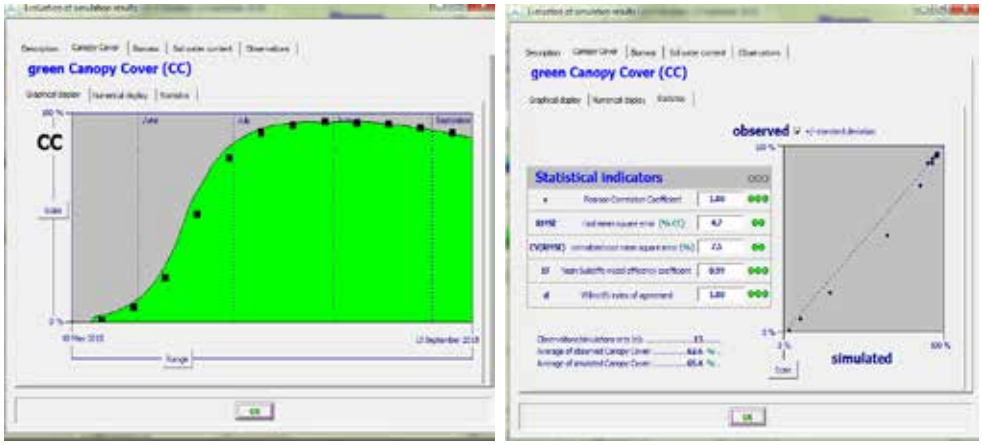


Рис. 6. Результати оцінки моделювання покриву культури (CC) сорту рису Віконт

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Системи землеробства на зрошуваних землях України / за наук. ред. Р.А. Вожегової. Київ : Аграрна наука, 2014. С. 15.

2. Вожегова Р.А. Напрями адаптації галузі рослинництва до регіональних змін клімату. *Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти*. Збірник тез II міжнародної науково-практичної конференції. Київ – Миколаїв – Херсон : ДУ НМЦ «Агроосвіта». 2019. С. 6–9.

3. Швартау В.В., Михальська Л.М., Дудченко В.В., Скидан В.О. Content of inorganic elements in rice grain depending on irrigation methods. *Plant Varieties Studying and Protection.* 2019. № 4. С. 417–423.

4. Аверчев О.В., Осінній А.О., Кохоров А.А. Сучасний стан та напрями підвищення ефективності виробництва рису в Україні. *Економічний потенціал аграрного сектору України: наукові підходи та практика реалізації.* Збірник тез міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. Херсон : ДВНЗ «ХДАУ». 2017. Ч.1. С. 8–11.

5. Markovska O.Y. Modelling productivity of crops in short crop rotation at irrigation taking into account agroecological and technological factors: monograph «Current state, challenges and prospects for research in natural sciences», January 2019. P. 172–191. DOI: 10.36059/978-966-397-156-8/172-191.

6. Vozhehova R.A., Lykhovyd P.V., Kokovikhin S.V., Biliaieva I.M., Markovska O.Y., Lavrenko S.O., Rudik O.L. Artificial neural network and their implementation in agricultural science and practice: monograph. Warsaw: «Diamond trading tour», 2019. 108 p.

7. Araya A., Prasad P.V.V., Gowda P.H., Afewerk A., Abadi B., Foster A.J. Modeling irrigation and nitrogen management of wheat in northern Ethiopia. *Agricultural Water Management*. 2019. Vol. 216(C). P. 264–272. DOI: 10.1016/j.agwat.2019.01.014.

8. FAO irrigation and drainage paper by Pasquale Steduto (FAO, Land and Water Division, Rome, Italy) T. Hsiao (University of California, Davis, USA) Elias Fereres (University of Cordoba and IAS-CSIC, Cordoba, Spain) D. Raes (KU Leuven University, Leuven, Belgium). FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Rome. 2012. № 66. P. 70–85.

9. García-Vila M., Fereres E., Mateos L., Orgaz F., Steduto P. Deficit irrigation optimization of cotton with AquaCrop. 2009. Vol. 101. Issue 3. P. 477–487. DOI: 10.2134/agronj2008.0179s.

УДК 631.452
DOI https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.119.31

ГЕОПРОСТОРОВА ДИФЕРЕНЦІАЦІЯ ПОКАЗНИКІВ ҐРУНТОВОЇ РОДЮЧОСТІ ТА ЇХ ДИСТАНЦІЙНА ВЕРИФІКАЦІЯ

Пліско І.В. *– д.с.-г.н., с.н.с., завідувачка лабораторії геоекофізики ґрунтів,*
Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії
імені О.Н. Соколовського»
Трофименко П.І. *– д.с.-г.н., доцент кафедри геоінформатики,*
Навчально-науковий інститут «Інститут геології»
Київського національного університету імені Тараса Шевченка
Куцова К.М. *– аспірант лабораторії геоекофізики ґрунтів,*
Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії
імені О.Н. Соколовського»
Зобнів І.С. – *студентка,*
Навчально-науковий інститут «Інститут геології»
Київського національного університету імені Тараса Шевченка
Трофименко Н.В. *– к.е.н., асистент кафедри геоінформатики,*
Навчально-науковий інститут «Інститут геології»
Київського національного університету імені Тараса Шевченка
Ляшенко Д.О. *– д.геогр.н., професор кафедри геоінформатики,*
Навчально-науковий інститут «Інститут геології»
Київського національного університету імені Тараса Шевченка

У статті висвітлено результати наукових досліджень верифікації геопросторового поширення основних показників родючості ґрунтів Лісостепової зони України за допомогою вегетаційних індексів NDVI, NDSI й розроблених власних моделей накопичення біомаси пшениці озимої та кукурудзи на зерно в умовах виробництва у 2020 році.

У роботі на основі параметрів ДСТУ 4362:2004 «Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів» представлено алгоритм побудови картосхем експертної оцінки родючості домінуючих у цій природно-кліматичній зоні ґрунтів відносно кукурудзи на зерно та пшениці озимої в середовищі Arc GIS 10.5.

Показано геопросторову диференціацію основних показників родючості ґрунтів (у балах) і певну синхронізацію їх значень з величинами індексу NDVI (для кукурудзи на зерно) та врожайністю зерна пшениці озимої, розрахованої з використанням розробленої в попередніх дослідженнях моделі на основі індексу NDSI.

Виявлено, що запорукою успішності геопросторової верифікації параметрів родючості ґрунтів є правильний вибір вегетаційного індексу або аналітичної моделі, що дає змогу отримати наявну диференціацію вищеозначених параметрів ґрунтового покриву за величинами біомаси сільськогосподарських культур.

Указано на можливість використання означеного алгоритму у вигляді вирішення зворотної геопросторової задачі: коли локалізація на місцевості максимальних величин вегетаційного індексу може бути основою для визначення оптимальних параметрів за окремими показниками родючості для певного ґрунту або групи ґрунтів.

Зазначений підхід завдяки невеликій собівартості порівняно з традиційною закладкою стаціонарних досліджень пропонується до застосування в разі визначення оптимальних показників ґрунтової родючості на землях фермерських господарств з невеликою площею з метою покращення режиму живлення сільськогосподарських культур.

Ключові слова: *верифікація, дистанційні методи, просторова диференціація, родючість, ґрунтові показники.*

Plisko I.V., Trofymenko P.I., Kutsova K.M., Zobniv I.S., Trofymenko N.V., Lyashenko D.O. Geospatial differentiation of soil fertility indicators and their remote verification

The article highlights the results of scientific research on verification of the geospatial distribution of the main soil fertility indicators of the Forest-Steppe Zone of Ukraine using vegetation indices NDVI, NDSI and our own developed models of biomass accumulation of winter wheat and corn for grain under production conditions in 2020.

On the basis of parameters of DSTU 4362: 2004 'Quality of Soil. Soil Fertility Indicators', the study presents an algorithm for constructing schematic maps of expert assessment of soil fertility of dominating soils in this natural and climatic zone of soils in regard to maize for grain and winter wheat in Arc GIS 10.5.

The geospatial differentiation of the main indicators of soil fertility (in points) and some synchronization of their values with the values of the NDVI index (for maize for grain) and grain yield of winter wheat were calculated using the model developed in previous studies based on the NDSI.

It is revealed that the key to the success of geospatial verification of soil fertility parameters is the correct choice of vegetation index or analytical model, which allows obtaining the existing differentiation of the above parameters of soil cover by crop biomass.

The possibility of using the specified algorithm in the form of solving the inverse geospatial problem is indicated: when the localization of the maximum values of the vegetation index can be the basis for determining the optimal parameters for individual fertility indicators for a particular soil or soil group.

This approach, due to the low cost compared to the traditional establishment of stationary research, is proposed for use in determining the optimal indicators of soil fertility on small farms in order to improve the nutrition of crops.

Key words: *verification, remote methods, spatial differentiation, fertility, soil indicators.*

Постановка проблеми. Однією з важливих проблем сучасного землеробства є встановлення оптимальних параметрів ґрунтової родючості за окремими показниками. Існує багато підходів і методів проведення цих досліджень, головними серед них є проведення стаціонарних польових досліджень із накладанням дослідів за спеціальними схемами. Однак проведення подібних досліджень вимагає значних матеріальних і фінансових витрат.

Нині завдяки розвитку сучасних технологій і використанню дистанційних методів досліджень земної поверхні поряд із традиційними методами польових досліджень з'являються нові підходи в параметризації показників ґрунтової родючості. Особливе значення подібні підходи мають у випадку діагностування рівня продуктивності сільськогосподарських угідь в умовах виробництва, передусім ріллі.

Досить важливою є верифікація встановлених критеріїв родючості ґрунтів, які функціонують у відповідних кліматичних умовах і використовуються для отримання врожаїв сільськогосподарських культур.

Одним із пріоритетних підходів до верифікації коректності градацій показників ґрунтової родючості є встановлення відповідності їх просторового поширення серед ґрунтового покриву з величинами дискретної оцінки накопичення біомаси сільськогосподарською культурою на основі вегетаційних індексів.

У зв'язку з вищезазначеним досить перспективним уважається застосування сучасних технологій, пов'язаних із дистанційною ідентифікацією продуктивності рослин на основі спектрозональних знімків різних супутникових систем Landsat, Sentinel та інших. У цьому випадку досить важливим є дотримання максимальної часової синхронізації між установленням величин показників ґрунтової родючості й визначенням величин інвестиційних індексів. На нашу думку, така верифікація може відбуватися в межах вегетаційного періоду рослин, а для озимих культур – окремо в межах осінньої або весняної його частин.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Традиційна практика отримання інформації, її переробки та подання не відповідає вимогам оцінювання просто-

рової диференціації ґрунтових показників. Необхідні нові методи й інструменти оцінки агроекологічного стану посівів і ґрунтового середовища. Розуміння й управління просторовою мінливістю ґрунтів стало однією з основних стратегій оптимізації сільськогосподарського виробництва, заснованої на місцевих потребах у добривах, меліорантах та інших ресурсах.

У зв'язку зі збільшенням площ посівів зернових культур в Україні [1] усе більшої актуальності набуває розробка алгоритму якісного дистанційного діагностування врожайності сільськогосподарських культур. Численними дослідженнями встановлено, що властивості ґрунтів є мінливими в різних просторових масштабах, що призводить до явної необхідності визначення геопросторової диференціації показників ґрунтової родючості [2].

Останні досягнення в сенсорних технологіях і доступність безкоштовних мультиспектральних супутникових зображень із високою роздільною здатністю (просторових і часових) дають можливість опосередковано визначати якісний стан орних ґрунтів, що дає змогу картографувати просторовий розподіл у режимі, близькому до реального часу, і прогнозувати врожайність сільськогосподарських культур [3].

Дистанційне зондування Землі дає змогу скоротити витрати коштів і часу на польові дослідження, прискорити проведення робіт, а також підвищити достовірність і повноту одержуваної інформації за рахунок оптимізації термінів та умов зйомки. Разом із тим діагностування врожайності за спектральною інформацією можна проводити в різні періоди вегетації культур, забезпечуючи кращі часові та просторові покриття [4].

З метою визначення стану родючості ґрунтів і якості земельних ділянок при проведенні моніторингу земель сільськогосподарського призначення та створенні ґрунтово-агрохімічних баз даних застосовується національний стандарт України – ДСТУ 4362:2004 [5], який дає змогу здійснити класифікацію одержаних даних за показниками родючості ґрунтів. Основними серед показників є такі: загальні (потужність гумусного шару ґрунту; грубизна профілю для схилових ґрунтів; гранулометричний склад), агрофізичні (щільність ґрунту; агрегатний склад; найменша вологоємність; запаси продуктивної вологи), агрохімічні показники (уміст гумусу; уміст поживних речовин; уміст мікроелементів), фізико-хімічні властивості (реакція ґрунтового розчину; склад увібраних катіонів), а також показники забруднення ґрунтів важкими металами, залишками пестицидів і радіонуклідами; ступінь засолення ґрунтів за катіонно-аніонним складом водної витяжки (для солонцевих, засолених і зрошуваних земель); ступінь солонцюватості ґрунтів за вмістом обмінного натрію та калію (для солонцевих і зрошуваних земель).

Вітчизняними дослідниками доведено, що використання багатоспектральних супутникових знімків є досить актуальним напрямом для вивчення параметрів ґрунтової родючості [6–8]. Результати вивчення багатоспектральних супутникових знімків уміщуюсь дослідження впливу агрофітоценозів і погодних умов на якість аерокосмічних растрових зображень [9].

Використання методів дистанційного зондування в поєднанні з геоінформаційними технологіями є одним зі стратегічних напрямів розвитку наукової та інноваційної діяльності в сільськогосподарському виробництві, у тому числі для безперервного моніторингу фракційного покриву рослинності на великих територіях за умов підкріплення високоякісними польовими даними для калібрування й перевірки алгоритмів [10].

На основі комбінації значень яскравості в певних каналах, інформативних для виділення досліджуваного об'єкта, і розрахунку за цими значеннями «спектрального індексу» об'єкта будується зображення, яке відповідає значенню індексу в кожному пікселі, що й дає змогу виділити досліджуваний об'єкт чи оцінити його стан [7].

Ефективність вегетаційних індексів визначається особливостями відбиття, це переважно індекси, виділені емпірично [11]. Їх застосування дає змогу чітко відділяти рослинність від інших природних об'єктів.

Найчастіше у вітчизняній і закордонній літературі спостерігається широке використання в дослідженнях ґрунтової родючості нормалізованого диференційного вегетаційного індексу (NDVI) [12], який указує на інтенсивність накопичення біомаси рослинністю. Коефіцієнт NDVI використовується як один із інструментів для складніших типів аналізу, результатом яких можуть бути карти фітопродуктивності сільськогосподарських земель, біологічної різноманітності тощо [6]. Відомо, що індекс NDVI добре діагностує стан рослинного покриву й за роками, і в період вегетаційного сезону. Проте його використання не дає коректних результатів щодо рослинності у фазі повної стиглості передусм зернових культур.

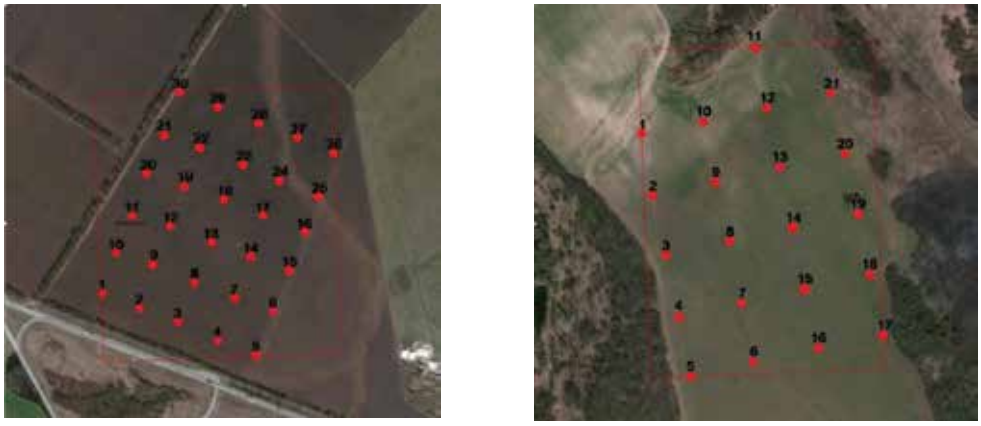
У такому випадку часто використовують нормалізований диференційований ґрунтовий індекс NDSI, який також придатній для оцінки стану орних земель [13]. Високі кореляційні коефіцієнти величин врожайності зі значеннями вегетаційного індексу NDSI дають змогу враховувати ґрунтові відмінності при дистанційній діагностиці. Діагностуюча здатність індексу NDSI свідчить про домінуючу роль ґрунтових параметрів і режимів у формуванні врожаю різних сільськогосподарських культур.

Постановка завдання. Завдання роботи передбачало дослідити геопросторову диференціацію показників ґрунтової родючості для встановлення їх територіальної локалізації та провести верифікацію результатів експертної оцінки показників родючості шляхом розрахунку величин біомаси сільськогосподарських культур, визначеної за допомогою вегетаційних індексів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідження проведено у 2020 році на двох територіальних об'єктах Лісостепової зони України, які входять до Пісочинської (с. Новий Коротич) і Південноміської (смт. Буди) територіальних громад Харківського району Харківської області, в умовах виробництва на типових ґрунтах. Ситуаційні схеми розташування об'єктів досліджень представлено на рисунку 1.

Дослідний об'єкт № 1 «Новий Коротич» (φ=49,974028, λ=36,000611) являє собою земельну ділянку, зокрема частину поля, яка розташована на території ДП ДГ «Граківське» біля с. Новий Коротич, площею 31,7 га (рис. 1А). Ґрунтовий покрив об'єкта представлено чорноземами опідзоленими (у тому числі й намитими), темно-сірими опідзоленими слабоксероморфними ґрунтами в комплексі з їх еродованими аналогами. Гранулометричний склад ґрунтів – важкосуглинковий. У межах об'єкта спостерігаються неоднорідні форми рельєфу – місцями мікропідвищення та мікрозниження. Ухил поверхні становить 3–3,5 градусів, перепад висот – від 120 до 145 м. На обстеженій території зустрічаються поодинокі ознаки порушення поверхневих горизонтів, ґрунти схильні до кіркоутворення. Вирощувана сільськогосподарська культура – кукурудза на зерно.

Дослідний об'єкт № 2 «Буди» (φ=49,878433, λ=36,021529) являє собою земельну ділянку (частину поля) площею 21 га, яка розташована за межами населеного пункту Буди (рис. 1Б).



А Б

Рис. 1. Місце розташування об'єктів досліджень біля населених пунктів с. Новий Коротич (А) та смт Буди (Б) Харківського району Харківської області

Ґрунтовий покрив дослідної ділянки представлено в основному сірими й темно-сірими опідзоленими ґрунтами та їх змитими різновидами. Опідзолені ґрунти знаходяться на схилах різної крутизни. Зокрема, наявний відносно значний перепад висот, де переважають ерозійно-акумулятивні форми рельєфу – ухил поверхні варіює від 5 до 7 градусів, перепад висот – від 135 до 173 м. У зв'язку з цим спостерігаються втрати частини вологи з поверхневим стоком і розвиток ерозійних процесів. Гранулометричний склад досліджених ґрунтів – важкосуглинковий. Вирощувана сільськогосподарська культура – пшениця озима.

Методика досліджень. Наземний етап досліджень передбачав відбір ґрунтових зразків з їх географічною прив'язкою до системи координат WGS 84 проекції UTM з подальшим аналізом і визначенням основних показників ґрунтової родючості. У зразках ґрунтів визначено вміст рухомих сполук фосфору й калію за модифікаційним методом Чирикова – за ДСТУ 4115:2002 [14], уміст загального гумусу методом Тюріна в модифікації ЦІНАО – за ДСТУ 4289:2003 [15], уміст нітратного й амонійного азоту – за ДСТУ 4729:2007 у модифікації ННЦ ІГА ім. О.Н. Соколовського [16], показник pHвод. – за ДСТУ 8346:2015 [17].

Під час досліджень використано відповідно скоригований багатоспектральний знімок LC08_L1TP_178025_20200703_20200708_01_T1.tif Landsat-8 у форматі GeoTIFF (WGS 84), отриманий із сайту EarthExplorer, і програмне забезпечення ESRI Arc Map 10.5. Дата знімання – 10.06.2020, час – 08:30:26.6771610. Хмарність у момент зйомки – 9%.

Побудову картосхем агрохімічних властивостей ґрунтів проведено в середовищі Arc Map 10x із використанням модуля Spatial Analyst. Розрахунок вегетаційних індексів NDVI та NDSI, а також моделі врожайності зерна пшениці озимої з побудовою відповідних картосхем – із застосуванням функції Raster calculator. Геостатистичний аналіз передбачав застосування функції кригінгу (Kriging).

Для встановлення геопросторового поширення основних показників ґрунтової родючості й побудови картографічних матеріалів використали відповідні класифікації їх величин, згідно з чинним ДСТУ 4362:2004 [5], шляхом застосуванням методу контрольованої класифікації значень (Manual classification).

Для розрахунку вегетаційних індексів використано загальноприйняті алгоритми:

$$NDVI = float\ (B5-B4) / (B5+B4), \quad (1)$$

$$NDSI = float\ (B7-B6) / (B7+B6), \quad (2)$$

де NDVI – нормалізований відносний індекс рослинності (Normalized Difference Vegetation Index);

NDSI – нормалізований диференційований ґрунтовий індекс (Normalized Difference Soil Index);

float – функція, яка дає змогу більш чітко встановити межі класів і мінімізувати вплив інших об'єктів.

З метою визначення врожайності пшениці озимої у фазу воскової стиглості використано розроблену раніше модель на посівах пшениці озимої у фазі повної стиглості [18]:

$$Y = -1670{,}9\ NDSI + 397{,}1, \quad (3)$$

де Y – врожайність зерна пшениці озимої, ц/га.

Експертну оцінку геопросторового поширення показників ґрунтової родючості з наданням оціночних балів за пшеницею озимою та кукурудзою на зерно з побудовою відповідних картосхем проводили відповідно до Стандарту родючості ґрунтів [5]. У таблиці 1 наведено приклад надання балів експертної оцінки за показниками родючості ґрунтів за вмістом у ґрунтах рухомого фосфору.

Таблиця 1

Надання балів експертної оцінки за вмістом фосфору

№ з/п	Градації вмісту фосфору	Діапазони градацій	Діапазони вмісту фосфору за точками відбору зразків у межах градації	Експертна оцінка, бал
1	низький	< 50	14,3–31,5	1
2	середній	50–100	57,3–88,7	2
3	підвищений	100–150	111,6–146,0	3
4	високий	150–200	151,7–183,2	4
5	дуже високий	> 200	209,0–263,4	5

У результаті статистичної обробки даних побудовано картосхеми агрохімічних показників ґрунтової родючості на досліджених об'єктах: «Новий Коротич» – на посівах кукурудзи на зерно (рис. 2) – і «Буди» – на посівах пшениці озимої (рис. 3).

Геопросторове поширення показників родючості ґрунтів на посівах кукурудзи (рис. 2) характеризується добрими параметрами, за винятком умісту мінерального азоту з низьким і середнім умістом, який спричинив відчутне зниження накопичення біомаси.

Розроблені в результаті математичної обробки даних картосхеми агрохімічних властивостей досліджених ґрунтів на посівах пшениці озимої представлено на рис. 3. Їх аналіз дає змогу зробити висновки, що забезпеченість ґрунтів мінеральним азотом та обмінним калієм переважно відповідає середньому та підвищеному рівням на всій ділянці поля. У свою чергу, диференціація ґрунтового покриву в межах дослідженого об'єкта за вмістом рухомого фосфору має ареали з низьким і дуже високим умістом, що є характерним для цих ґрунтів.

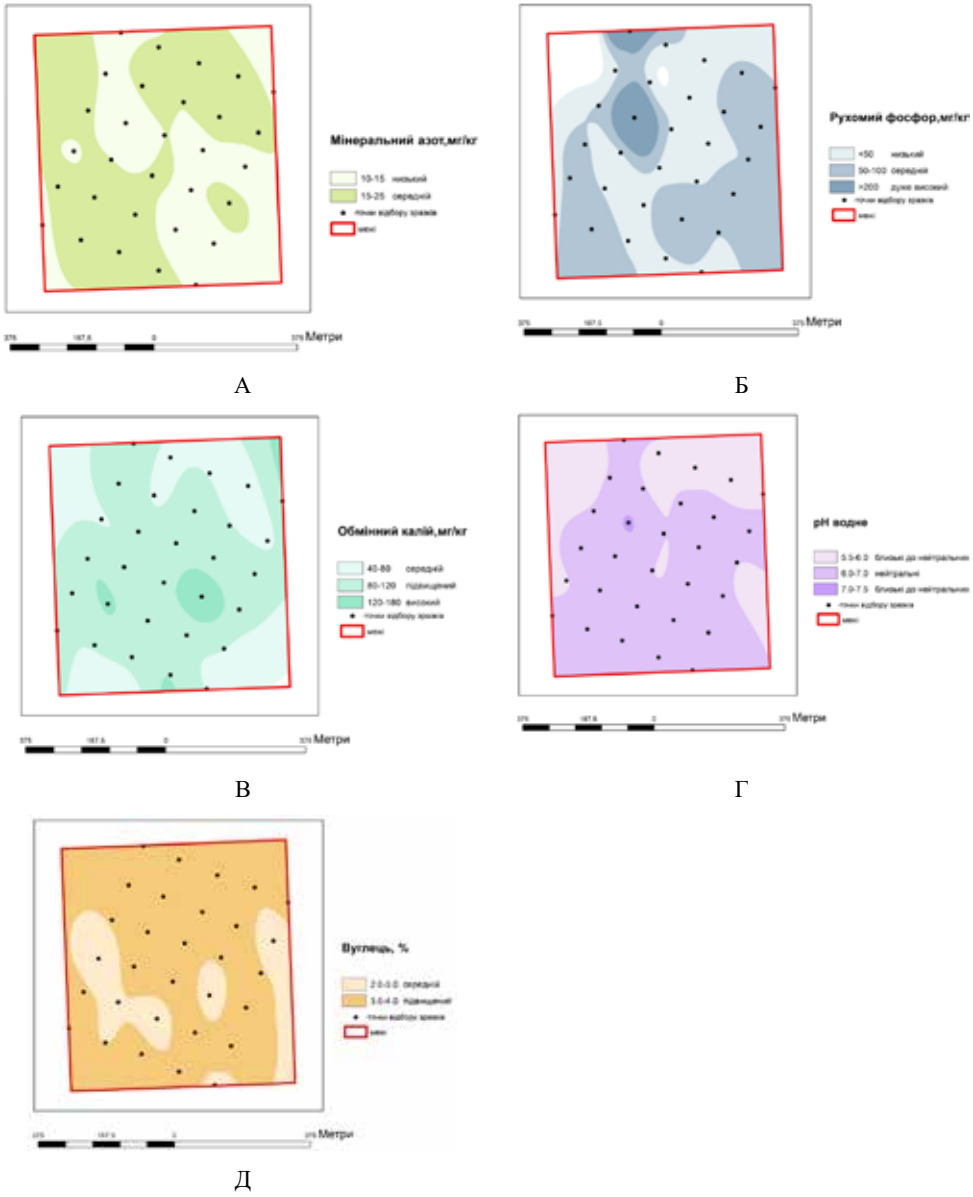


Рис. 2. Геопросторова диференціація ґрунтового покриву за показниками родючості на посівах кукурудзи на зерно (об'єкт «Новий Коротич»: А – уміст мінерального азоту, мг/кг ґрунту, Б – уміст рухомого фосфору, мг/кг ґрунту, В – уміст обмінного калію, мг/кг ґрунту, Г – показник $pH_{водн.}$, одиниць, Д – уміст органічного вуглецю, %

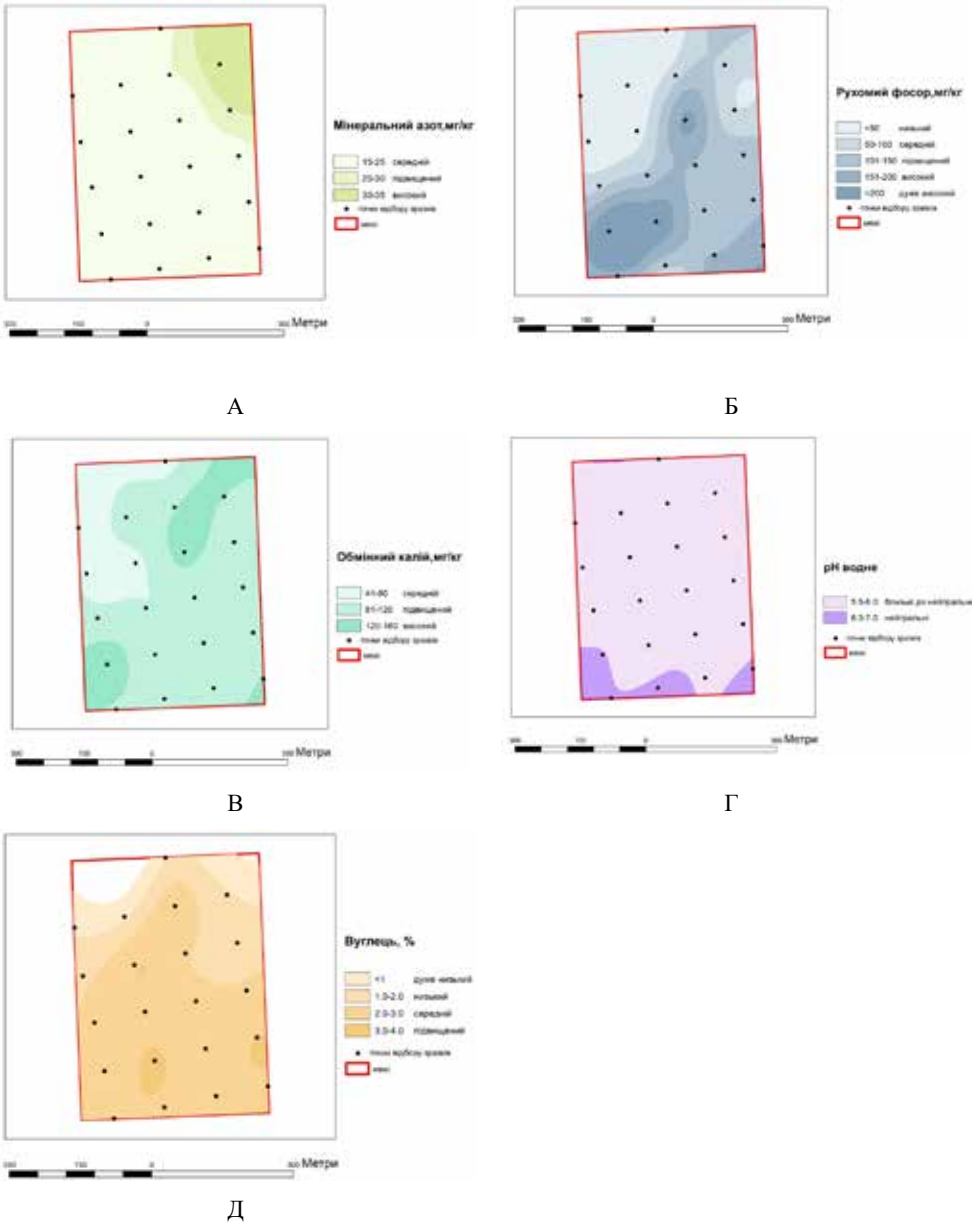


Рис. 3. Геопросторова диференціація ґрунтового покриву за показниками родючості на посівах пшениці озимої (об'єкт «Буди»): А – уміст мінерального азоту, мг/кг ґрунту, Б – уміст рухомого фосфору, мг/кг ґрунту, В – уміст обмінного калію, мг/кг ґрунту, Г – показник $pH_{водн.}$, одиниць, Д – уміст органічного вуглецю, %

Кислотність ґрунтів відносно вирощування пшениці озимої характеризується найбільш сприятливими значеннями, переважно близькими до нейтральних. Уміст вуглецю органічної речовини ґрунтів, відповідно до прийнятої класифікації, в основному є дуже низьким, низьким і середнім, за винятком невеликих ділянок поля з підвищеним його вмістом (див. рис. 3Д).

Як й очікувалося, використання на пізніх фазах пшениці озимої індексу NDVI для означеної мети через відсутність диференціації за врожайністю зерна виявилося неможливим (рис. 4). Як свідчать розраховані на основі знімку значення індексу NDVI в межах досліджуваної ділянки, диференціація посівів за цією величиною відсутня. Тому використання індексу NDVI з метою встановлення продуктивності сільськогосподарських культур доцільно лише у фазах їх активної вегетації, коли відбувається накопичення біомаси, що підтверджують дослідження інших науковців [12].

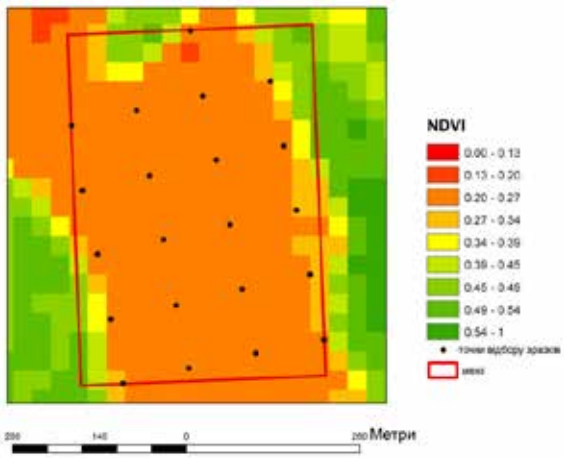


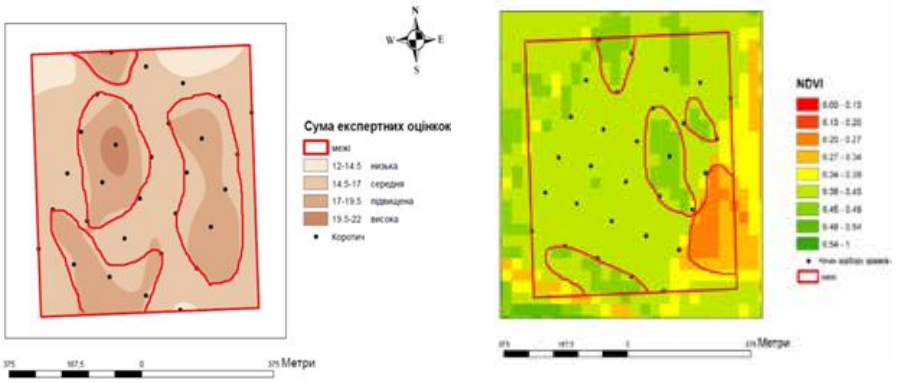
Рис. 4. Диференціація значень NDVI на посівах пшениці озимої у фазі воскової стиглості

У ході досліджень проведено узагальнення показників родючості ґрунтів дослідних об’єктів на основі використання ДСТУ 4362:2004 [5]. Результати верифікації геопросторового поширення ґрунтової родючості відносно кукурудзи на зерно та пшениці озимої, отримані за балами експертної оцінки, представлено на рис. 5.

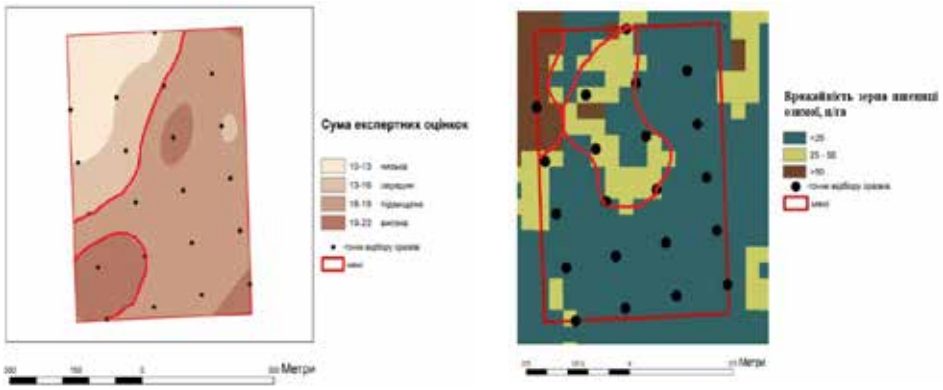
У зв’язку з вищеозначеним для верифікації даних щодо озимої пшениці застосовано раніше розроблену модель на основі індексу NDSI (див. формулу 3).

Навіть дискретна в часі й просторі двох означених величин дає змогу опосередковано засвідчити коректність розроблених градацій показників родючості ґрунтів, наведених у чинному ДСТУ [5].

У ході досліджень установлено, що найбільш інформативним верифікаційним показником просторового поширення величини ґрунтової родючості є значення індексу NDVI біомаси кукурудзи у фазу 8–11 листків, які локалізовані зі значеннями її бальної оцінки (див. рис. 4).



А



Б

Примітка: червоним кольором відмічено зони з найвищою оцінкою ґрунтової родючості й найвищою продуктивністю сільськогосподарських культур.

Рис. 5. Результати геопросторової верифікації показників ґрунтової родючості на посівах кукурудзи на зерно та пшениці озимої: А – картосхема експертної оцінки показників ґрунтової родючості (бали) (ліворуч) і величини індексу NDVI на посівах кукурудзи на зерно у фазі 8–11 листків (праворуч) (об'єкт «Новий Коротич»), Б – картосхема експертної оцінки показників ґрунтової родючості (бали) (ліворуч) і врожайності зерна пшениці озимої (ц/га) на основі індексу NDSI (формула 3) на посівах у фазі воскової стиглості (праворуч) (об'єкт «Буди»)

Однак геопросторова локалізація показників величини ґрунтової родючості в балах і значень оцінки врожайності зерна пшениці озимої у фазі воскової стиглості на основі розробленої раніше моделі з використанням індексу NDSI є менш показовою (див. рис. 4). Останнє може свідчити про вплив на формування протягом вегетації величини врожайності зерна пшениці озимої інших показників, зокрема умов рельєфу, вологості ґрунту тощо.

Висновки і пропозиції. Таким чином, завдяки розвитку сучасних дистанційних технологій стала можливою дискретна верифікація наявної класифікації показників ґрунтової родючості. Досить перспективною є можливість використання означеного алгоритму у вигляді вирішення зворотної геопросторової задачі: коли

локалізація на місцевості максимальних величин вегетаційного індексу може бути основою для визначення оптимальних параметрів за окремими показниками родючості для певного ґрунту або групи ґрунтів.

Такий підхід можливий у випадку визначення оптимальних градацій показників ґрунтової родючості під час оптимізації режиму живлення сільськогосподарських культур для фермерських господарств з невеликою площею передусім завдяки невеликій вартості порівняно з традиційним закладанням стаціонарних досліджень. Як свідчать результати досліджень, у випадку застосування зазначеного алгоритму досить важливим є зважений підбір вегетаційних індексів.

Інтегрування розроблених моделей дистанційного зондування ґрунтів різних супутникових систем повинно відбуватися за принципом від більш деталізованих спектрозональних знімків до більш узагальнених, а не навпаки. У цьому випадку раніше розроблену модель на цих знімку Sentinel 2a з розрізненістю використаних каналів 10 і 20 м (на 1 піксель) використано для каналів Landsat 8 із розрізненістю 30 м (на 1 піксель).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Чернявський І.Ю. Прогнозування експортного потенціалу підприємств зернової галузі України з урахуванням рівня розвитку вітчизняної селекції. *Український журнал прикладної економіки*. 2019. Том 4. № 4. С. 199–208.

2. Hopmans J.W., Nielson D.R., Bristow K.L. How useful are small scale soil hydraulic property measurements for large-scale vadose zone modeling? *Environmental Mechanics: Water, Mass and Energy Transfer in the Biosphere*, 2002. Geophes. Momogr. Ser. Vol. 129. P. 247–258.

3. Chivasa W., Mutanga O., Biradar C. Application of remote sensing in estimating maize grain yield in heterogeneous African agricultural landscapes: a review. *Int. J. Remote Sens.* 2017. № 38 (23). P. 6816–6845.

4. Bryant R., Thoma D., Moran S. Holifield. Evaluation of Hyperspectral, Infrared Temperature and Radar Measurements for Monitoring Surface Soil Moisture. *In Proceedings of the First Interagency Conference on Research in the Watersheds*. Benson, Arizona, 2003. P. 528–533.

5. ДСТУ 4362:2004 Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів. [Чинний від. 2006-01-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2006. 18 с.

6. Стыценко Е.А. Разработка методики автоматизированного дешифрирования растительного покрова с комплексным использованием разносезонных зональных космических изображений : дисс. … канд. техн. наук : 25.00.34 / Моск. гос. университет геодезии и картографии. Москва, 2018. 213 с.

7. Гебрин-Байди Л.В. Застосування аерокосмічних методів для оцінювання родючості земель сільськогосподарського призначення ландшафтних зон Закарпаття : дис. … канд. тех. наук. Львів, 2018. 227 с.

8. Трускавецький С.Р. Використання багатоспектрального космічного сканування та геоінформаційних систем у дослідженні ґрунтового покриву Полісся України : дис. … канд. біол. наук : 03.00.18 / Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського» УААН. Харків, 2006. С. 260.

9. Шатохин А.В., Ачасов А.Б. Использование современных технологий при картографировании почвенного покрова Северной Донецкой Степи. *Почвоведение.* 2005. № 7. С. 790–798.

10. Guerschman J., Scarth P., Mcvicar T. et al. Assessing the effects of site heterogeneity and soil properties when unmixing photosynthetic vegetation, non-photosynthetic vegetation and bare soil fractions from landsat and modis data. *Remote Sensing of Environment*, 2015. № 161. P. 12–26.

11. Examples of EO-1 Hyperion Date Analysis / M.K. Griffin, S.M. Hsu, H.K. Burke, S.M. Orloff, C.A. Upham. *Lincoln Laborator y journal*. 2005. Vol. 15. № 2. P. 271–298.

12. Jorgen L. Olsen, Ceccato P., Proud S. and ather. Proud Relation between Seasonally Detrended Shortwave Infrared Reflectance Data and Land Surface Moisture in Semi-Arid Sahel. *Remote Sens.* 2013. № 5. P. 2898–2927.

13. The Information Content of Spectral Vegetation Indices in the Interpretation of Satellite Images of Cultivated Fields / T.I. Pisman, A.P. Shevyrnogov, A.A. Larko, I.Y. Botvich, D.V. Emelyanov, A.A. Shpedt, Y.N. Trubnikov. *Biophysics.* 2019. № 64 (4). P. 588–592.

14. ДСТУ 4115-2002. Ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирикова. [Чинний від 2003-01-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2002. 9 с.

15. Якість ґрунту. Методи визначення органічної речовини: ДСТУ 4289:2004. [Чинний від 2005-07-01]. Київ : Держстандарт України, 2005. 18 с.

16. Якість ґрунту. Визначення нітратного і амонійного азоту в модифікації ННЦ ІГА ім. О.Н. Соколовського : ДСТУ 4729:2007. [Чинний від 2008-01-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2008. 9 с.

17. ДСТУ 8346:2015. Якість ґрунту. Методи визначення питомої електропровідності, pH і щільного залишку водної витяжки. [Чинний від 2017-07-01]. Київ : УкрНДНЦ, 2017. 10 с.

18. Использование данных дистанционного зондирования для оценки продуктивности озимой пшеницы в условиях Житомирского Полесья / П.И. Трофименко, В.И. Зацерковный, Е.В. Зубова, Н.В. Трофименко, Т.Н. Мыслыва. *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии.* 2018. № 2. С. 161–168.

ЕКОЛОГІЯ, ІХТІОЛОГІЯ ТА АКВАКУЛЬТУРА

ECOLOGY, ICHTHYOLOGY AND AQUACULTURE

УДК 63.547
DOI https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.119.32

ОЦІНКА ВПЛИВУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА ТОВ «ЗАРЯ» БІЛОЗЕРСЬКОГО РАЙОНУ ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Алмашова В.С. *– к.с.-г.н., доцент кафедри екології та сталого розвитку імені Ю.В. Пилипенка,*
Херсонський державний аграрно-економічний університет

У статті розглядаються актуальні питання використання очерету звичайного для застосування в подальшому як матеріалу для будівництва. Екологічна експертиза будь-якого підприємства зосереджена на виявленні небезпечних чинників виробничої діяльності, а також запобіганні значним негативним наслідкам впливу на довкілля та прилеглу територію. Оскільки підприємство ТОВ «Заря» займається збиранням та переробкою рослин очерету, то актуальним є виявлення негативних чинників антропогенного впливу на ріст та розвиток очерету звичайного та території проведення наших досліджень.

Метою написання статті є висвітлення екологічної оцінки виробничої діяльності підприємства ТОВ «Заря» та оцінка можливого впливу на стан довкілля прилеглої території. Досліджуване підприємство розташовується на території смт Білозерка Херсонської області та займається збиранням та переробкою очерету звичайного. Сучасні тенденції архітектурних тенденцій повинні включати в проектну діяльність екологічні матеріали будівництва. Вирощування енергетичних культур спеціально для отримання теплової енергії значно звужує кормову базу тваринництва, особливо на Півдні України, і для цього залишається лише використання деяких з них. У процесі досліджень було обстежено умови зростання очерету звичайного на території Білозерського лісництва та проведено екологічну експертизу впливу підприємства на довкілля.

Методика проведення наукових досліджень була такою: виділили по дві ділянки розміром 1 м^2, де на одній щорічно викошували очерет, а на другій – не викошувався декілька років, і провели контрольне викошування. Очерет із кожної ділянки порахували, зважили, виміряли довжину стебел та їх діаметр. Аналіз даних під час проведення досліджень свідчить про: необхідність постійного моніторингу щільності росту очерету в плавнях, постійного скошування весною великих площ цієї рослини, проведення екологічної експертизи застарілого устаткування на підприємстві ТОВ «Заря» (якого більшість на підприємстві) та вдосконалення процесів виробництва за допомогою сучасних методик будування.

Ключові слова: *очерет звичайний, ОВНС, екологічна експертиза, угрупування рослин, антропогенне забруднення.*

Almashova V.S. Environmental impact assessment of the production activity of the enterprise Zoria LLC (Bilozerskyi district, Kherson region)

The article considers the timely questions of possible application of common reed as a building material. Ecological expertise of any enterprise is focused on the detection of dangerous factors of production activities, as well as the prevention of significant negative consequences for the environment and the surrounding area. Since Zoria LLC is engaged in yielding and processing of reed plants, it is important to identify negative factors of anthropogenic impact on the growth and development of reeds and the territory of our research.

The purpose of writing the article was to cover the environmental assessment of the production activities of Zoria LLC and to assess the possible impact on the environment of the surrounding

area. The researched enterprise is located on the territory of urban-type settlement Bilozerka, Kherson region, and is engaged in collecting and processing of common reed. Modern architectural trends should include environmental construction materials in the project activity. Growing energy crops specifically for thermal energy significantly narrows the fodder base of livestock, especially in southern Ukraine, and this leaves only a small number of plants to be used as fodder. In the course of the research the conditions of growth of common reed on the territory of Bilozerskyi forestry were examined and the ecological examination of the enterprise's impact on the environment was carried out.

The methodology of scientific research was as follows: two plots of 1 m2 were allocated, where reeds were mowed annually, and the other was not mowed for several years and control mowing was carried out. Reeds from each plot were counted, weighed, and stem length and diameter were measured. Analysis of data during research shows: the need for constant monitoring of reed growth density in floodplains, constant mowing in spring of large areas of this plant and conducting environmental examination of obsolete equipment at the Zoria company, and improving production processes using modern construction techniques.

Key words: *common reed, EIA, ecological expertise, grouping of plants, anthropogenic pollution.*

Постановка проблеми. Ефективність екологічної експертизи як динамічної системи, яка постійно розвивається, значно залежить від механізму гарантування її реалізації. Такий механізм включає сукупність юридично визначених засобів і методів економічного, науково-технічного, культурного, організаційного і державно-правового впливу, що забезпечують реальну результативність екологічної експертизи у вирішенні екологічних проблем. Тому важливо обґрунтувати таку систему гарантій екологічної експертизи, яка б включала будь-яку можливість реставрації під час прогнозування та здійснення господарської діяльності [3].

Вдале (з екологічної точки зору) розміщення промислового чи іншого господарського об’єкта, яке не порушує меж наявних територій природно-заповідного фонду, охоронних зон, земель, що резервуються з метою подальшого заповідання, цінних ландшафтів, не потребує зайняття територій, перспективних для розробки родовищ корисних копалин; зайняття значних (більше 10 га) площ лісів 1-ї групи, орних земель, багаторічних насаджень, замиву чи засипки акваторій природних водойм і штучних водоймищ, переносу чи спрямлення ділянок русел рік, обвалування заплав річок та виконання на них гідромеліоративних робіт, що можуть суттєво змінити природний стан цих територій; ураховує характеристики рози вітрів щодо найближчих сільських населених пунктів і міської житлової забудови.

Обране нами підприємство «Заря» займається збиранням очерету та створенням із нього будівельного матеріалу. Щоб зрозуміти, чи має це підприємство негативний вплив на довкілля території, необхідно було провести екологічну експертизу, основану на законодавчій базі. Але спочатку визначимо те, яку ж користь має матеріал з очерету та де його можна застосовувати. Зарості очерету, що займають величезні площі по берегах, особливо в заплавах річок, часто іменують плавнями. Нині цей широко поширений злак з урожайністю зеленої маси до 20 т із гектара використовується як корм коням і великій рогатій худобі (до цвітіння). Очерет може використовуватися для плетіння меблів і кошиків, покриття дахів (цей матеріал називається «комишит»), як джерело целюлози (для виробництва паперу) [2; 14].

Проте найбільш вигідним є використання очерету для виготовлення паливних пелетів, брикетів і гранул. Це зумовлюється таким:

– у біомасі очерету вміст вологи може досягати 50%, однак після повітряної сушки, а також завдяки збиранню в зимовий час її рівень знижується до 20–25%;

– очерет має високу теплотворну здатність;

– очерет має високий рівень вмісту лігніну – полімеру, що є природним єднальним, таким, що покращує фізичні параметри паливних гранул і брикетів (щільність, міцність, стійкість до стирання тощо);

– на відміну від нафтопродуктів і вугілля очерет має низький уміст сірки й інших шкідливих домішок;

– мінімальні витрати на культивування очерету (аж до їх відсутності), адже потрібні тільки витрати для його збирання(заготівлі).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз енергетичного балансу господарств початку минулого століття показує, що тоді вони самі забезпечувалися енергією і користувалися тільки поновлюваними її джерелами [9]. Сучасні господарства проводять продовольство за дуже скорочених витрат праці, але витрачають багато енергії, що поступає ззовні. Їх енергетичний баланс ще позитивний, а кількість енергії, що міститься у відходах і побічних продуктах, майже вдвічі більша, ніж споживана кількість викопної енергії в прямій і непрямій формах. Так, на середній фермі в США загальне споживання енергії становить приблизно 4,5 дж на рік, тоді як у залишках урожаю міститься близько 40 дж [3].

Як потенційні енергоносії на першому місці у переліку нетрадиційних джерел енергії перебувають: солома; кукурудзяні стебла і стрижні качанів, використання яких має сприятливу перспективу, оскільки на підприємствах із виробництва гібридного насіння вони є кінцевим продуктом; стебла соняшнику, обрізання деревних віток і лози. Використання цих рослинних залишків значно залежить від того, чи вирішена технологія їх прибирання і підготовки до використання [13].

Питома теплота згорання соломи вологістю 14% становить 14,2 МДж/кг; досліди, проведені в США, показали, що за вологості 7% вона досягає близько 16,25 МДж/кг, що приблизно у 8 разів менше, ніж вугільних брикетів, і втричі менше, ніж дизельного палива, тобто енергетичний потенціал соломи з 1 га зернових відповідає 1 600 л рідкого палива.

Не дивлячись на те, що питома теплота згорання соломи й інших відходів рослинництва майже перебуває на рівні традиційних паливно-енергетичних матеріалів, через свою фізичну структуру (малу об’ємну масу) вони не можуть знайти широкого застосування. Тому використовувати солому як паливо без підготовки не дуже ефективно [1].

У західних країнах здійснювалося багато спроб зробити її використання зручнішим для спалювання контрольованим способом. Один зі шляхів – брикетування соломи подібно до торфу або бурого вугілля. Найпростіший спосіб використання теплової енергії соломи – спалювання в топках для безпосереднього місцевого обігріву [9].

Під час енергетичної кризи 70 років за кордоном були створені бойлери центрального опалювання, що працюють на соломі. Вони влаштовані порівняно просто, забезпечені автоматичним контролем і більшість із них може працювати і на дровах. Деякі з них можна використовувати для опалювання будинків, сушки зерна, обігріву теплиць або плавальних басейнів.

В останні роки в Болгарії проводиться науково-дослідна робота з проблеми використання біомаси рослин як палива в сільському господарстві. Розроблено й експлуатуються технологічні лінії для збирання, транспортування, зберігання і подрібнення лози і гілок фруктових дерев. Створені дослідні зразки казанів для води, пари і гарячого повітря потужністю 0,6–4,1 Мвт, що працюють на рослинних відходах, розробляються дослідні зразки теплоагрегатів потужністю 0,19–0,28 Мвт. Будуються котельні установки для сушки кукурудзяного зерна і для опалювання оранжерей паливом із рослинних відходів, проводяться дослідження зі створення установок для опалювання птахоферм із використанням як палива пташиного посліду [8].

Піроліз соломи використовується для отримання з неї нафти або газу. У результаті досліджень, проведених у США, деякі дослідні установки давали вихід нафти

і газу, в яких виходило 80–85% загальної енергії соломи. За наслідками інших досліджень вихід енергії становив не більше 50–52%, тому був зроблений висновок про те, що піроліз соломи малоефективний [9].

Очерет повноправно належить до поновлюваних джерел енергії. Ця багаторічна рослина здатна дати перший урожай, придатний для прибирання, вже через два-три роки після посадки або самостійної появи. Надалі «урожай палива» можна збирати щорічно, при цьому зарості очерету мають стійку тенденцію до розростання; Характеристика цього виду сировини для виробництва біопалива була б неповною, якби ми не вказали на досить високий уміст у ньому кремнію [2; 6]. Кремній надає цій рослині стійкості до поразки бактеріями і комахами, забезпечує водовідштовхувальні властивості і робить його легко займистим. Очеретяні плити й мати широко використовують у цукровій промисловості (річна потреба республіканського цукротресту становить понад 40 тис. т). Також цю рослину використовують як покрівельний матеріал, плетуть із нього стіни і перегородки в невеликих господарських будівлях, тини, плотики для переправи через тихі протони в дельтах річок і багато інших виробів. Із нього виготовляють циновки для вигодовування личинок шовкопряда, мати для парників, у степових районах використовують як паливо [7].

Постановка завдання. Метою статті є екологічна оцінка виробничої діяльності підприємства ТОВ «Заря» та визначення можливого впливу на стан довкілля прилеглої території.

Виклад основного матеріалу досліджень. Незадовільне водозабезпечення населення часто є наслідком істотного погіршення якості води, зумовленого антропогенним забрудненням патогенними мікроорганізмами та різними ксенобіотиками господарсько-побутового й техногенного походження [12]. Під час дослідження екологічного стану водного середовища Білого озера, яке розташовується в Херсонській області, за даними лабораторії Білозерської районної СЕС, встановлено, що за останні 10 років якість води частково погіршилась за багатьма екологічними показниками та критеріями оцінювання.

За 2015–2017 рр. значних змін у якості води не спостерігалось, але була слабка тенденція до погіршення на окремих ділянках від чистих до слабко забруднених. Під час проведення досліджень з'ясувалось, що ділянки Білого озера зазнали негативного екологічного впливу від господарської діяльності населення, а саме: застаріла система водовідведення (стічні води поверх люків течуть до озера), ведення сільського господарства поблизу водойми (стоки агрохімікатів зі схилів потрапляють у водойму), випалювання плавнів для мисливської діяльності, випасання ВРХ та низка інших негативних факторів. Якість води за видовим складом макрофітів належить до α-мезосапробної зони забруднення, II–III класу, тобто її якість коливається від показників «добра» до «задовільна».

Нами у період 2018–2019 рр. досліджено такі території з угрупованням очерету:

– околиці смт Білозерки;
– селище Приозерне;
– селище Дніпровське,
– плавні на березі Дніпра;
– берег Білого озера.

Методика проведення досліджень така: виділили по дві ділянки розміром 1 м^2, де на одній щорічно викошували очерет, а на другій – не викошувався декілька років, і провели контрольне викошування [11]. Очерет із кожної ділянки порахували, зважили, виміряли довжину стебел та їх діаметр.

Очерет позитивно впливає на якість води, в якій він проростає. У воді, що протікає крізь його зарослі, кількість патогенних бактерій знижується вдесятеро від

початкового значення, ця властивість очерету зумовлюється тим, що він виробляє антибіотик у воду та ґрунт. На мілководних ділянках дніпровських водосховищ густі зарості очерету можуть виконувати роль біофільтра, що очищає воду від всілякого забруднення [3]. Матеріалом для проведення досліджень є очерет звичайний та продукти переробки з нього, а саме: декоративні мати з очерету та залишки від їх виробництва (використовують для виготовлення пелетів) [4].

На цій території, окрім скошування та заготівлі очерету, роблять очеретяні декоративні мати, очеретяні плити (завтовшки 2 см і 5 см, прошиті металевим оцинкованим дротом,розмір: 100х200 см, 100х300 см (можливі інші розміри під замовлення), очеретяні снопи (це чистий зрізаний очерет із товщиною стебла 3–5 мм. Висота снопа – 1.5–1.8 м. Очерет зв'язаний у снопки, діаметр яких не перевищує 60 см).

Заготовляють очерет після заморозків. Строки викосу його коливаються з грудня до березня, коли очерет під час збирання відповідає усім технічним показникам «стиглості» цієї рослини та у подальшому вже може бути використаний як будівельний матеріал.

Окрім використання матеріалів з очерету звичайного у будівельних цілях, скошування цієї рослини у певний час вегетації стимулює кращий ріст та розвиток очерету. Для того, щоб довести, що заготівля очерету збільшує продуктивність плавнів, було проведено низку досліджень.

Техніка та способи, застосовані під час проведення скошування та збирання очерету, такі: механізований комбайн «Сейга», ручна косилка BCS-622 (італійської збірки), різаки в ручну. Оцінка якості стану рослин очерету зроблена відповідно до «Інструкції з проектування, технічного приймання, обліку та оцінки якості лісокультурних та чагарникових об'єктів», затвердженої наказом Мінлісгоспу України від 08.07.1997 р. № 62, а оцінку якості лісових культур, чагарників та окремих порід зроблено відповідно до листа Держкомлісгоспу № 02-31/749 «Щодо оцінки якості лісових культур чагарників та окремих другорядних порід» від 27.03.2001 р.

Для збирання очерету на підприємстві ТОВ «Заря» використовуються такі технічні засоби:

– самохідна італійська косарка BCS-622;

– косарка сегментно-пальцева КС-Ф-2,1 Б-4, призначена для скошування природних і сіяних трав у всіх кліматичних зонах з укладенням скошеної маси в прокіс. Агрегатується з тракторами Т-25, МТЗ, ЮМЗ.

На основі проведеної екологічної експертизи виробничої діяльності ТОВ «Заря» зроблено такі висновки: особливих порушень, які могли б негативно вплинути на довкілля, на території підприємства не виявлено; небезпечних устаткувань на підприємстві немає, усе перебуває у задовільному стані; наявні документи договору про співпрацю з нідерландською фірмою про закупівлю другими очеретяних матів; залишки відходів виробництва передають до підприємства, яке займається виготовленням паливного матеріалу з очерету для котлів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Аверчев О.В, Ладичук Д.О., Шапоринська Н.М., Ладичук В.Д. Агроекологічні особливості використання сапропелів Нижнього Дніпра. Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. Вип. 100. Т. 1. – Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2018. – 328 с.

2. Андрієнко Т. Л., Попович С. Ю., Головач О. Ф. Озер жива вода. К.: Урожай, 2015. 176 с.

3. Бойко М. Ф. Проблеми, перешкоди та позитивні моменти формування екомережі території нижнього Дніпра (Херсонська область): Дніпровський екологічний коридор. К., 2008. 340 с.

4. Бойко М. Ф., Чорний С. Г. Екологія Херсонщини: Навчальний посібник. Херсон, 2011. 156 с.
5. Генсірук С. А., Боднар В. С. Лісові ресурси, їх охорона і використання. К.: Наукова думка, 2013. 257 с.
6. Гумницький Я.М. Інженерна екологія. Частина 2. Львів: Видав. Даймана. 2012. С. 248-250.
7. Екологічна ситуація в Херсонській області. Херсон. Управління екології та природних ресурсів 2015. 156 с.
8. Королева Д.В. Формування екологічного паспорта промислового підприємства. Навчальний посібник. Харків. 2017. 248 с.
9. Кулик Д. М. Удосконалення методів очистки стічних вод гальванічних цехів. Львівської політехніки, 2016. С. 348.
10. Липец, А.У. Утилизация тепла уходящих производственных газов. А.У. Липец, Л.В. Дирина, О.Н. Ионкина. Энергетик. 2013. № 11. С. 20.
11. Лук'янова Л.Б. Основи екології. Навч. пос. К.: Вища шк., 2012. 28с.
12. Пічура В. І. Теоретико-методологічні основи басейнової організації природокористування на водозбірних територіях транскордонних річок (на прикладі басейну Дніпра) [Текст]: автореф. дис. д-ра с.-г. наук, спец. 03.00.16/В. І. Пічура; Мін-во освіти і науки України, Дніпропетровський держ. аграр.-економ. ун-т. Дніпро, 2017. 40 с.
13. Стратічук Н.В. Оцінка екологічної ефективності управління природно-ресурсним потенціалом. Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки. Херсонський державний аграрно-економічний університет. Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2020. Вип. 115. 290 с.
14. Сухарев С.М., Чудак С.Ю., Сухарева О.Ю. Техноекологія та охорона навколишнього середовища. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Львів: «Новий Світ - 2000», 2014. 256 с.

УДК 504.3.054
DOI https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.119.33

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЕКОЛОГО-ТУРИСТИЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НА ТЕРИТОРІЮ БІОСФЕРНОГО ЗАПОВІДНИКА «АСКАНІЯ НОВА»

Нагаєва С.П. *– к.геогр.н., доцент кафедри екології та охорони довкілля,*
Одеський державний екологічний університет
Юрасов С.М. *– к.т.н., доцент кафедри екології та охорони довкілля,*
Одеський державний екологічний університет
Зубарєва Ю.А. *– магістр ІІ курсу природоохоронного факультету,*
Одеський державний екологічний університет

Біосферний заповідник «Асканія Нова» – найстаріший степовий резерват світу, що входить у сотню найвідоміших заповідних територій планети. Він розташований у Чаплинському районі Херсонської області. Площа заповідника становить 33307,6 га: площа заповідної зони становить 11054 га; буферної зона – 6895,6 га; зони антропогенних ландшафтів – 15358,0 га.

До його землекористування входять цілинний степ і перелоги (11054,0 га), дендрологічний парк (196,6 га) та зоопарк (61,6 га). Решта території – суходільні й поливні землі господарств.

Сприятливі кліматичні умови, унікальні особливості ландшафту, велике біорізноманіття біосферного заповідника «Асканія Нова» приваблюють значну кількість туристів.

Згідно з природоохоронним законодавством, рекреаційне використання природних ресурсів територій природно-заповідного фонду потребує певних регулятивних заходів щодо насамперед регулювання потоку туристів.

Важливим є дослідження сучасного рекреаційного навантаження на територію біосферного заповідника «Асканія Нова» з метою стабільного розвитку екологічно-орієнтованих видів туризму: пізнавально-екскурсійного, рекреаційного, наукового, пригодницького.

За основу оцінки прийняті методичні рекомендації щодо визначення максимального рекреаційного навантаження на природні комплекси й об'єкти в межах природно-заповідного фонду України за зонально-регіональним розподілом, розроблені Державною службою заповідної справи Мінекоресурсів України.

За вихідні дані були прийняті кількісні та якісні показники біосферного заповідника «Асканія Нова» з екопаспорту Херсонської області, його функціональне зонування і статистичні дані потоку туристів за 2014–2018 роки.

До основних видів туристичної діяльності біосферного заповідника «Аксанія-Нова» відносяться піші прогулянки розробленим екологічним маршрутам заповідника – екскурсії по заповідному степу, ботанічному саду, Великому Чаплинському поду, кінні маршрути по дендропарку.

За рекреаційний період (з 15 травня по 15 вересня) з 2014 р. по 2018 р. БЗ «Асканія Нова» відвідала значна кількість туристів, найбільша – у 2018 р. (у липні – до 16000 туристів).

У 2018 р. в рекреаційних та освітньо-виховних цілях за науково-пізнавальними маршрутами заповідника було прийнято 73750 туристів.

Найпопулярнішою екскурсією є «Перлина степу».

Для регулювання відвідуваності екологічних стежок і туристичних маршрутів заповідника розрахована разова ємність відвідуваності екологічної стежки. Порівняння фактичних даних відвідування туристами екостежок із розрахунковою ємність екостежок показало можливість заохочувати до екскурсій більшу кількість туристів.

За методикою визначення максимального рекреаційного навантаження за зонально-регіональним розподілом рекреаційна дигресія корінних ландшафтів БЗ відповідає I стадії, відношення площі стежки до загальної території становить у середньому 5%. Фактичне рекреаційне навантаження від організованих туристів становить 44,7% від нормативного.

Таким чином, сучасний розвиток екотуристичної діяльності на території біосферного заповідника «Асканія Нова» не впливає на його екологічний стан. Місткість природної території БЗ може приймати більшу кількість туристів, не порушуючи екологічного балансу. Це сприятиме отриманню більшого економічного прибутку для проведення відповідних природоохоронних заходів на території заповідника.

Ключові слова: *біосферний заповідник, екостежка, екскурсія, рекреаційне навантаження, екотуристична діяльність.*

Nahaieva S.P., Yurasov S.M., Zubarieva Yu.A. Research on the influence of ecological and tourist activity on the territory of the Askania Nova Biosphere Reserve

Askania Nova Biosphere Reserve is the oldest steppe reserve in the world, which is one of the hundred most famous protected areas on the planet. It is located in Chaplinsky district of Kherson region. The area of the reserve is 33307.6 hectares: the area of the protected area is 11054 hectares; buffer zone – 6895.6 hectares; zones of anthropogenic landscapes – 15358.0 hectares.

Its land use includes: virgin steppe and fallows (11054.0 ha), dendrological park (196.6 ha) and zoo (61.6 ha). The rest of the territory is dry and irrigated lands of farms.

Favorable climatic conditions, unique features of the landscape, great biodiversity of the biosphere reserve Askania Nova, attract a significant number of tourists.

According to the nature protection legislation, the recreational use of natural resources of the NRF territories requires certain regulatory measures, first of all, regulation of the flow of tourists.

It is important to study the modern recreational load on the territory of the biosphere reserve Askania Nova in order to sustainably develop ecologically oriented types of tourism: cognitive-excursion, recreational, scientific, adventure.

The assessment is based on methodological recommendations for determining the maximum recreational load on natural complexes and objects within the nature reserve fund (NRF) of Ukraine by zonal-regional distribution, developed by the State Reserve Service of the Ministry of Energy and Natural Resources of Ukraine.

Quantitative and qualitative indicators of the Askania Nova Biosphere Reserve from the Kherson Oblast Eco-Passport, its functional zoning and tourist flow statistics for 2014-2018 were taken as initial data.

The main types of tourist activity of the biosphere reserve Aksania-Nova include: walks to the developed ecological routes of the reserve – excursions on the protected steppe, botanical garden, Great Chaplin hearth, equestrian routes in the arboretum.

During the recreational period (May 15 to September 15) from 2014 to 2018 BR Askania Nova was visited by a significant number of tourists, the largest – in 2018 (up to 16,000 tourists in July).

In 2018, 73,750 tourists were received for recreational and educational purposes along the scientific and educational routes of the reserve.

The most popular tour is the "Pearl of the Steppe".

To regulate the attendance of ecological trails and tourist routes of the reserve, a one-time capacity of attendance of the ecological trail is calculated. Comparison of the actual data of tourists visiting eco-trails with the estimated capacity of eco-trails, showed the opportunity to encourage more tourists to tour.

According to the method for determining the maximum recreational load by zonal-regional distribution, the recreational digression of the indigenous landscapes of the BR corresponds to stage I, the ratio of the trail area to the total area is on average 5%. The actual recreational load from organized tourists is 44.7% of the norm.

Thus, the current development of ecotourism activities in the biosphere reserve Askania Nova does not affect its ecological status. The capacity of the natural area of the BR can accommodate more tourists without disturbing the ecological balance. This will help us to obtain greater economic benefits for the implementation of appropriate environmental measures in the reserve.

Key words: *biosphere reserve, eco-trail, excursion, recreational load, ecotourism activity.*

Постановка проблеми. У наш час значний розвиток еколого-туристичної діяльності в Україні потребує регулювання рекреаційних навантажень на об'єкти природно-заповідного фонду з метою збереження, раціонального використання й відтворення природних комплексів, ландшафту, стану рослинного і тваринного світу, культурної й естетичної цінності територій.

Актуальність дослідження. Вигідне географічне положення біосферного заповідника «Асканія Нова», сприятливі кліматичні умови, унікальні особливості ландшафту, дивовижне й неповторне біорізноманіття приваблюють значну кількість туристів, не тільки вітчизняних, а й зарубіжних. Тому вагоме значення мають природоохоронні заходи щодо регулювання потоку туристів

Постановка завдання. Мета роботи – аналіз та оцінка сучасного рекреаційного навантаження на природні комплекси біосферного заповідника (далі – БЗ) «Асканія Нова» для сталого розвитку на його території екологічно-орієнтованих видів туризму: пізнавально-екскурсійного, рекреаційного, наукового, пригодницького.

Матеріали й методи дослідження. Для оцінки рекреаційного навантаження використані методичні рекомендації щодо визначення максимального рекреаційного навантаження на природні комплекси й об'єкти в межах природно-заповідного фонду (далі – ПЗФ) України за зонально-регіональним розподілом, розроблені Державною службою заповідної справи Мінекоресурсів України.

За вихідні дані прийняті кількісні та якісні показники БЗ «Асканія Нова» з екопаспорту Херсонської області, його функціональне зонування та статистичні дані потоку туристів за 2014–2018 роки.

Виклад основного матеріалу дослідження. Біосферний заповідник «Асканія Нова» – найстаріший степовий резерват світу, одне із 7 природних чудес України, що входить у сотню найвідоміших заповідних територій планети. Він розташований у Чаплинському районі Херсонської області.

Заповідник «Асканія Нова» заснований у 1874 році Фрідріхом Фальц-Фейном. У 1984 р. рішенням Бюро ЮНЕСКО заповідник «Асканія-Нова» внесено до списку еталонних територій планети та включено до Міжнародної мережі біосферних резерватів ЮНЕСКО [1, с. 6].

Площа заповідника становить 33307,6 га: площа заповідної зони становить 11054 га; буферної зона – 6895,6 га; зони антропогенних ландшафтів – 15358,0 га.

До його землекористування входять цілинний степ і перелоги (11054,0 га), дендрологічний парк (196,6 га) та зоопарк (61,6 га). Решта території – суходільні та поливні землі господарств.

Основними унікальними об'єктами БЗ «Асканія Нова» є Заповідна степ, Степова фауна, Асканійський зоопарк, Ботанічний сад, Орнітопарк, Великий чаплинський під [1, с. 6].

Біологічна різноманітність степових екосистем налічує більше ніж 500 видів вищих рослин і більше ніж 3000 видів тварин. Унаслідок екотопічної одноманітності природна флора небагата, тут виявлено 478 видів вищих судинних рослин, серед них – південнопонтичні ендеміки тюльпан скіфський, цибуля скіфська тощо. Серед великих ссавців найбільш чисельними є олень благородний і козуля європейська, суто степові види наявні лише у вольєрах. Заповідник є важливим місцем зупинки птахів під час міграцій, зокрема тут щорічно зупиняється близько 10 тис. сірих журавлів. До складу біосферного заповідника входять дендропарк і зоопарк площею.

Зоопарк заснований у 1874 р. і спеціалізується на розведенні видів копитних тварин степів, саван, пустель і гірських районів (близько 900 голів), навколоводних птахів і рідкісних пернатих (17 видів із Червоної книги України) зони Степу (усього в зоопарку утримуються 78 видів птахів і 34 види ссавців). На території дендропарку знаходиться більше ніж 1000 видів і різновидів дерев.

БЗ «Асканія-Нова», на території якого знаходиться угіддя, є науково-дослідною установою Української аграрної академії наук.

До основних видів туристичної діяльності біосферного заповідника «Асканія-Нова» відносяться піші прогулянки розробленим екологічним маршрутам заповідника – екскурсії по заповідному степу, ботанічному саду, Великому чаплинському поду, кінні маршрути по дендропарку.

За період з 2014 р. по 2018 р. БЗ «Асканія Нова» відвідала значна кількість туристів, найбільша – у 2018 р. (у липні – до 16000 туристів).

Фактична кількість відвідування організованими туристами рекреаційних зон прийнята за даними, де наявні касові апарати. У дійсності кількість туристів може бути більша, тому що кожний бажаючий може відпочивати та проходити окремі турмаршрути, не прив'язуючись до екскурсоводів.

Так, у 2018 р. в рекреаційних та освітньо-виховних цілях за науково-пізнавальними маршрутами заповідника прийнято 73750 туристів, а саме:

– оглядова екскурсія «Перлина в степу» – 63785 осіб;
– екскурсія в кінному екіпажі «Ландшафти дендропарку» – 710 осіб;
– екскурсія екологічною стежкою дендропарку «У лісову казку» – 700 осіб;
– екскурсія зоопарком «У світі тварин» – 335 осіб;
– екскурсія історичними місцями зоопарку – 300 осіб;
– екскурсія в кінному екіпажі «Ретрофотосафарі» – 320 осіб;
– екскурсія на автомобілі «Ретрофотосафарі» – 7530 осіб;
– екологічна стежка заповідним степом – 70 осіб.

Аналізуючи дані відвідування БЗ «Асканія Нова», можна зробити висновок, що найпопулярнішою екскурсією є «Перлина степу».

Для регулювання відвідуваності екологічних стежок і туристичних маршрутів установлюється разова ємність відвідуваності екологічної стежки за формулою [2, с. 51]:

$$Pdn=(T–L/V)\cdot G\cdot V=T\cdot G\cdot V-(L\cdot G\cdot V)/V=T\cdot G\cdot V–L\cdot G, \quad (1)$$

де Pdn – кількість осіб;

T – час відкритого маршруту, год.;

L – довжина траси, км;

G – щільність, осіб/км;

V – швидкість руху, км/год.

Результати розрахунків ємності екологічних стежок (туристичних маршрутів) БЗ «Асканія Нова» представлено в таблиці 1.

Таблиця 1

Результати розрахунків ємності екостежок (екотурмаршрутів) біосферного заповідника «Асканія Нова»

№ з/п	Екостежка (турмаршрут)	T, год.	L, км	G, осіб/км	Pdn розрах., осіб	Pdn фактич., осіб
1	Перлина степу	2,5	4,5	20	160	120
2	У лісову казку	2,5	3,7	25	185	75
3	У світі тварин	2,5	1,8	25	175	60
4	Ландшафти дендропарку	2,5	4,5	20	135	100
5	Історичними місцями зоопарку	3,0	5,0	25	135	100

Таким чином, фактичні дані відвідування екостежок туристами менші, ніж розрахункова ємність екостежок, що дає можливість заохочувати до екскурсій більшу кількість туристів.

За методикою визначення максимального рекреаційного навантаження за зонально-регіональним розподілом [2, с. 51] необхідно знати тип ландшафту, ступінь стійкості об’єктів ПЗФ до рекреаційного навантаження, визначити стадію дигресії.

На території БЗ «Асканія-Нова» зустрічаються два типи ландшафтів – нелісовий (майже вся частина рекреаційної зони) та парковий (дендрологічний парк).

Виконані дослідження показали, що відношення площі стежки до загальної території становить у середньому 5%. Рекреаційна дигресія корінних ландшафтів БЗ відповідає I стадії [2, с. 51]: витоптування 5%. Трав’яний покрив не порушений і відповідає типу лісу. Підстилку не порушено. Підлісок і памолодь не ушкоджені й відповідають умовам існування.

Фактичне рекреаційне навантаження від організованих туристів становить 44,7% від нормативного.

Висновки і пропозиції. БЗ «Асканія Нова» – найстаріший степовий резерват світу, одне із 7 природних чудес України, що входить у сотню найвідоміших заповідних територій планети. Він має велике значення для природоохоронних, естетичних рекреаційних, оздоровчих, наукових, просвітницьких і освітньо-виховних цілей.

Виконані дослідження рекреаційного навантаження на територію БЗ «Асканія Нова» за 2014–2018 роки показали, що сучасний розвиток екотуристичної діяльності не впливає на його екологічний стан.

Місткість природної території БЗ дає змогу приймати більшу кількість туристів, не порушуючи екологічного балансу. Це сприятиме отриманню значного еко-

номічного прибутку для проведення відповідних природоохоронних заходів на території заповідника.

З метою залучення більшої кількості вітчизняних і зарубіжних туристів необхідно поліпшення якості інфраструктури; підвищення пропагандистської, рекламної діяльності; підвищення професійного рівня екскурсоводів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Підгайний М.М. Інформаційна довідка: Природно-заповідний фонд міста Херсона. Історія формування та перспективи розвитку. Херсон, 2003. 6 с.
2. Методичні рекомендації щодо визначення максимального рекреаційного навантаження на природні комплекси та об'єкти у межах природно-заповідного фонду України за зонально-регіональним розподілом / С.С. Комарчук, В.П. Шлапак, Л.П. Яременко та інші. Київ, 2003. 51 с.

UDC 639.38.641
DOI https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.119.34

THE INFLUENCE OF IMMUNOSTIMULATORS ON THE SURVIVAL OF BREEDERS OF HERBIVOROUS FISH

Olifirenko V.V. *– Candidate of Veterinary Medicine, Associate Professor*
at the Department of Ecology and Sustainable Development
named after Professor Yu.V. Pilipenko,
Kherson State Agrarian and Economic University
Kornienko V.O. *– Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor*
at the Department of Aquatic Bioresources and Aquaculture,
Kherson State Agrarian and Economic University
Kozichar M.V. *– Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Department*
of Earth Sciences and Chemistry,
Kherson State Agrarian and Economic University

The growth of the world's population poses a number of challenges to fish industry professionals to provide people with a sufficient amount of quality, primarily protein products. Ukraine has a sufficient resource of reservoirs and has potential opportunities for the construction and development of a powerful fisheries complex. This makes it necessary to find ways, first and foremost, to restore inland fishing and increase the productivity of fisheries. One of the ways to solve this problem is to organize a large-scale introduction of valuable fish species into natural and transformed reservoirs. The latter should be based on the annual supply of a sufficient amount of quality and viable young fish. This is not possible without the presence on specialized farms of their own replacement and broodstock population, able to ensure effective artificial reproduction of fish. Under this problem, the main result of effective fish farming is the preservation of offspring, their quality and the ability to quickly restore reproductive potential after technological work. One way to overcome this problem may be the use of immunostimulants, which became the basis of our research.

The main purpose of the study was to improve the methods of preserving the offspring of herbivorous fish after factory reproduction, associated with the use of immunostimulants on farms in southern Ukraine. The place of special research was the incubation shop and summer stock ponds of the State Institution of the Novokakhovka fish factory. The research material

was the broodstock of white silver carp grown on the farm. Data are presented as mean values and standard error (x ± SE). Statistical analysis was performed by means of analysis of variance (one-way ANOVA). The research used commonly used methods in fish farming.

The analysis allows us to conclude on the feasibility of treatment of fetuses with the drug as an antimicrobial and stimulant. The use of the experimental immunostimulant Anfluron 2 IU significantly increases the resistance of silver carp breeders after operations on artificial reproduction in the factory. Females of white silver carp injected with immunostimulants showed higher growth and survival throughout the observation period.

Key words: *immunostimulant, fish, silver carp, reproduction, resistance, survival, broodstock.*

Оліфіренко В.В., Корнієнко В.О., Козичар М.В. Вплив імуностимуляторів на виживання добрив овочевої риби

Зростання населення нашої планети ставить перед спеціалістами рибної галузі низку проблем, спрямованих на забезпечення людей достатньою кількістю якісних, насамперед білкових, продуктів. Україна має достатній ресурс рибогосподарських водойм і має потенційні можливості для формування та розвитку потужного рибогосподарського комплексу. Це зумовлює необхідність передусім відновлення рибного господарства у внутрішніх районах і підвищення ефективності рибного промислу. Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є організація масштабної інтродукції цінних видів риб у природні та трансформовані водойми. Останнє має базуватися на щорічному отриманні достатньої кількості якісного й життєздатного посадкового матеріалу цінних видів риб. Це неможливо без наявності в спеціалізованих господарствах власного ремонту та маточних стад, здатних забезпечити ефективне штучне розмноження. У рамках цієї проблеми головним результатом ефективного вирощування риби є збереження потомства, його якість і здатність плідників швидко відновлювати репродуктивний потенціал після технологічних робіт. Одним зі способів подолання цієї проблеми може бути використання імуностимуляторів, що стало основою дослідження.

Основною метою дослідження було вдосконалення методів збереження плідників рослиноїдних риб після заводського розмноження, пов'язаних із використанням імуностимуляторів у господарствах півдня України. Місцем спеціальних досліджень був інкубаційний цех і літньоматочні стави ДУ «Новокаховський рибзавод». Матеріалом дослідження виступали плідники білого товстолобика, вирощеного в господарстві. Дані представлені як середні значення та стандартна похибка (x ± SE). Статистичний аналіз проводили за допомогою дисперсійного аналізу (односторонній ANOVA). У дослідженні використовувалися загальновживані методи в рибництві.

Аналіз дає змогу зробити висновок про доцільність лікування плідників препаратом як протимікробним і стимулятором. Застосування експериментального імуностимулятора Anfluron 2IU значно підвищує стійкість плідників товстолобика після операцій зі штучного відтворення в заводських умовах. Плідники, що ін'єктувалися імуностимулятором, показували вищий ріст і виживання протягом усього періоду спостереження.

Ключові слова: *імуностимулятор, риба, товстолобик, розмноження, стійкість, виживання, плідники.*

Formulation of the problem. The current state of aquatic bioresources in inland waters in recent years should be described as tense – due to the threat of extinction of certain species and populations, due to irrational fishing and pollution of the aquatic environment, reducing the efficiency of natural reproduction. Against the background of a sharp decline in the effectiveness of fishing within the inland waters, Ukraine is making significant efforts to meet the Sustainable Development Goals of the planet, both in the direction of preventing hunger and conserving aquatic living resources [1]. This situation makes it necessary to find ways, first of all, related to the restoration of fish catches in inland waters and the provision of affordable fish products to the population. There are hopes for the preservation and replenishment of biological resources associated with the artificial breeding of herbivorous fish, which allows to maintain industrial stocks and increase the production of marketable aquaculture products under regulated conditions. The progressiveness and importance of this area is repeatedly emphasized in the publications of a number of authors

[2–4]. The real large-scale introduction of herbivorous fish into the Dnieper-Bug estuary was started in 1974, and representatives of the Far Eastern ichthyofauna – white and variegated silver carp, grass carp – were chosen as priority introducers. The basis for this was the fact that the lower reaches of the Dnieper and Southern Bug, as well as the Dnieper-Bug estuary have significant forage resources, which representatives of aboriginal ichthyofauna practically do not use and the introduction into the reservoirs of the Dnieper-Bug estuary. increasing fish productivity in these areas [5; 6]. At the same time, given the biology of reproduction of herbivorous fish, the creation of their powerful industrial herd is impossible without their artificial reproduction and cultivation and subsequent introduction of planting material into reservoirs of different origin and purpose. At the same time, the systematic growth of industrial stocks is largely constrained by the lack of sufficient planting material, the production of which is quite difficult even in the presence of the required number of broodstock. Despite all the apparent study of various aspects of assessing the quality of offspring in fishery science has not yet conducted a comprehensive study, which would be analyzed on a single methodological basis, the triad "quality of producers – quality of sexual products – quality of youth" [7].

In this aspect, there are several important problems, one of which is the need to preserve the offspring during the production operations of artificial reproduction against the background of a possible improvement in the quality of sexual products. One of the ways to overcome this problem may be the use of immunostimulants, which became the basis of our research.

Analysis of recent research and publications. A series of recent studies allows us to talk about the important role of the quality of broodstock and obtained sexual products to obtain high-quality viable planting material for introduction into natural and artificial reservoirs [8; 9; 10].

Traditional methods of breeding and evaluation of mature fish on the basis of external features do not fully reflect the qualitative characteristics of broodstock in the conditions of artificial reproduction, as they are weakly related to fish hatching and subsequent embryonic development [3; 7; 9]. Selection work in combination with the assessment of the quality of broodstock in the chain of functional relationships "metabolism of mature fish – fertility – quality of sexual products – viability of young people" can be one of the ways to increase the efficiency of artificial breeding [7; 9; 11].

Improving existing biotechnologies of artificial reproduction involves finding ways to improve the efficiency of work with mature fish. These pathways are based on the achievements of fisheries science, including scientifically sound methods of preserving broodstock and their reproductive potential during factory reproduction [7; 12]. From a practical point of view, there is no single approach to assessing the quality of offspring and methods of their preservation during factory reproduction. One way to overcome this situation may be the use of immunostimulants to increase the level of resistance of the offspring.

Immunostimulants are substances that stimulate non-specific resistance of the organism (NRO) and immunity (humoral and cellular immune responses). In the literature, the term "immunomodulatory" is often used as a synonym for the term "immunostimulant".

The most common use of immunostimulants in fish farming is mainly associated with feeding fish to alleviate infectious diseases or increase growth rates [13; 14; 15; 16].

Problems of increasing productivity and survival in the cultivation of fish of different ages are also called various kinds of feed additives that increase the body's resistance. There are methods of introducing into the main diet of biennials carp saponite, analcym and bentonite [17], inactivated baker's yeast to the diet of young Russian sturgeon [18], bentonite clays in the cultivation of marketable fish [19], studied the effect of selenium on the metabolism of selenotoid and selenoprote of aquaculture [20].

At the same time, there are almost no data on the use of immunostimulants to improve fish performance in artificial reproduction operations, which are characterized by high trauma to the offspring against the background of a significant deterioration of their physiological condition. The use of modern highly effective drugs to preserve broodstock can make a significant contribution to improving the biotechnology of artificial fish farming.

Setting objectives. The purpose and objectives of the study were to improve methods for preserving the offspring of herbivorous fish after factory reproduction, associated with the use of immunostimulants in farms in southern Ukraine. The experimental part was aimed at studying the effect of the drug with a typical immunostimulant of recombinant interferon. In our studies, we used the drug recombinant human interferon Anfluron. This drug is the first and only recombinant interferon created in Ukraine from scratch, from the stage of scientific development, after the stage of long-term research.

Interferons (IFNs) are a group of biologically active proteins or glycoproteins synthesized by cells in the process of protective reaction to foreign agents – viral infection, antigenic or mitogenic effects.

IFN of different species of animals, despite minor interspecific differences in amino acid composition, work effectively in the bodies of heterogeneous animals. When IFN comes into contact with various cells of the body, the latter become immune to almost all known viruses and many toxins of protein and other nature. IFNs, in contrast to immunostimulants (inducers of IFNs), are powerful modulators of the immune system. a-IFN is produced by lymphoid cells in response to foreign agents – viruses, bacteria or neoplastic agents. Activates almost all cells of the immune system, promotes the production of antibodies. Modulates B-cell immunity. g-IFN is produced by activated T lymphocytes. Activates cells of the immune system, especially macrophages (increases activity by 1000 times). Modulates T-cell immunity. Antiviral activity is lower than in a-IFN.

The place of special research was the incubation shop and summer uterine ponds of the State Institution of the Novokakhovka fish factory of partial fish. The research material was the broodstock of white silver carp grown in the farm. The research was guided by the principles of bioethics. The studies were carried out in accordance with the European Convention for the Protection of Vertebrate Animals used for Experimental and other Scientific Purposes ETS No. 123 and approved by the Science Council of the Kherson State Agrarian and Economic University.

Experimental and control groups of 28 individuals were formed to conduct an experiment to study the effect of immunostimulants on the quality of broodstock. The formation of the study groups and the calculation was performed on the principle of groups of analogues [21; 22]. As an experimental immunostimulant we used Anfluron 2 IU, in vials with a capacity of 10 ml. It was a sterile isotonic (0.15 NaCl, 0.1 Na, K-phosphates pH 7.2-7.4) aqueous solution of recombinant a- and g-interferons – analogs of human a-2a- and g-interferons, total protein <15 mcg/ml.

The drug was administered according to the current method, intramuscularly, once, immediately after the selection of sexual products. The injection was made into the dor-

sal muscles at an angle of 45° at the anterior edge of the dorsal fin. The injection site was treated with 75% ethyl alcohol.

After injection, the offspring of the experimental group were placed in a summer-uterine pond with an area of 0.9 ha. A control group was landed in a similar pond. The final control of the survival of the experimental material was performed during the unloading of summer uterine ponds by the method of direct accounting [21; 22]. Morphological studies of offspring were performed according to commonly used methods with the definition of the main indices of physique [22].

Data are presented as mean values and standard error (x ± SE). Statistical analysis was performed by means of analysis of variance (one-way ANOVA). A value of $P < 0.05$ was considered statistically significant. Analysis of the variance of the influence of technological and environmental factors on the growth of larvae was carried out using the MANOVA.

Presentation of the main research material. Given the pharmacodynamics of the drug, its effect on fish, according to our research and material sources, the effect of recombinant interferon can be divided into 2 phases: the first is a strong bacteriostatic and bactericidal effect on all known groups of bacteria, fungal diseases and even viruses. acts as an antibacterial and anti-inflammatory agent, this action lasts for at least eight days.

It is at this time that the fish's body has the least resistance and is able to be exposed to both pathogenic microflora and secondary microorganisms. Even inflammations that occur naturally after receiving sexual products in the internal organs, muscles, due to the introduction of pituitary drugs and on superficial formations, as a result of trauma during catching and manipulation during the spawning campaign often lead to various pathological processes in the body of broodstock. Due to the physiological state of the above processes have a very negative effect on the survival of the offspring of herbivorous fish, mainly causing their death.

The second phase of the drug is due to the peculiarities of the main active substance. In terms of pharmaceutical properties, it has a stimulating and immunoprotective effect. These properties are extremely necessary at the post-spawning maintenance of broodstock. If during the first phase the preservation of offspring is determined by the prevention of infectious diseases and post-spawning complications of infectious ethnology, then in the second phase it is desirable to stimulate the immunostimulant as the main component of the drug. This effect is manifested in the stimulation of immunity, resulting in increased resistance of the body of the offspring, stimulates the processes of digestion, respiration and, importantly, tissue regeneration.

In experimental studies of the quality of the immunostimulant, we used Anfluron 2 IU, which was injected into the muscular part of the body of the offspring before landing them for feeding. As our research has shown, due to the stimulating effect of the immunostimulant, the period of physiological rehabilitation after receiving sexual products is reduced. The stimulating effect of the drug allows fetuses to start feeding at an earlier date, which has a positive effect on the growth of fish and the development of their gonads. All this can be easily traced when comparing the linear-weight indicators of the offspring of the experimental and control groups obtained during the autumn inventory restock.

As a result, the final weight of the offspring of the experimental group exceeded the similar rate of fish in the control group by 5.4–10.0%, which averaged about 7.7%. A slightly smaller difference was observed in the linear indicators – 1.9–5.1% (Table 1).

Table 1

Qualitative assessment of white silver carp females (x ± SE, n = 56)

Indicators	x ± SE		σ		M_{diff}
	experiment	control	experiment	control	
Weight, kg	5.92±1.41	5.46±1.86	1.79	1.87	0,22
Full length L, см	79.91±3.60	79.45±2.54	7.05	7.82	0,13
Short length l, см	66.17±6.55	65.97±11.43	7.21	7.31	0,02
Body height H, см	22.83±0.70	19.89±1.68	3.39	3.02	1,65
Body girth O, см	41.28±2.40	40.19±4.37	6.35	6.27	0,22
Index I/H	34.50±0.99	30.15±1.07	2.25	2.02	3,68
Index I/O	62.38±0.15	60,92±0.23	2.09	2.01	5,32

The most strikingly stimulating effect of the drug was manifested when comparing the physique indices of the broodstock involved in the experiment. According to the indicators of high-back and body girth index, the broodstock of the experimental group exceeded the similar indicator of fish of the control group by 12.6 and 2.3%, respectively. There was a significant mathematical difference between these indicators, the coefficient of differentiation of the series ranged from 3.68 to 5.32.

The antimicrobial and stimulating effect of the drug was also reflected in the survival rates of offspring, as shown in table 2.

Table 2

The effect of the immunostimulant on the survival of female silver carp

Groups of females	Mortality in the first three days after spawning		Mortality during the period of summer detention		Mortality in total during the observation period	
	copy	%	copy	%	copy	%
experiment	5	17,2	1	3,4	6	20,6
control	8	27,5	8	27,5	16	55,0

Already in the first three days, the mortality of the offspring of the experimental group decreased by 12% compared with the norm. At the same time, the offspring of the control group showed almost regulatory death rate. This trend persisted during the summer season. It is during the summer maintenance and feeding of broodstock that all the negative consequences related to the quality of broodstock and the level of their resistance are manifested. The overall survival of the offspring of the experimental group for the entire observation period reached 79%. At the same time, the mortality of fish in the control group exceeded 55%.

Conclusions. The conducted analysis allows to draw a conclusion about the expediency of treatment of ovaries with the drug as a promicrobial and stimulant. The use of the experimental immunostimulant Anfluron 2 IU significantly increases the resistance of silver carp breeders after operations on artificial reproduction in the factory. Females of white silver carp injected with immunostimulants showed higher growth and survival throughout the observation period. The treatment itself easily fits into the technology of factory reproduction of herbivorous fish and can be offered for introduction into the technological scheme of artificial reproduction.

REFERENCES:

1. Цілі Сталого Розвитку: Україна : національна доповідь / за координацією Н. Горшкової ; Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, 2017. 176 с. URL: http://www.un.org.ua/images/SDGs_NationalReportUA_Web_1.pdf (дата звернення: 05.04.2021).

2. Пилипенко Ю.В. Оценка производителей белого толстолобика выращенных в различных условиях. *Проблемы воспроизводства растительноядных рыб, их роль в аквакультуре* : материалы Международной науч. практ. конф. Адлер. 2003. С. 37–38.

3. Виноградов В.К., Веригин Б.Ф., Ерохина Л.В. Руководство по биотехнике разведения и выращивания дальневосточных растительноядных рыб. Москва : ООО «ИП Комплекс», 2000. 211 с.

4. Грициняк І.І., Третяк О.М. Пріоритетні напрямки наукового забезпечення рибного господарства України. *Рибогосподарська наука України.* Київ : ІРГ НААНУ, 2014. № 1. С. 5–20.

5. Екологічні передумови раціонального ведення рибного господарства Дніпровсько-Бузької естуарної області / Ю.В. Пилипенко, В.В. Оліфіренко, В.О. Корнієнко, В.С. Поліщук, О.Е. Довбиш, І.А. Лобанов. Херсон : Грінь Д.С., 2013. 190 с.

6. Рибальство та рибництво трансформованих річкових систем півдня України : наукова монографія / І.М. Шерман, К.М. Гейна, М.С. Козій, П.С. Кутіщев, Ю.М. Воліченко. Херсон : Вид-во Гринь Д.С., 2016. 308 с.

7. Шерман І.М., Євтушенко М.Ю. Теоретичні основи рибництва: підручник. Київ :Фітосоціоцентр, 2011. 484 с.

8. Еколого-технологічні основи відтворення і вирощування молоді осетроподібних / І.М. Шерман, В.Ю. Шевченко, В.О. Корнієнко, О.В. Ігнатов. Херсон : Олді-Плюс, 2009. 348 с.

9. Екологія та технологія виробництва посадкового матеріалу коропових в умовах Півдня України : наукова монографія / І.М. Шерман, Г.А. Данильчук, С.О. Незнамов та інші. Херсон : Грінь Д.С., 2014. 228 с.

10. Дмітрієв Є.В., Саркісян В.І, Рекрут С.В. Шляхи удосконалення технології формування племінного матеріалу рослиноїдних риб в умовах ставів півдня України. *Таврійській науковий вісник.* 2007. Вип. 46. С. 105–111.

11. Шерман І.М., Гринжевський М.В, Грициняк І.І. Розведення та селекція риб. Київ : БМТ, 1999. 336 с.

12. Коваленко В.О., Шумова В.М., Поплавська О.С. Удосконалення технології відтворення об'єктів рибництва (на прикладі стерляді і білого товстолоба). *Матеріали наук.-практ. семінару на виставці «FishExpo-2015» в рамках Міжнародної виставки-ярмарку «Агро2015»* / 5 червня 2015 р., м. Київ. Київ : НТУУ «КПІ», 2015. С. 82–89.

13. Dawood M.A.O., Koshio S., Esteban M.Á. Beneficial roles of feed additives as immunostimulants in aquaculture: a review. *Reviews in Aquaculture.* 2018. Volume 10, Issue 4. P. 950–974. URL: https://doi.org/10.1111/raq.12209/ (дата звернення: 05.04.2021).

14. Mehana1 E.E., Rahmani A. H., Aly S.M. (2015). Immunostimulants and Fish Culture: An Overview. *Annual Research & Review in Biology.* 2015. № 5 (6). P. 477–489.

15. Doan H.V., Hoseinifar S.H., Khanongnuch Ch., Kanpiengjai A., Unban K., Kim V.V., Srichaiyo S. (2018). Host-associated probiotics boosted mucosal and serum immunity, disease resistance and growth performance of Nile tilapia (Oreochromis niloticus). *Aquaculture.* 2018. Volume 491. P. 94–100. URL: https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.03.019 (дата звернення: 05.04.2021).

16. Chieng C.C.Y., Daud H.M., Yusoff F.M., Abdullah M. (2018). Immunity, feed, and husbandry in fish health management of cultured Epinephelus uscoguttatus with reference to Epinephelus coioides. *Aquaculture and Fisheries.* 2018. Volume 3.

Issue 2. P. 51–61. URL: https://doi.org/10.1016/j.aaf.2018.01.003 (дата звернення: 05.04.2021).

17. Батуревич О.О., Берсан Т.О. Продуктивна та економічна ефективність вирощування товарного коропа за використання в годівлі нетрадиційних кормових добавок. *Рибогосподарська наука України.* Київ : ІРГ НААНУ, 2020. № 2 (52). С. 86–96. URL: https://doi.org/10.15407/fsu2020.02.086 (дата звернення: 05.04.2021).

18. Simon M., Kurinenko H., Kolesnik N. (2020) Economic efficiency of growing early juveniles of russian sturgeon (Acipenser gueldenstaedtii Brandt & Ratzeburg, 1833) with the introduction of inactivated baker's yeast in their diet. *Рибогосподарська наука України.* Київ : ІРГ НААНУ, 2020. № 2 (52). С. 78–85. URL: https://doi.org/10.15407/fsu2020.02.078 (дата звернення: 05.04.2021).

19. Hussain D. Effect of Aflatoxins in Aquaculture: Use of Bentonite Clays as Promising Remedy. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences.* 2018. P. 1009–1016. URL: http://www.trjfas.org/ 10.4194/1303-2712-v18_8_10 (дата звернення: 05.04.2021).

20. Bityutskyy V.S., Tsekhmistrenko S.I., Tsekhmistrenko O.S., Oleshko O.A., Heiko L.M. Influence of selenium on redox processes, selenoprotein metabolism and antioxidant status of aquaculture facilities. *Таврійський науковий вісник.* Вип. 114. Херсон : Видавничий дім Гельветика, 2020. С. 231–240.

21. Ушкаренко В.О., Голобородько В.О., Коковіхін С.В. Методика польового досліду (зрошувальне землеробство) : навчальний посібник. Херсон : Грінь Д.С., 2014. 448 с.

22. Методи іхтіологічних досліджень : навчальний посібник / Ю.А. Пилипенко, П.Г. Шевченко, В.В. Цедик, В.О. Корнієнко. Херсон : Олді-плюс, 2017. 432 с.

УДК 504.054
DOI https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.119.35

НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ БІОРЕМЕДІАЦІЇ ЗАБРУДНЕНИХ НЕСАНКЦІОНОВАНИМИ ЗВАЛИЩАМИ ВІДХОДІВ ЗЕМЕЛЬ

Писаренко П.В. *– д.с.-г.н., професор кафедри екології, збалансованого природокористування та захисту довкілля, Полтавська державна аграрна академія*
Самойлік М.С. *– д.е.н., професор кафедри екології, збалансованого природокористування та захисту довкілля, Полтавська державна аграрна академія*
Тараненко А.О. *– 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*

Проблема поводження з твердими побутовими відходами є надзвичайно актуальною для регіонів України. Звалища відходів займають цінні в сільськогосподарському значенні земельні ресурси. Особливу небезпеку створюють несанкціоновані звалища твердих побутових відходів, які забруднюють землі сільськогосподарського призна-

чення та створюють збитки довкіллю й сільському господарству. Водночас питання скорочення площ забруднених земель, утворення яких зумовлене несанкціонованими звалищами відходів, їх відновлення й повернення в господарський обіг залишаються актуальними для наукового пошуку. Тому метою досліджень стало наукове обґрунтування ремедіації ґрунтів несанкціонованих звалищ твердих побутових відходів за допомогою пробіотичних препаратів. Результати досліджень хімічного аналізу проб фільтрату показали перевищення ГДК вмісту важких металів і нафтопродуктів. Проведено оцінку фітотоксичного ефекту (ФЕ) ґрунту в районі розміщення несанкціонованого звалища ТПВ на схожість, ріст і кореневу систему висадженого насіння крес-салату (Lepidium sativum) до й після обробки пробіотичними препаратами. В експериментальних умовах установлено, що всі зразки ґрунту після застосування пробіотичних препаратів характеризувалися відсутністю токсичності. Зразки ґрунту Т.2, Т.3 і Т.4 характеризувалися ФЕ за довжиною та масою коренів як високотоксичні, що пов'язано з чутливістю крес-салату до цього діапазону забруднень (важкі метали, нафтопродукти). У результаті застосування пробіотику ці зразки ґрунту характеризувалися як нетоксичні, тобто це вказує на нейтралізацію впливу забруднень. За довжиною та масою наземної частини зразок ґрунту Т.4 характеризувався токсичністю вище за середню, Т.2 і Т.3 – середньою токсичністю. Після очищення ґрунту за допомогою пробіотику ФЕ досліджуваних зразків характеризувався як нетоксичний. У всіх досліджуваних точках зафіксовано чітку динаміку збільшення ефекту очищення при збільшенні концентрації забруднень у ґрунті.

Проведені дослідження є основою для розробки наукових засад і практичних рекомендацій щодо формування системи відновлення техногенно забруднених територій і повернення їх у господарський обіг регіонів України.

Ключові слова: *пробіотичні препарати, тверді побутові відходи, ґрунт, несанкціоноване звалище, фітотоксичний вплив.*

Pysarenko P.V., Samoilik M.S., Taranenko A.O., Sereda M.S. Scientific arguments of bioremediation of land contaminated by unsanctioned waste landfills

The problem of waste management is extremely urgent for the regions of Ukraine. Landfills occupy valuable agricultural land resources. Unauthorized landfills are especially hazardous. They pollute agricultural lands and create damage to the environment and agricultural production. At the same time, the issues of reducing of contaminated land, their restoration and return to agricultural production are relevant for scientific research. The aim of our research was to ground scientifically using probiotics for soil remediation on unsanctioned landfills of waste. The results of chemical analysis of filtrate samples showed the high concentration of heavy metals and petroleum products. The assessment of the phytotoxic effect (PE) of the soil on the germination, growth and root system of planted watercress seeds (Lepidium sativum) before and after treatment with probiotics was performed. It was found that all soil samples after the use of probiotics were characterized as non-toxic. Soil samples T.2, T.3 and T.4 were characterized by phytotoxic effect on the length and weight of roots. This is due to the sensitivity of watercress to this range of contaminants (heavy metals, petroleum products). After the application of probiotics, soil samples were characterized as non-toxic. It indicates the neutralization of the effects of contamination. In terms of length and weight of the aboveground part, T.4 soil sample was characterized by above-average toxicity, T.2 and T.3 was characterized by average toxicity. After using the probiotic, PE of test samples was characterized as non-toxic. At all the studied places, the dynamic of increasing the cleaning effect of the soil with increasing concentration of contaminants was recorded.

The conducted research is the basis for the development of scientific principles and practical recommendations for the formation of a system for the restoration of contaminated areas and their return to agricultural production in Ukraine.

Key words: *probiotic, waste, soil, unsanctioned landfill, phytotoxic effect.*

Постановка проблеми. У Резолюції Генеральної Асамблеї ООН «Майбутнє, якого ми прагнемо» від 27 червня 2012 року вагоме місце відведено питанням поводження з відходами. Для України ця проблема є надзвичайно актуальною. За офіційними даними, в Україні щорічно утворюється близько 45 млн м^3 побутових відходів, які захороняються на 6 тис. сміттєзвалищ і полігонів загальною площею понад 9 тис. га. Площа, яку займають полігони твердих побутових відходів в окремих регіонах України, досягає 1000 й більше га [1].

Техногенне забруднення навколишнього середовища призводить до деградації екологічних систем, глобальних кліматичних і геохімічних змін, до регіональних і локальних екологічних криз і катастроф. Поверхневі накопичувачі твердих побутових відходів (далі – ТПВ), стічні води полігонів і звалищ відходів у результаті недотримання правил їх складування й захоронення наносять збиток флорі й фауні, здоров'ю населення та впливають на динамічну рівновагу біосфери. Накопичення токсичних речовин призводить до поступової зміни хімічного складу ґрунтів, порушення цілісності геохімічного середовища існування живих організмів. Звалища твердих відходів може спричинити забруднення ґрунтів, поверхневих, підземних вод та атмосфери. Досить часто під звалища відходів виділяються цінні в сільськогосподарському значенні земельні ресурси [1, с. 121]. Особливу небезпеку створюють несанкціоновані звалища твердих побутових відходів, які забруднюють землі сільськогосподарського призначення та створюють економічні збитки довкіллю й сільському господарству.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вплив звалищ і полігонів на довкілля досліджували такі вітчизняні та зарубіжні вчені: В.В. Вамболь [2], Т.Б. Годовська [3], І.С. Єремєєв [4], А.Н. Мирний [5], Т.А. Сафранов [6], Т.П. Шаніна [7], К. Сінг [8], Г. Іл [9] та інші. Вивченню впливу захоронення твердих побутових відходів на здоров'я людей присвячено наукові праці Г.В. Лисиченко [10], А.Б. Качинского [11], Т.В. Бойко [12], Ю. Юньзяна [13] та інших. Але питання скорочення площ забруднених земель несанкціонованими звалищами відходів, їх відновлення й повернення в господарський обіг недостатньо опрацьовані та залишаються актуальними для наукового пошуку.

Постановка завдання. Метою досліджень стало наукове обґрунтування напрямів ремедіації ґрунтів під несанкціонованими звалищами твердих побутових відходів за допомогою пробіотичних препаратів. Головним завданням досліджень стала оцінка фітотоксичності ґрунту в районі розміщення несанкціонованого звалища ТПВ до й після очистки пробіотичними препаратами.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідження проведено у 2020 році на території несанкціонованого звалища ТПВ за межами с. Сенча (Полтавська обл., Лохвицький р-н). Площа звалища – 1,7 га, об'єм – 6700 м^3. Звалище розміщене на землях сільськогосподарського призначення. Для дослідження відібрані зразки ґрунту й фільтрату.

Перший етап передбачав оцінку хімічного аналізу проб фільтрату. Хімічний аналіз проб проводили в лабораторії агроекологічного моніторингу ПДАА (свідоцтво про атестацію № 042-19) за показниками вмісту важких металів (методики МВВ 081/12-0648-09, МВВ 081/12-0649-09, МВВ 081/12-0416-07, МВВ 081/12-0455-07, МВВ 081/12-0413-07, МВВ 081/12-0652-09, МВВ № 081/12-0117-03), нафтопродуктів (МВВ 081/12-0645-09). При дослідженні використано спектрофотометр атомно-абсорбційний С-115 У (С-115 ПК) № 0479933600197.

Результати досліджень показали перевищення вмісту важких металів, норми яких установлені Наказом МОЗ від 14 липня 2020 року № 1595 [14].

Усереднені дані вмісту важких металів представлені на рис. 1–3.

Другий етап передбачає проведення оцінки фітотоксичного ефекту ґрунту в районі розміщення несанкціонованого звалища ТПВ. Відібрано зразки ґрунту з території цього звалища ТПВ (Т.4) на відстані 50 м (Т.3), 100 м (Т.2), та 200 м (Т.1) від звалища. Як контроль використано зразок ґрунту, відібраного на відстані 1 км від звалища ТПВ.

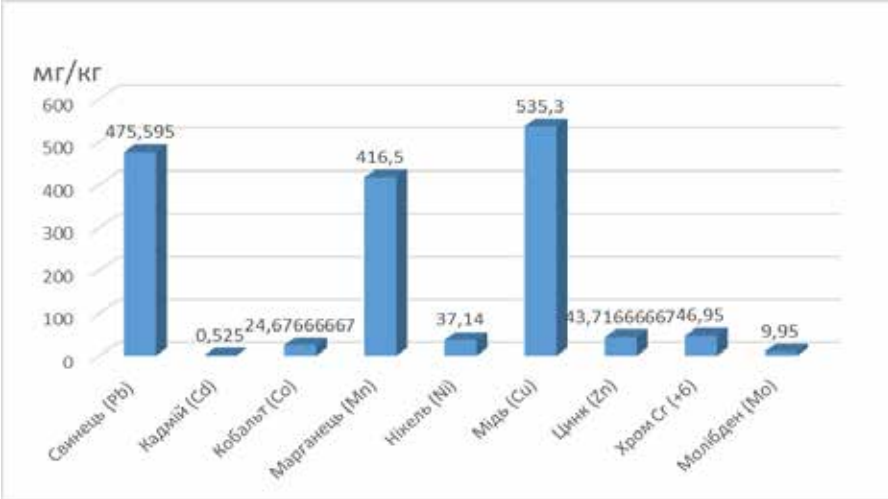


Рис. 1. Валовий уміст важких металів у ґрунті несанкціонованого звалища ТПВ, мг/кг

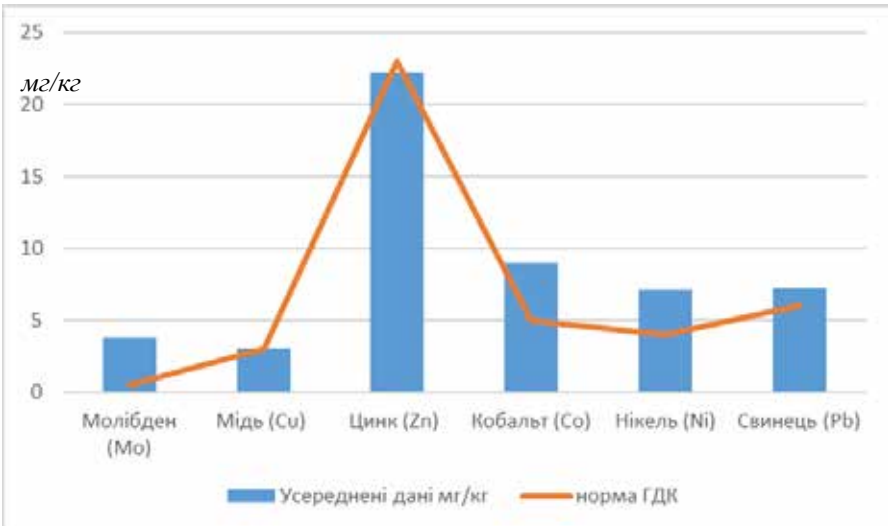


Рис. 2. Уміст рухових форм металів у ґрунті несанкціонованого звалища ТПВ, мг/кг

Визначення фітотоксичності ґрунту проведено методом проростків за допомогою насіння крес-салату *(Lepidium sativum*) [15 с. 45; 16, с. 21]. Аналізували схожість, ріст і кореневу систему насіння. Фітотоксичність ґрунту визначалася за величиною фітотоксичної ефекту за кількістю рослин, що виросли з моменту посіву насіння на 7 і 14 добу, розмірами та масою рослин.

Визначення фітотоксичного впливу ґрунту на ріст і кореневу систему рослин здійснювали на підставі розрахунку за формулою [15, с. 44]:

$$ФЕ = [(Мо – Мк) / Мо] \times 100\ \%,$$

де *Мо* – маса або ростові показники рослин із контрольним зразком води;
Мк – маса або ростові показники рослин у воді, що досліджується.
Визначення показників відбувалося в чотирикратній повторності.

Рис. 3. Уміст нафтопродуктів у ґрунті несанкціонованого звалища ТПВ

Попередні дослідження авторів і науковців ПДАА [17; 18] показали можливість використання пробіотичних препаратів (Світеко-ППВ, Світеко-ОПЛ, Світеко-Агробіотик-01) для очистки водних систем і ґрунту. Тому в роботі проведено дослідження можливості очистки ґрунту в районі розміщення несанкціонованого звалища ТПВ за допомогою пробіотику Світеко-Агробіотик-01 (у розведенні 1:100).

Порівняння кількості пророслого насіння *Lepidium sativum* і фітотоксичного ефекту (ФЕ) на зразках ґрунту до й після очистки пробіотичними препаратами приведено в таблиці 1.

Результати зниження фітотоксичності (ФЕ) зразків ґрунту внаслідок очистки їх пробіотиком відображено на рис. 4.

За результатами досліджень на крес-салаті встановлено таке:

– усі зразки ґрунту після очистки характеризувалися відсутністю токсичності;

– зразки ґрунту Т.2, Т.3 і Т.4 характеризувалися ФЕ за довжиною та масою коренів як високотоксичні, що пов’язано з чутливістю крес-салату до цього діапазону забруднень (важкі метали, нафтопродукти). У результаті очищення пробіотиком ці зразки ґрунту характеризувалися як нетоксичні, тобто це вказує на нейтралізацію впливу забруднень;

– за довжиною та масою наземної частини тільки зразок ґрунту Т.4 характеризувався токсичністю вище за середню, Т.2 і Т.3 – середньою токсичністю, після очищення ґрунту за допомогою пробіотику ФЕ ці зразки характеризувався як нетоксичні;

– у всіх випадках зафіксовано чітку динаміку до збільшення ефекту очистки при збільшенні концентрації забруднень у ґрунті.

Висновки і пропозиції. Таким чином, у результаті дослідження встановлено ефективність використання пробіотичних препаратів для зниження фітотоксичного ефекту в ґрунті, що дає змогу зробити припущення про можливість включення пробіотичних препаратів у систему відновлення техногенно забруднених територій. Авторами розроблено план рекультивації та ремедіації досліджуваної забрудненої території з використанням пробіотиків на початковому етапі очистки. Альтернативні сценарії відновлення території приведено на рис. 5.

Таблиця 1

Біометричні показники зразків ґрунту до й після біологічної очистки за допомогою пробіотику

Зразок ґрунту	Крес-салат									
	за проростанням		за довжиною коренів		за масою коренів		за довжиною наземної частини		за масою наземної частини	
	проростання насіння до очистки, %	проростання насіння після очистки, %	довжина коренів до очистки, см	довжина коренів після очистки, см	маса коренів до очистки, мг	з маса коренів після очистки, г	довжина наземної частини до очистки, см	довжина наземної частини після очистки, см	маса наземної частини до очистки, г	маса наземної частини після очистки, г
контроль	92	96	4,2	4,5	0,005	0,006	6,1	6,5	0,06	0,06
Т.1	84	90	3,3	4,1	0,004	0,005	5,2	6	0,05	0,06
Т.2	79	85	1,5	4	0,002	0,005	4,3	5,9	0,04	0,05
Т.3	70	86	1,5	3,8	0,001	0,005	3,5	5,5	0,04	0,05
Т.4	69	84	1,1	3,8	0,001	0,005	3,2	5,6	0,03	0,05

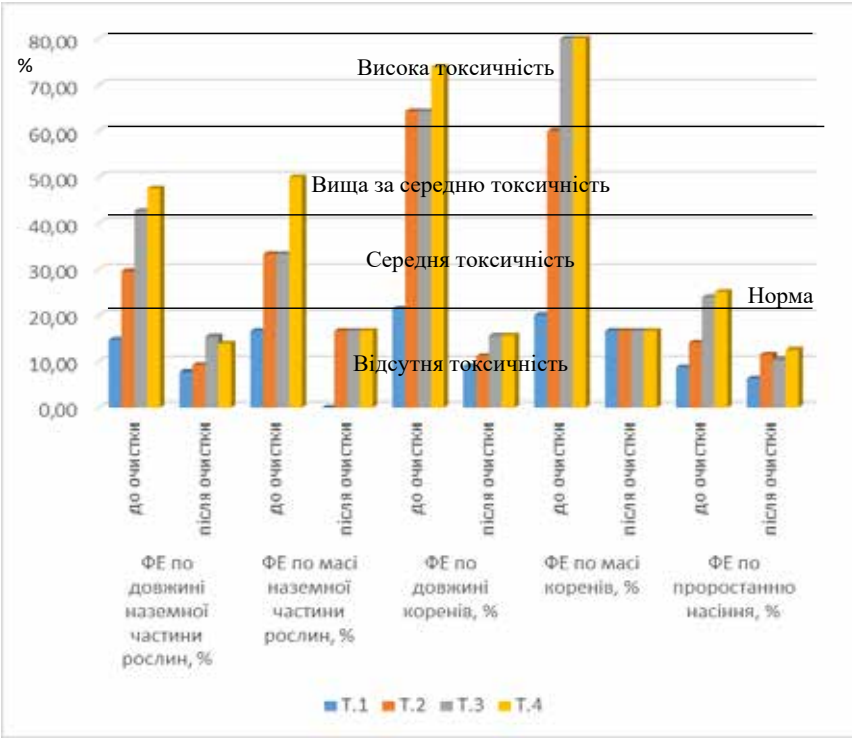


Рис. 4. Фітотоксичний ефект до й після очистки на крес-салаті, %

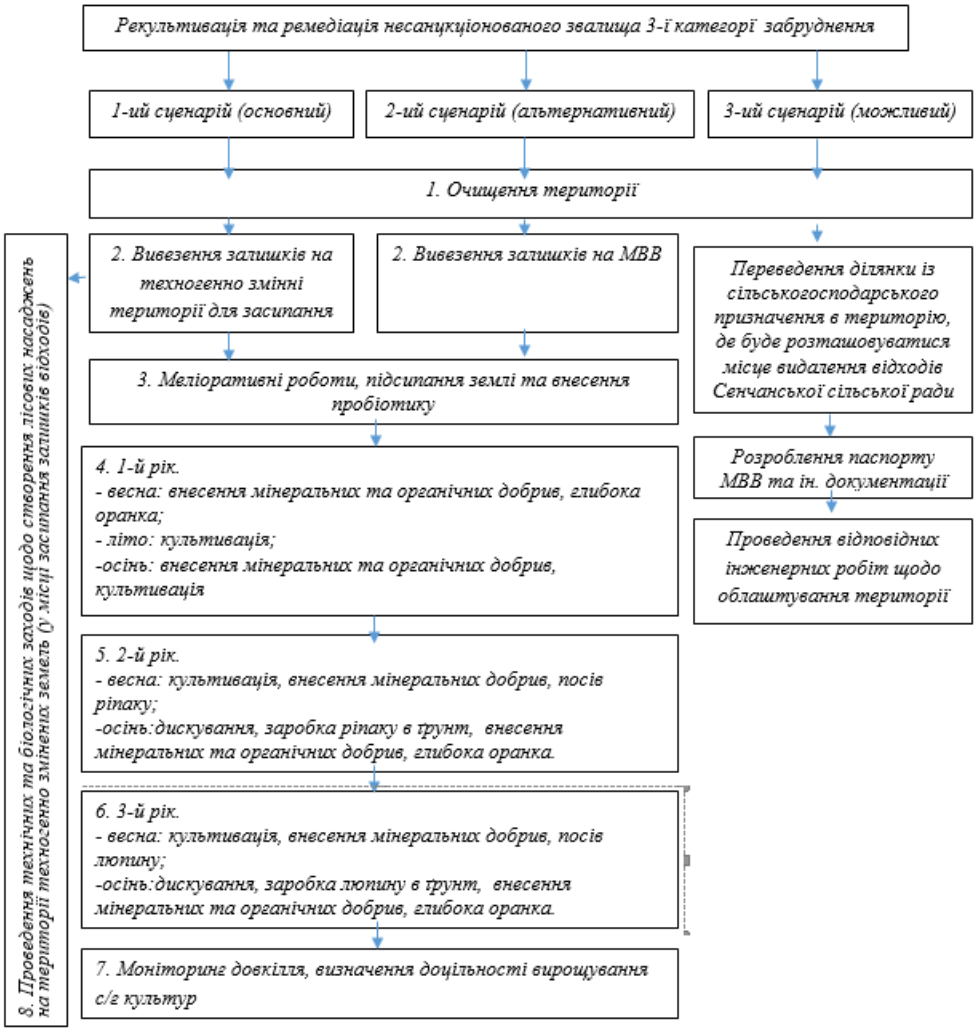


Рис. 5. Сценарії рекультивації та подальшого використання досліджуваної ділянки

За основним сценарієм (1) передбачено очищення цієї території від накопичених ТПВ (з попереднім сортуванням можливих ресурсоцінних фракцій); зняття поверхневого шару землі на глибину 10 см з метою прискорення ремедіації цієї території; розміщення на території меліоранту (для передбачення можливого токсичного забруднення); насип чистого ґрунту на висоту 10 см та ущільнення.

Наступним етапом мають бути заходи із залучення території в сільськогосподарський обіг, але з включенням заходів ремедіації: уносяться мінеральні й органічні добрива, проводиться глибока оранка, уносяться пробіотичні препарати (для ремедіації); проводиться культивація землі. Для вилучення з ґрунту важких металів передбачається посів ріпаку, після чого можна територію засіяти люпином або продовжувати сівозміну з культурами, які вилучають важкі метали (горох, ріпак тощо). Через 3 роки обов’язковим є проведення моніторингу ділянки та визначення доцільності вирощування сільськогосподарських культур.

Отримані результати експериментів дали змогу оцінити фітотоксичність ґрунту в районі розміщення несанкціонованого звалища ТПВ на основі вирощування рослин *Lepidium sativum* і надати рекомендації щодо напрямів ремедіації несанкціонованих звалищ твердих побутових відходів на землях сільськогосподарського призначення. В експериментальних умовах установлено, що всі зразки ґрунту після очистки пробіотичними препаратами характеризувалися відсутністю токсичності, що вказує на нейтралізацію впливу забруднень, також у всіх випадках зафіксовано чітку динаміку до збільшення ефекту очистки при збільшенні концентрації забруднень у ґрунті.

Проведені дослідження є основою для розробки наукових засад і практичних рекомендацій щодо формування системи відновлення техногенно забруднених територій і повернення їх у господарський обіг регіонів України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Екологічні аспекти міжрегіональної взаємодії у сфері поводження з твердими відходами (на прикладі програми реабілітації забруднених земель) / П.В. Писаренко, А.О. Тараненко, Д.В. Чальцев, О.О. Кахикало, К.Є. Гришина, О.П. Корчагін. *Вісник ПДАА*. 2020. № 4. С. 120–127.

2. Вамболь В.В. Ідентифікація джерел формування екологічної небезпеки в місцях несанкціонованого накопичення відходів. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського.* 2016. № 1 (96). С. 122–128.

3. Годовська Т.Б., Фещенко В.П. Екологістика та еколого-гігієнічний аналіз впливу на довкілля полігону ТПВ м. Житомира. *Збірник наукових статей III Всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю*. 2011. Т. 1. С. 57–60 URL: http://eco.com.ua/.

4. Єремєєв І.С., Марчук С.В. Дослідження впливу полігонів ТПВ на землі сільськогосподарського призначення. *АГРОСВІТ*. 2015. № 15. С. 3–8.

5. Мирный А.Н., Систер В.Г. Современные технологии обезвреживания и утилизации ТБО. Москва, 2003. 303 с.

6. Класифікація твердих муніципальних відходів – передумова формування ефективної системи поводження з їх потоками / Т.А. Сафранов, Т.П. Шаніна, О.Р. Губанова, В.Ю. Приходько. *Вісник Одеського державного екологічного університету*. 2014. № 18. С. 32–37.

7. Управління та поводження з відходами: підручник / Т.П. Шаніна, О.Р. Губанова, М.О. Клименко та ін. ; за ред. Т.А. Сафранова, М.О. Клименко. Одеса : Вид-во ТЕС, 2012. 272 с.

8. 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. *Technol.* 2017. № 5 (4). P. 62–68.

9. Il H., Gui N., Jee H. Pollution level and reusability of the waste soil generated from demolition of a rural railway. *Environmental Pollution*. 2018. Vol. 240. P. 867–874.

10. Лисиченко Г.В., Забулонов Ю.Л., Хміль Г.А. Природний, техногенний та екологічний ризики: аналіз, оцінка, управління. Київ, 2008. 543 с.

11. Качинский А.Б., Агаркова Н.В. Структурный анализ системы обеспечения экологической и природно-техногенной безопасности Украины. *Системні дослідження та інформаційні технології*. 2013. № 1. С. 7–11.

12. Бойко Т.В. Особливості використання методу «індекс–ризик» для оцінки техногенної безпеки об'єктів. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. 2009. № 6/5 (42). С. 44–47.

13. Effects of ambient air pollution from municipal solid waste landfill on children's non-specific immunity and respiratory health / Y. Yunjiang, Y. Ziling, S. Peng, L. Bigui. *Environmental Pollution.* 2018. Vol. 236. P. 382–390.

14. Про затвердження Гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних речовин у ґрунті : Наказ МОЗ від 14.07.2020 № 1595.

15. Грицаєнко Г.М. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. Київ, 2003. 320 с.

16. Методы биотестирования качества водной среды и почвы / под ред. О.Ф. Филенко. Москва : Изд-во Моск. ун-та, 1989. 124 с.

17. Pisarenko P.V., Samoylik M.S., Korchagin O.P. Phytotoxic assessment of sewage treatment methods in disposal sites. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.* 2019. Vol. 341. URL: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/341/1/012002/pdf (*Scopus).*

18. Писаренко П.В., Самойлік М.С., Молчанова А.В. Біоіндикаційна оцінка впливу місць видалення відходів на стан навколишнього природного середовища. *Вісник ПДАА*. 2018. № 1. С. 88–93.

УДК 502.333
DOI https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.119.36

ОЦІНКА СТАЛОГО ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ НА ТЕРИТОРІЇ ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Стратічук Н.В. *– к.е.н., доцент кафедри екології та сталого розвитку імені професора Ю.В. Пилипенка,*
Херсонський державний аграрно-економічний університет
Корнієнко В.О. *– к.с.-г.н., доцент кафедри водних біоресурсів та аквакультури,*
Херсонський державний аграрно-економічний університет

Економічний, екологічний і соціальний складники процвітання суспільства в сучасності ґрунтуються на концепції сталого розвитку, досягти якого є пріоритетом для будь-якої країни. В основі сталого розвитку лежать невід'ємні права всіх людей світу на життя й повноцінний розвиток на основі раціонального використання природних ресурсів і рівня розвинення ресурсозберігаючих технологій. У цих дослідженнях висвітлено питання щодо стану використання природних ресурсів і проведено розрахунок індексу екологічно сталого розвитку Херсонської області в просторовій і часовій ретроспективі. Для порівняння отриманих результатів вибірково обрано декілька регіонів України за їх належністю до різних економічних районів та основними тенденціями розвитку. На основі аналізу структури природних ресурсів надано економічну оцінку сталому використанню різних видів природних ресурсів у регіоні. Зроблено розрахунок індексу екологічно сталого розвитку окремої території, на основі якого може бути вдосконалена система управління регіональним розвитком.

З'ясовано, що кожна з проаналізованих областей має специфічні тенденції розвитку й, відповідно, відрізняється впливом антропогенного навантаження на природні екосистеми. Застосовані методологічні підходи дають змогу використовувати отриману інформацію для достовірної оцінки еколого-економічного розвитку певного регіону. На основі оптимізованих нами загальновідомих методів досліджень створено систему показників, яка на основі комплексного підходу достовірно описує перебіг найбільш вагомих економічних та екологічних процесів у тій чи іншій області. Ця система базується на аналізі великого масиву статистичної інформації й дає можливість визначити інтегральний показник екологічно сталого розвитку регіону, що, по суті, є найкращим показником стану використання природних ресурсів.

У ході проведених досліджень визначено комплекс еколого-економічних факторів, що впливають на результати оцінки розвитку територій. Досліджено економічну політику держави в контексті ефективного управління природними ресурсами. На основі проведеного аналізу стану використання природних ресурсів запропонована кластерна система індикаторів еколого-економічного розвитку територій.

Проведені дослідження й побудовані системи оцінки дадуть змогу приймати результативні управлінські рішення щодо сталого розвитку області на основі аналізу еколого-економічних показників регіону.

Ключові слова: *природокористування, ресурси, еколого-економічний розвиток, економічний потенціал, навколишнє середовище, система індикаторів.*

Stratichuk N.V., Kornienko V.O. Assessment of sustainable use of natural resources in the Kherson region

The economic, environmental and social components of a society's prosperity are based on the concept of sustainable development, which is a priority for any country to achieve. Sustainable development is based on the inalienable human rights to life and full development based on the rational use of natural resources and the level of development of resource-saving technologies. The research covers the issue of the state of use of natural resources and calculates the index of ecologically sustainable development of the Kherson region. To compare the obtained results, several regions of Ukraine were selected according to their affiliation to different economic regions and their main development trends. Based on the analysis of the structure of natural resources, an economic assessment of the sustainable use of various types of natural resources in the region is provided. The calculation of the index of ecologically sustainable development of a separate territory on the basis of which the regional development management system can be improved is made.

It was found that each of the analyzed areas has specific development trends and, accordingly, differs in the impact of anthropogenic load on natural ecosystems. The applied methodological approaches make it possible to use the obtained information for a reliable assessment of the ecological and economic development of a certain region. On the basis of well-known research methods optimized by us, a system of indicators was created, which, on the basis of an integrated approach, reliably describes the course of the most important economic and environmental processes in a particular region. This system is based on the analysis of a large array of statistical information and provides an opportunity to determine an integral indicator of the ecologically sustainable development of the region, which is essentially the best indicator of the state of use of natural resources.

Based on the analysis, a cluster system of indicators was proposed. The first cluster is formed from 40-50 main ecological and economic indicators that reflect the peculiarities of the development of a particular region. The second is based on determining the magnitude of the mutual influence between the three main indicators of the state of the region's subsystems, which is due to their variability. The third one is the index of ecologically sustainable development of the region. It is based on the analysis of indicators of the second level, is a kind of complex indicator, which generally describes the features of the development of the region.

A set of factors influencing the evaluation results is determined. The economic policy of the state in the context of effective management of natural resources is studied. An algorithm for making management decisions based on ecological and economic assessment of the state of the region is proposed.

Key words: *natural resources, ecological and economic assessment, economic potential, environment, system of indicators.*

Постановка проблеми. Головним напрямом внутрішньої та зовнішньої політики України є збереження навколишнього середовища. Водночас наша держава, відповідно до загальних аспектів економічного та суспільного розвитку останніх десятиліть, відноситься до країн зі специфічними структурно неоднорідними проблемами довкілля. З одного боку, ці проблеми є характерними для країн, що розвиваються (нераціональне використання природних ресурсів), а з іншого – для індустріально розвинених країн (збільшення антропогенного навантаження за рахунок забруднення, що зростає). Саме тому найбільш вагомими пріоритетами сучасної державної політики є, по-перше, раціоналізація використання природних ресурсів і зниження енергоємності, а по-друге, різке зменшення негативного антропогенного впливу на навколишнє середовище шляхом мінімізації забруднення екосистем [1].

Історично природокористування розвивалося від застосування відновлюваних (полювання, землеробство, риболовство, лісокористування тощо) до використання невідновлювальних (вичерпних) ресурсів. Сьогодні в процес освоєння все ширше залучаються як відновлювані, так й умовно невичерпні природні ресурси,

з якими пов'язаний подальший розвиток цивілізації. Ведення обліку природних ресурсів – це збір і систематизація відомостей про кількісний і якісний стан природних об'єктів. Облік необхідний для оцінки природних багатств і ступеня забезпеченості ними економіки країни, аналізу динаміки використання ресурсів, оцінки їх стану, планування й прогнозування використання та відтворення, техніко-економічного обґрунтування розвитку й розміщення виробництва тощо [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У реаліях сучасності проблеми екологічного характеру відіграють усе більшу роль у системі взаємовідносин людства та навколишнього середовища. Зростання техногенного навантаження, забруднення територій, нераціональне використання ресурсів істотно обмежують можливості безпечного функціонування екосистем. На перші ролі внутрішньої та зовнішньої політики у світі виходять бережливе й ефективне використання природних ресурсів і формування надійної системи охорони навколишнього природного середовища [2; 3].

Основні теоретичні засади економіки довкілля та природокористування, методи економічної оцінки природних ресурсів розроблені на початку століття. Дослідження відомих науковців [4–10] стали базисом для створення методології моніторингу коливань об'ємів і структури видобутку природних ресурсів територій та акваторій. У ході їх роботи створено так званий «вузький» напрям вивчення економіки природокористування (environmental economics). Такий підхід передбачав, що основний напрям досліджень зосереджується на двох головних аспектах: раціональному використанні природних ресурсів, з одного боку, й охороні навколишнього середовища – з іншого [11–12]. Нині на зміну традиційним поглядам економіки природокористування прийшов інший, «макроекономічний», коли розв'язання головних проблем розвитку регіонів можливе лише в межах загальної еколого-економічної системи [2; 3; 13–16].

Економічний аналіз ефективності природокористування в цьому контексті розглядалася як монетизований вираз вартості використаних природних ресурсів або визначається результативністю їх самовідтворення; як якісна й кількісна характеристика природних ресурсів, що яляють собою сировинну базу для підприємств і визначення об'ємної ваги природних ресурсів у формуванні структури вартості [2].

Постановка завдання. Мета статті – провести аналіз ефективності природокористування й розробити інтегративну систему еколого-економічної оцінки стану видобування природних ресурсів і на її основі запропонувати потенційні управлінські рішення щодо сталого розвитку регіону на прикладі Херсонської області.

Для оцінки ефективності природокористування використовували індекс екологічно сталого розвитку регіону (index of sustainable development) [17]. Розрахунки проводили для Херсонської, Київської, Донецької, Тернопільської, Одеської областей та України загалом згідно із загальновідомими рекомендаціями [18; 19; 20]. Ці області обрані як варіанти для порівняльного аналізу емпіричним шляхом відповідно до належності до різних економічних регіонах України.

Визначення інтегрального показника сталого розвитку регіону розраховували як усереднене відображення екологічних, соціальних, економічних, інфраструктурних та інноваційних показників (1):

$$K_{інт} = \sqrt[3]{K_{екон} * K_{соц} * K_{екол}}\ , \qquad (1)$$

де $\mathbf{K}_{інт}$ – інтегральний показник сталого розвитку; $\mathbf{K}_{екон}$ – показник економічного розвитку; $\mathbf{K}_{соц}$ – показник соціального розвитку; $\mathbf{K}_{екол}$ – показник екологічного розвитку регіону.

Отримані результати зводилися в таблиці узагальнених та інтегральних показників сталого розвитку за термін, що досліджувався. Наявність сталого розвитку визначалася за рівнянням (2):

$$\mathbf{K}_{int}\,(t+1) > \mathbf{K}_{int}\,(t), \qquad (2)$$

де $\mathbf{K}_{int}$ **(t+1)** – значення інтегрального показника сталого розвитку в поточному році спостережень; $\mathbf{K}_{int}$ **(t)** – значення інтегрального показника сталого розвитку в попередньому році спостережень.

Сталий розвиток визначали за характеристикою взаємовпливу головних засад окремих складників регіональної економіки: економічної, соціальної та екологічної (рис. 1).

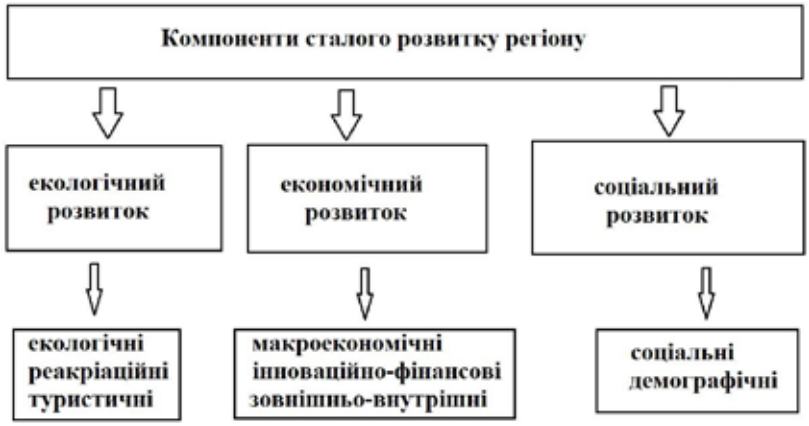


Рис. 1. Схема головних засад сталого розвитку регіону

Застосування запропонованої методики еколого-економічної діагностики регіону дає змогу доповнити й удосконалити процедуру розрахунку показників сталого розвитку України з урахуванням напряму розвитку та його зміни в динаміці.

Виклад основного матеріалу дослідження. У нашій країні загальна парадигма сталого розвитку минулих років у сучасному вимірі поступово змінюється з державної до регіональної. Значна увага в цьому контексті приділяється не тільки загальному аналізу природокористування, а й можливостям переходу економіки до раціонального використання ресурсів регіону. Останнє вимагає передусім наявності потужної інформаційно-аналітичної бази, що враховує регіональні особливості економічного розвиту та здатність надавати вичерпну й достовірну інформацію про стан екологічної, соціальної та економічні підсистеми, яка відповідає потребам і вимогам цього моменту.

У нашій країні натепер, як правило, застосовуються два типи прогнозованих досліджень: екологічні та соціально-економічні. Особливістю цих обстежень є практично повна відсутність аналізу взаємовпливу еколого-економічних показників, отриманих у ході проведення цих типів моніторингу. При цьому найбільш вагомою є оперативна оцінка регіональних змін еколого-економічних показників під тиском особливостей природокористування і своєчасна реакція на можливі негативні тенденції таких змін. У зв’язку з цим об’єктивно вагомим є створення такої системи моніторингу, що базується на регіональних особливостях екологічного, соціального й економічного розвитку з визначенням різнорівневих інтегральних індикаторів сталого розвитку (рис. 2).

Рис. 2. Схема аналізу регіональних змін еколого-економічних показників

Для аналізу властивостей природокористування в Херсонській області виділено такі групи індикаторів: економічний, технологічний, екологічний, інфраструктурний, соціальний розвиток. Взаємний вплив цих індикаторів має яскраво виражений регіональний характер, тому їх розгляд у просторово-часовому аспекті дає змогу застосовувати отримані інформаційно-аналітичні показники при складанні еколого-економічної оцінки стану регіону. За проведення аналізу регіональних особливостей сталого розвитку, аналізу результативності природокористування ці показники можна визначити як еколого-економічні «стандарти», які не можуть порушуватися й тому вимагають постійного моніторингу.

Натепер у світі розроблено й використовуються більше трьох тисяч індикаторів стійкого розвитку, які базуються на загальних принципах Цілей сталого розвитку світу [1]. Переважно ці індикатори не є нормованими, що суттєво ускладнює методологію визначення особливостей регіонального розвитку [5; 17; 18]. При цьому структурний склад індикаторів стійкого розвитку, необхідних для розрахунку інтегрального показника, має регіональну й просторово-часову мінливість, що вимагає постійного уточнення при динаміці факторів розвитку [21].

З огляду на проблему, що достовірно існує, створена відповідна система регіонального еколого-економічного аналізу використання природних ресурсів, заснована на фактичних даних статистичної інформації.

На основі проведеного аналізу стану використання природних ресурсів запропонована кластерна система індикаторів еколого-економічного розвитку територій. Перший кластер формується із сорока-п’ятдесяти основних еколого-економічних показників, що відображають особливості розвитку певного регіону. Другий – ґрунтується на визначенні величини взаємного впливу між трьома головними еколого-економічними показниками стану підсистем регіону. У такому аспекті взаємовплив цих факторів розглядається під кутом їх мінливості. Третій – являє собою розрахунок та аналіз динаміки інтегрального показника сталого розвитку в регіональному контексті. Основою розрахунку є своєрідний комплексний аналіз більшості показників другого рівня, що загалом дає змогу описати особливості розвитку регіону.

Рис. 3. Результати розрахунку інтегрального показника екологічно сталого розвитку Херсонської області

Відповідно до цілей і завдань досліджень, проведено розрахунки інтегрального показника сталого розвитку Херсонської, Київської, Донецької, Тернопільської, Одеської областей та України загалом. Регіони, що були варіантами для порівняння, обралися емпіричним шляхом з огляду на їх належність до неоднорідних за еколого-економічними показниками економічних регіонів країни. Проведений порівняльний аналіз дав змогу сформувати загальну схему критеріїв динаміки інтегрального показника сталого розвитку регіону (таблиця 1).

Таблиця 1

Визначення динаміки мінливості стану інтегрального показника сталого розвитку регіону

Приріст значень інтегральних показників	Критерії
Позитивний розвиток, що зростає	$K_{інт}(t) < K_{інт}(t+1) = K_{max}$
Позитивний розвиток	$K_{інт}(t) \leq K_{інт}(t+1) = K_{max}$
Нестійкість розвитку	$K_{інт}(t) \leq K_{інт}(t+1) < K_{max}$
В основному негативний розвиток	$K_{min} < K_{інт}(t+1) \leq K_{інт}(t)$
Негативний розвиток	$K_{min} = K_{інт}(t+1)\ \ K_{інт}(t)$

Застосування запропонованої методики дає можливість провести розрахунок інтегрального показника сталого розвитку Херсонської області в регіональному контексті з урахуванням його динаміки в часовому аспекті (таблиця 2).

Аналіз динаміки інтегрального показника сталого розвитку показує, що для Херсонської області у 2014–2016 роках була притаманна в основному негативна тенденція розвитку. Особливо яскраво це простежувалося в динаміці індикаторів підсистем екологічного та соціального розвитку, які в цей період були стабільно негативними й змінювалися в кордонах від -0,101 до -0206 та від -0,029 до -0,200 відповідно.

Таблиця 2

Тенденції сталого розвитку різних регіонів України

Області	2014–2015 рр.	2015–2016 рр.	2016–2017 рр.	2017–2018 рр.	2018–2019 рр.
Херсонська	-	- -	+-	+-	++
Тернопільська	+	-	+-	++	++
Одеська	+-	-	++	-	- -
Київська	+-	-	-	- -	+-
Донецька	+	- -	+-	-	- -
Україна	+-	- -	+	-	+-

Примітка: «++»– позитивний розвиток, що зростає; «+»– позитивний розвиток; «+-» – нестійкість розвитку; «-»– в основному негативний розвиток; «- -» – негативний розвиток.

У підсистемі екологічного розвитку за цей період спостерігалося практично на 70% зменшення витрат на капітальний ремонт основних засобів для охорони навколишнього середовища. На фоні цього відбулося зниження більше ніж на 65% швидкості впровадження інноваційних технологічних підходів на підприємствах регіону, особливо ресурсозберігаючих. Не менш складна ситуація простежувалася

й у соціальній підсистемі. У 2016 році тільки 16% населення отримували номінальну середньомісячну заробітну плату не нижче середнього регіонального рівня.

У подальшому із закінченням кризи економічна ситуація в області почала стабілізуватися й у 2018–2019 рр. динаміка інтегрального показника екологічно сталого розвитку почала набувати позитивного характеру. Відбувалося це на основі покращення основних показників еколого-економічного та соціального розвитку регіону: спостерігався стале зростання випуску продукції промисловості й агрокомплексу на 19–25%; зменшення площ порушених земель на 42–51%, збільшення надходження інвестицій в основний капітал на 35–40%, що супроводжувалося падінням рівня безробіття до 11,2%. Сталий економічний розвиток регіону викликав незначне погіршення екологічної ситуації: спостерігався ріст споживання прісної води промисловістю з 4 до 12%, на 2,1–2,4% зросли загальні викиди в атмосферу, на 12,3–15,1% – стічних вод, на 20,7–29% – промислових забруднень. При цьому об'єми нарахованих екологічних платежів зросли на 54%, а частка фактично сплачених із них – на 13%.

На фоні поступового поліпшення економічної ситуації в області збитковий випуск товарів і послуг за весь проаналізований період характеризувався сталою тенденцією до росту показників, досягнувши 24%. Це яскраво вказувало на те, що основний напрям розвитку економіки регіону базується на застосуванні ресурсовитратних технологій, які викликають зростання антропогенного навантаження на навколишнє середовище.

Позитивна динаміка інтегрального показника екологічно сталого розвитку в останні роки дала змогу регіону займати одне з провідних місць серед областей України (таблиця 2).

Серед шести проаналізованих регіонів країни Херсонська область за рівнем еколого-економічного розвитку у 2017–2018 рр. займала одне з провідних місць, дещо поступаючись лише Тернопільській області. Але вже у 2019 р. завдяки покращенню рекреаційного потенціалу, росту промислового виробництва, особливо переробки агропродукції, зростанню об'ємів виробництва екологічно чистої продукції рослинництва та тваринництва, розвитку «зеленої енергетики», покращенню загальних макроекономічних показників динаміка сталого розвитку в регіоні набула позитивного характеру, що зростає.

Висновки і пропозиції. Неоднорідності й суттєві розбіжності в особливостях регіонального розвитку відображають специфіку протікання еколого-економічних процесів і загалом указують на незадовільну екологічну політику в країні. Останнє вимагає застосування негайних ефективних заходів щодо зменшення забруднення навколишнього середовища, відновлення природних екосистем на основі раціонального використання природних ресурсів.

Херсонська область за рівнем еколого-економічного розвитку у 2017–2018 рр. займала одне з провідних місць серед проаналізованих регіонів України. У 2019 р. завдяки покращенню головних екологічних, соціальних та економічних показників динаміка сталого розвитку в регіоні набула позитивного характеру, що зростає.

Проведені дослідження й побудовані системи оцінки дадуть змогу приймати результативні управлінські рішення щодо сталого розвитку області на основі аналізу еколого-економічних показників регіону.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Стратегія сталого розвитку «Україна-2020», схвалена Указом Президента України від 12.01.2015 № 5/2015. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5/2015.

2. Економіка довкілля і природних ресурсів : монографія / за заг. ред. Ю.В. Дзядикевича. Тернопіль : Астон, 2016. 392 с.
3. Економіка довкілля і природних ресурсів : навчальний посібник / за заг. ред. П.Т. Бубенка. Харків : ХНУМГ, 2014. 280 с.
4. Макарова Н.С., Гармідер Л.Д., Михальчук Л.В. Економіка природокористування : навчальний посібник. Київ : Центр учбової літератури, 2007. 322 с.
5. Гринів Л.С. Екологічно збалансована економіка: проблеми теорії : монографія. Львів : ЛНУ ім. І. Франка, 2001. 240 с.
6. Колотило Д. Екологія і економіка : навчальний посібник. 2-е вид. доп. і перероб. Київ : КНЕУ, 2005. 576 с.
7. Сафранов Т.А. Екологічні основи природокористування : навчальний посібник для студентів ВНЗ. Львів : Новий Світ, 2003. 248 с.
8. Буркинский Б.В., Степанов В.Н., Харичков С.К. Экономико-экологические основы регионального природопользования и развития : монография. Одесса : ИПРЭЭИ НАН Украины, 2005. 575 с.
9. Данилишин Б.М., Хвесик М.А., Голян В.А Економіка природокористування : підручник. Київ : Кондор, 2009. 466 с.
10. Хвесик М.А., Горбач Л.М., Кулаковский Ю.П. Економіко-правове регулювання природокористування : монографія. Київ : Кондор, 2009. 524 с.
11. Кирилов Ю. Є. Глобалізація: екологічні ефекти та наслідки для навколишнього природного середовища / Ю. Є. Кирилов // Наукові праці Полтавської державної аграрної академії. Серія: Економічні науки. 2012. Вип. 4, Т. 3. С. 289–293.
12. Філіна О.М., Дюдяєва О.А. Стан реалізації міжнародних вимог щодо оцінки впливу на довкілля для окремих видів планової діяльності: Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального природокористування в контексті сталого розвитку: зб. матеріалів III Міжнародної науково-практичної конференції 22–23 жовтня 2020 р. Херсон: Олді-плюс, 2020. С. 616–818.
13. Голубіцька Т.В. Концептуальні основи функціонування еколого-економічних систем. Вісник Сумського державного університету. Сер.: Економіка. 2013. № 1. С. 5–10. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VSU_ekon_2013_1_
14. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2019, № 16, ст. 70) URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#Text
15. Музика П. М., Філяк М.О. Огляд українських систем оцінки та підходів до стратегій сталого розвитку. Інноваційна економіка АПК. 2014. № 2(2). С. 73–79.
16. Шкарупа О.В. Інтегральна оцінка еколого-збалансованого розвитку території. Збірник тез доповідей Всеукраїнської наукової конференції: «Господарський механізм екологічно збалансованого розвитку». Суми: Вид-во СумДУ, 2007. С. 201–203.
17. Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies. New York: Published by the United Nations, 2007. 93 p.
18. Горяна, І. В. Формування методики оцінювання сталості розвитку регіонів. Економічний аналіз: зб. наук. праць. Тернопільський національний економічний університет; редкол.: С. І. Шкарабан (голов. ред.) та ін. Тернопіль: Видавничо-поліграфічний центр Тернопільського національного економічного університету «Економічна думка», 2013. Том 14. №1. С. 59–63.
19. Сталий розвиток регіонів України. / за ред. М. З. Згуровського. К: НТУУ «КПІ», 2009. 197 с.
20. Мальчикова Д.С., Омельченко Н.В. Економічна та соціальна географія України. Навчально-методичний посібник. Херсон: ПП Вишемирський В.С., 2017. 92 с.
21. Мальчикова Д.С. Трансформація географічних досліджень довкілля у контексті глобального процесу забезпечення сталого розвитку. Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального природокористування в контексті сталого розвитку: зб. матеріалів I Міжнародної науково-практичної конференції 25–26 жовтня 2018 р. Херсон: Олді-плюс, 2020. С. 161–165.

УДК 63.502:504.57
DOI https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.119.37

БІОСОРБЦІЙНІ КОМПЛЕКСНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ДЕТОКСИКАЦІЇ ПЕСТИЦИДІВ У ҐРУНТАХ

Хохлов А.В. *– к.т.н., с.н.с.,*
Інститут сорбції та проблем ендоекології Національної академії наук України
Хохлова Л.Й. *– к.т.н., с.н.с.,*
Інститут сорбції та проблем ендоекології Національної академії наук України

У статті висвітлено результати досліджень властивостей та умов одержання гранульованого біосорбційного комплексного матеріалу на основі рослинного композиту й мікроорганізмів-деструкторів природного походження для детоксикації накопичених пестицидів у ґрунтах. Установлено взаємозв'язок між сорбційним зв'язуванням пестицидів біосорбційним композитом і деструкцією пестицидів мікроорганізмами-деструкторами, що іммобілізовані на поверхні носія. Композит складу: солома пшениці – торф – багаса цукрової тростяни, має поглинальну здатність до пестицидів. Композит є нетоксичним, технологічним, має спрямовану адсорбційну здатність, а головне, є біосумісним. Кожний складник композиту виконує певну функцію. Рослинний сорбент (солома пшениці) – активний поглинач органічного забруднювача, носій і джерело ферменту – жовтої лакази, який ініціює процес деструкції. Торф – консервант мікроорганізмів-деструкторів пестицидів і ксеропротектор, джерело органічного постачання. Багаса (відходи цукрової тростини) – джерело полісахаридів та ефективний утримувач вологи. Адаптований мікробний складник природного походження забезпечує розкладання пестициду. Досліджено фізико-хімічні, сорбційні, деструктивні й технологічні особливості гранульованого біосорбційного матеріалу. Вивчено закономірності перетворення компонентів у гетерогенній системі ґрунт – біосорбційний композит – рослина при відновленні ґрунтів, забруднених агрохімікатами (пестицидами). Розроблено технологічні принципи виготовлення гранульованого біосорбційного комплексного матеріалу. Технологія виготовлення матеріалу складається з виготовлення матричного сорбційного композиту, нарощування (культивування) мікробної біомаси для біоактивації матричного матеріалу та виготовлення біоактивного сорбційного композиту. Гранулювання поліпшує рівномірну дію складників біосорбційного матеріалу. Відпрацьовано методичні рекомендації щодо практичного використання матеріалу в промислових умовах. Біосорбційний матеріал-детоксикант уноситься в забруднений ґрунт після закінчення функціональної дії агрохімікатів.

Ключові слова: *грануляція, біоактивний сорбційний композит, іммобілізація, мікроорганізми-деструктори, пестициди, деструкція.*

Khokhlov A.V., Khokhlova L.I. Biosorption complex materials for detoxification of pesticides in soils

The article reflects the results of studies of the properties and conditions for obtaining a granular biosorption complex material based on a plant composite and microorganisms-destructors of natural origin for detoxification of accumulated pesticides in soils. The relationship between the sorption binding of pesticides by the biosorption composite and the destruction of pesticides by microorganisms-destructors immobilized on the surface of the carrier has been established. Composite of wheat straw – peat – sugarcane bagasse has an absorbing ability to pesticides. The composite is non-toxic, technological, has a directed adsorption capacity, and, most importantly, is biocompatible. Each component of the composite has a specific function. Plant sorbent (wheat straw) is an active absorber of organic pollutants, a carrier and source of the enzyme – yellow laccase, which initiates the destruction process. Peat is a preservative of microorganisms-destructors of pesticides and a xeroprotector, a source of organic food. Bagasse (sugar cane waste) is a source of polysaccharides and an effective moisture retainer. The adapted microbial component of natural origin ensures the degradation of the pesticide. Physicochemical, sorption, destructive and technological features of granular biosorption material have been investigated. The regularities of the transformation of components in the heterogeneous system soil – biosorption composite – plant during the restoration of soils contaminated with agrochemicals (pesticides) have been studied. Technological principles for the production of granular biosorption complex material have been developed. The manufacturing technology of the material consists

of the manufacture of a matrix sorption composite, the growth (cultivation) of microbial biomass for bioactivation of the matrix material and the manufacture of a bioactive sorption composite. Granulation improves the uniform action of the components of the biosorption material. The methodological recommendations for the practical use of the material in industrial conditions have been worked out. The biosorptive detoxifying material is introduced into the contaminated soil after the end of the functional action of agrochemicals.

Key words: *granulation, bioactive sorption composite, immobilization, destructive microorganisms, pesticides, destruction.*

Постановка проблеми. На сучасному етапі історичну перспективу людства визначає екологічний фактор. Тому основою сталого розвитку є пропорційність відносин у тріаді «людина – господарство – природа», що забезпечує перехід до такого способу взаємодії суспільства, який характеризується як епоха ноосфери. Хімічні речовини, до яких належать пестициди, являють собою ксенобіотики, тобто речовини, чужі щодо природного середовища, що не входять у природний біотичний кругообіг. Інтенсифікація сільського господарства, перехід до індустріальних методів виробництва, створення великих агропромислових і тваринницьких комплексів, широкий розмах меліоративного будівництва та хімізації сільськогосподарських угідь з метою сталого нарощування продовольчого фонду країни вимагають особливо уважного й дбайливого ставлення до ґрунту. Забруднення біосфери хімічними сполуками, що використовуються в землеробстві, є однією з негативних проблем сучасності. Важливе місце серед них займають хімічні засоби захисту рослин – пестициди.

Пестициди раніше називалися, як воно є, «отрутохімікати» [1, с. 353; 2, 37–41; 3, с. 200–201]. Головна їх властивість і роль – знищувати різні форми життя: бур'яни, грибки, бактерії, комахи, гризуни. Пестициди використовуються в сільському господарстві й садівництві для боротьби зі шкідниками. Згідно з класифікацією за походженням діючого інгредієнта, пестициди підрозділяються на неорганічні, органічні, біологічні [4, с. 261; 5, с. 329–331]. Але хімічні засоби надають лише тимчасову допомогу, оскільки з часом сприяють виробленню стійкості до постійно застосовуваних засобів. Це викликає необхідність використання нових ще сильніших речовин, які паралельно посилюють негативний вплив на ґрунт, воду, повітря, якість продукції, на корисну флору і фауну, тим самим прискорюючи процес порушення біологічної рівноваги в природному середовищі.

Зростання масштабів застосування пестицидів, зокрема гербіцидів, ставить перед дослідниками відповідальне завдання розробки ефективних заходів щодо запобігання небажаним наслідкам інтенсивної хімізації. Метод біодеградації забруднювача за рахунок використання мікроорганізмів-деструкторів як у вільному стані, так й іммобілізованих на поруватому носії є найбільш доцільним для руйнування забруднення в ґрунтах. Іммобілізація мікробних клітин-деструкторів забруднення на поверхні сорбційного носія підвищує ефективність їх деструктивної дії. Актуальним є створення біосорбційних композитів широкого спектру дії на основі рослинної сировини та природного консорціуму мікроорганізмів-деструкторів для детоксикації ґрунтів. забруднених пестицидами різного хімічного складу. Сорбенти-носії повинні володіти високою хімічною стійкістю, механічною міцністю й достатньою проникністю для субстратів, біологічною сумісністю та технологічністю. Рішенням проблем біоремедіації ґрунтів є створення біосорбційних комплексів, у яких мікроорганізми-деструктори закріплюються на носіях, сорбційно-активних щодо забруднювача та мікроорганізмів-деструкторів ксенобіотиків (пестицидів). Застосування таких біосорбційних комплексів дає певні економічні й технічні переваги для відновлення забруднених ксенобіотиками ґрун-

тів. Перспективними сорбентами для використання їх як носія мікробних клітин є рослинні сорбціні матеріали та їх композити.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Одним із важливих шляхів очищення ґрунтового середовища від ксенобіотиків є використання біологічних технологій – застосування мікроорганізмів у біологічних процесах. Мікроби розкладають і виводять із навколишнього середовища різні забруднювачі, допомагають позбавлятися забруднення ґрунту різними пестицидами [6, с. 89–95].

У багатьох роботах [7, с. 82–96; 8, с. 323–348] підкреслюється велике значення ґрунтових мікроорганізмів у розкладанні пестицидів. Доведено, що практично всі хімічні сполуки, що застосовуються як пестициди, утилізуються мікроорганізмами. Виділено значну кількість штамів, грибів, бактерій, актиноміцетів і водоростей, що перетворюють ці речовини в нетоксичні сполуки. Переваги використання біологічних методів дезактивації пестицидів над фізико-хімічними обумовлюються тим, що мікроорганізми мінералізують пестициди й інші продукти органічного синтезу в природному циклі кругообігу речовин без негативного впливу на екосистему.

Літературні джерела описують біологічні препарати для деструкції пестицидів [9, с. 50–51]. Культури мікроорганізмів розкладають циклічні хлорорганічні речовини, наприклад, ізомери гексахлорциклогексану. Для цього їх культивують аеробно чи анаеробно на мінеральному середовищі, де як єдине джерела вуглецю є вказана речовина [10, с. 143–146]. Метод біодеградації забруднювача за рахунок використання мікроорганізмів-деструкторів як у вільному стані, так й іммобілізованих на поруватому носії є найбільш доцільним для руйнування забруднення в ґрунтах. Очищення ґрунту від пестицидів являє собою найважчий випадок позбавлення від відходів унаслідок складності властивостей і різноманітності типів ґрунтів і концентрацій пестицидів у них. Досліджено взаємозв'язок сорбційного зв'язування та деструктивної спроможності біосорбційного комплексу**.** Поверхня або частина поверхні утримуваної носієм клітини вільно «омивається» зовнішнім середовищем (рідким або газоподібним); при цьому споживання субстратів і виділення продуктів життєдіяльності мікроорганізму визначаються переважно біологічними факторами, а саме функціональними можливостями конкретного біокомплексу використовуваного складу. Як носії для іммобілізації в цьому варіанті використовуються різні адсорбенти й іонообмінні матеріали. Між зовнішнім середовищем і клітиною в результаті іммобілізації останньої з'являється шар матеріалу носія, обмін речовин клітина-середовище здійснюється через цей шар, де відбувається дифузійно-контрольоване транспортування поживних речовин і відведення метаболітів. У цьому випадку властивості носія (наприклад, його пористість, заряд, гідрофільність) можуть значною мірою позначатися на властивостях іммобілізованого біокомплексу, поліпшуючи потенційні можливості мікроорганізму.

Адсорбційні методи іммобілізації відносяться до найбільш простих і «природних». У природі майже завжди мікроорганізми і їх асоціати існують не в ізольованій (вільній) формі, а в адсорбованому стані. У роботі обраний саме такий адсорбційний спосіб іммобілізації. Різноманітність властивостей поверхні клітин та адсорбентів обумовлює різні механізми адсорбційної взаємодії та різні типи сил адгезії [11, с. 247–260]. При адсорбційній іммобілізації клітин, яка зумовлена електростатичними силами, одночасно реалізується кілька типів адгезійної взаємодії, тому важко виділити роль кожного з них окремо. Проте найбільший вплив на зв'язування мікроорганізму з носієм чинять ковалентні та іонні взаємодії.

Створення високоефективних екологічно безпечних біосорбційних комплексних матеріалів з іммобілізованими мікробними клітинами-деструкторами, що володіють високою деструктивною здатністю щодо ксенобіотиків різного типу, безсумнівно, є новий, перспективний і складний напрям у відновленні порушених екосистем.

Постановка завдання. Розроблення принципів одержання гранульованого біосорбційного комплексного матеріалу на основі екологічної сировини і мікроорганізмів-деструкторів пестицидів. Встановлення технологічних параметрів одержання матеріалу й технічних прийомів ефективного його застосування для відновленню забруднених ґрунтів.

Для вирішення цієї проблеми доцільним є застосування як носія мікроорганізмів рослинного композиту з певними функціями складників, що має сорбційну здатність до пестицидів, а мікроорганізми-деструктори, іммобілізовані на його поверхні, мали б широкий спектр деструктивної дії стосовно пестицидів. Ефективний сорбент-носій повинен бути нетоксичним, технологічним, мати спрямовану адсорбційну здатність, а головне, бути біосумісним.

Виклад основного матеріалу дослідження. Сорбція мікроорганізмів на поверхні пористого матеріалу є одним із простих та економічно доцільних методів іммобілізації. На відміну від бактеріальних препаратів, отриманих за допомогою закріплення мікроорганізмів на нейтральних сорбентах синтетичного або мінерального походження, іммобілізація мікроорганізмів-деструкторів (далі – МОД) на поверхні матеріалів сорбційно активних до забруднювача має певні переваги щодо ефективності їх деструктивної дії. Крім того, ефективність таких біосорбційних комплексних матеріалів залежить від фізико-хімічних параметрів біотехнологічного процесу (pH, температури, концентрації різних іонів, тиску), які повинні відповідати оптимальним умовам життєдіяльності іммобілізованих мікроорганізмів. Необхідно враховувати зміну властивостей носія при зміні цих параметрів, щоб уникнути руйнування носія. Досліджено структурно-сорбційні характеристики різних типів сорбентів для іммобілізації мікроорганізмів-деструкторів пестицидів (таблиця 1).

Таблиця 1

Структурно-сорбційні характеристики матеріалів для іммобілізації мікроорганізмів-деструкторів пестицидів

Найменування показника	Мінеральний носій			Носій на основі рослинних залишків			
	бентоніт	вугілля	каолін	солома пшениці	торф	багаса	композит
Гідрофільність, %	35–40	10–15	40–50	30–40	20–30	30–45	21–33
Гідрофобність, %	60–65	80–90	50–60	60–70	70–80	55–70	59–75
Поглинальна здатність стосовно пестициду, мг/г	0,01–0,02	0,01–0,02	0,01–0,02	0,08–0,1	0,08–0,1	0,2–0,6	0,14–0,16
СОЄ, мг-екв/г	3,8–4,6	3,2–5,0	4,2–5,8	3,1–4,6	2,8–3,0	3,2–4,2	2,2–3,1
Питома поверхня, $м^2/г$	80–110	80–120	90–130	50–55	60–70	50–60	43–51
Об'єм пор по воді, $см^3/г$	0,12–0,2	0,08–0,1	0,09–0,15	0,05–0,06	0,06–0,09	0,05–0,08	0,02–0,03
Об'єм пор по бензолу, $см^3/г$	0,09–0,12	0,07–0,09	0,1–0,12	0,07–0,09	0,08–0,12	0,06–0,09	0,03–0,05

Носії на основі рослинної сировини мають задовільну поглинальну здатність до пестицидів і є біосумісними. Крім того, ці матеріали екологічні й технологічні. Поглинальну здатність сорбенту визначали на суміші пестицидів у вигляді водної емульсії пестицидних препаратів концентрацією 1 мг/л.

Проведені дослідження показали взаємозв'язок між сорбційним зв'язуванням пестицидів біосорбційним композитом і деструкцією пестицидів мікроорганізмами-деструкторами, що іммобілізовані на поверхні носія. Оптимальні параметри сорбції стосовно забруднювача – 20–30 мг/г сорбенту. Таку поглинальну здатність до пестицидів має композит складу: солома пшениці – торф – багаса цукрової тростяни. Такий композит з рослинної сировини є біосумісним. Кожний складник композиту виконує певну функцію: рослинний сорбент (солома пшениці) – активний поглинач органічного забруднювача, носій МОД і джерело ферменту – жовта лаказа, який ініціює процес деструкції; торф – консервант МОД і ксеропротектор, джерело органічного постачання; багаса (рослинні відходи цукрової тростини) – джерело полісахаридів та ефективний утримувач вологи (1/5). Адаптований мікробний складник природного походження забезпечує розкладання пестициду. Установлено, що основними видами мікроорганізмів-деструкторів, що виділені з ґрунтів, які багато років оброблялися пестицидами, є Sporocytophaga myxococcoides, Sorangium cellulosum, Cellvibriomixtus, Trichoderma viride, а також супутні їм гетеротрофні бактерії: Pseudomonas fluorescens, Bac. megaterium. Біомаса наносилася на рослинний композит у співвідношенні компонентів: композит – 90–95 мас. %, мікробний складник – 5–10 мас. %.

Іммобілізовані клітини мікроорганізмів-деструкторів на сорбційному композиті мали клітинні титри в межах від 10^3 до 10^7 кл/мл.

Таблиця 2

Деструктивна активність біосорбційного композиту й мікроорганізмів-деструкторів у вільному стані стосовно пестицидів (мг/л) у водному середовищі

Час від початку обробки	Уміст пестицидів у воді, мг/100 г води					
	Мікроорганізми-деструктори у вільному стані (культуральна рідина)			Біосорбційний композит		
	Суми альфа	Золон	Норвуд	Суми альфа	Золон	Норвуд
Контроль	50,0	30	20	50,0	30,0	20
Через 10 днів	41,2	25	19	38,0	21,0	18
Через 20 днів	38,0	21	17	35,0	18,0	11
Через 30 днів	36,0	19	16	31,0	12,0	10
Через 40 днів	38,0	18	13	22,0	8,0	9.5
Через 50 днів	34,5	17,4	11	21,0	4,0	6
Через 60 днів	32,5	16,2	10,5	18,1	2,0	4
Через 80 днів	31,0	15,4	10	11,2	1,5	3
Через 100 днів	23,0	15,0	9	4,1	0,9	1,5
Через 120 днів	19,0	14,9	9	0,8	0,4	0,7

Доповнення системи мінеральними поживними речовинами з умістом таких елементів: азот – 1,5–2,0 г/кг композиту; фосфор – 1,5–2,0 г/кг композиту; калій –

2,0–3,5 г/кг композиту, підвищує деструктивну активність композиту. Деструктивна активність комплексу щодо пестицидів досягає 90% у водних і ґрунтових системах. Унесення такого біососорбційного матеріалу-детоксиканту прискорює процес деструкції пестицидів у рідкому середовищі у 8 разів, у чорноземному ґрунті – 4–6 разів (таблиці 2, 3).

Таблиця 3

Розкладання пестицидів у ґрунтах під дією біосорбційного композиту (% від вихідної концентрації)

Проба	Суми альфа		Золон		Норвуд	
	Через 10 діб	Через 60 діб	Через 10 діб	Через 60 діб	Через 10 діб	Через 60 діб
Контроль	0	0	0	0	0	0
Чорнозем	10	65	18	72	13	87
Глинистий ґрунт	24	61	15	61	14	64
Супіщаний ґрунт	36	83	14	57	13	75
Підзолистий ґрунт	44	52	13	69	14	78

Аналіз літературних даних стосовно очищення та рекультивації забруднених пестицидами ґрунтів підтверджує, що найбільш ефективним є використання природної адаптованої культури консорціуму мікроорганізмів.

Модифікаційні зміни в структурі пестицидів, що вносилися в ґрунт під дією мікроорганізмів-деструкторів, оцінювали за параметрами характерних ІЧ-спектрів. Якісні та кількісні зміни в ІЧ-спектрах свідчили про перебудову структури пестициду. Дослідження зразків забрудненого ґрунту методом високоефективної рідинної хроматографії (етанольних екстрактів) до та після обробки біосорбційним композитом виявили зниження початкової концентрації пестициду в ґрунті до 30% протягом 30 днів і повну перебудову структури забруднювача за більш тривалий час.

Результати досліджень обґрунтували основні технологічні параметри одержання гранульованого біосорбційного комплексного матеріалу на основі рослинного композиту. Технологія виготовлення матеріалу складається з таких стадій: **перша стадія** – виготовлення матричного сорбційного композиту (солома пшениці, багаса, торф), який подрібнюється та підсушується при температурі 30–50^{0}С; **друга стадія** – нарощування (культивування) мікробної біомаси з концентрату МОД для біоактивації матричного матеріалу в біореакторі при температурі 25–30^{0}С; **третя стадія** – виготовлення біоактивного сорбційного композиту змішуванням мікробної біомаси в камері біоактивізації із сорбційним композитом у співвідношенні композит/мікробна біомаса – 90–95/5–10, висушування до вологості 10–15%. Одержаний біосорбційний композит гранулюється. Гранулювання поліпшує рівномірну дію складників біосорбційного матеріалу й оберігає мікробіологічний компонент від впливу негативних факторів середовища. Біосорбційний комплексний матеріал являє собою розсипчастий гранульований продукт сірого кольору з різними відтінками. Умови виготовлення біосорбційного композиту забезпечує отримання матеріалу з постійними сорбційними й деструктивними властивостями.

Знешкоджуюча дія біосорбційного комплексного матеріалу залежить від способу його внесення. Основна частина дози вноситься рядковим унесенням. При

внесенні біосорбційного матеріалу в основний прийом важливо вибрати правильну глибину загортання. Вона повинна здійснюватися саме в той шар ґрунту, де розміщується основна маса коренів культури. Можливе внесення матеріалу спільно з різноманітними добривами.

Біосорбційний детоксикант уноситься в забруднений ґрунт з розрахунку 0,2–0,3 кг на 1 м^2 забрудненого ґрунту після закінчення функціональної дії агрохімікатів. При його використанні не відбувається мінералізація ґрунту, оскільки він є екологічно чистим продуктом. Біосорбційний комплексний матеріал застосовується як детоксикант накопичених у ґрунті пестицидів, нівелює їх шкідливий вплив на сільськогосподарські культури. Ефективно використовується під будь-які культури й на будь-яких типах ґрунтів

Висновки і пропозиції. Наведені експериментальні дані свідчать, що створений біосорбційний комплексний матеріал, у якому мікроорганізми-деструктори закріплюються на носії, сорбційно активному до забруднювача та мікроорганізмів, виявив високу ефективність біоочищення забруднених пестицидами середовищ. Визначена перспективність застосування рослинних носіїв для розробки біосорбційних матеріалів комплексної дії. Гранулювання забезпечує рівномірну дію складників біосорбційного матеріалу, отримання якісного однорідного (гомогенного) матеріалу та збереження деструктивних властивостей мікробіологічного складника під впливом негативних факторів середовища.

Створений гранульований біосорбційний матеріал деструктивно активний до пестицидів високої перисцентності типу Норвуд, Золон, Суми альфа, які дуже важко піддаються деструкції в ґрунті.

Біосорбційний комплексний матеріал перспективний для очищення ґрунтів, забруднених пестицидами, покращення стану й підвищення продуктивності ґрунтів, а також для отримання високоякісної та екологічно безпечної аграрної продукції на підприємствах агропромислового комплексу України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Фурдичко О.І. Наукові основи сталого розвитку агроекосистем України. Екологічна безпека агропромислового виробництва : монографія. Київ : ДІА, 2012. 352 с.
2. Спиридонова Ю.Я. Гербициды и окружающая среда. *Агрохимия.* 2000. № 1. С. 37–41.
3. Калюжин В.А. Утилизация техногенных органических соединений аборигенной микрофлорой. *Вестник Томского государственного университета*. 2009. № 328. С. 200–201.
4. Петрук В.Г. Екологічні аспекти термічного знешкодження непридатних отрутохімікатів : монографія. Вінниця : УНІВЕРСУМ – Вінниця, 2005. 261 с.
5. Волгина Т.Н., Новиков В.Т. Влияние технологических параметров на процесс жидкофазного электрохимического окисления пестицидов. *Химия в интересах устойчивого развития*. 2007. Т. 15. №. 3. С. 329–331.
6. Дослідження персистентності гербіцидів Півот та Стомп у ґрунті та рослинах / Н.Д. Коломієць, Г.Д. Матусевич, Л.І. Моклячук, В.М. Кавецький. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2001. Т 2. № 3. С. 89–95.
7. Игнатович О.С., Леонтьев В.Н. Механизм разложения прометрина бактериями рода Pseudomonas. *Докл. НАН Беларуси*. 2008. № 3. С. 82–86.
8. Горбатова О.Н. Триазиновые пестициды: структура, действие на живые организмы, процессы деградации. *Успехи биологической химии*. 2006. Т. 46. № 2. С. 323–348.

9. Колупаев А.В., Ашихмина Т.Я., Широких И.Г. Реакция почвенных микромицетов на пестицидное загрязнение. *Иммунология, аллергология, инфектология.* 2009. № 2. С. 50–51.

10. Ageing effects of casts of Aporrectodea caliginosa on soil microbial community structure and activity / M. Aira, C. Lazcano, M. Gómez-Brandón, J. Domínguez. *Appl. Soil Ecol*. 2010. № 46. P. 143–146.

11. The mobility and degradation of pesticides in soils and the pollution of groundwater resources / M. Arias-Estévez, E. López-Periago, E. Martínez-Carballo, J. Simal-Gándara, J.-C. Mejuto, L. García-Río. *Agric. Ecosyst. Environ*. 2008. № 123. P. 247–260.

ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК

Аверчев О.В. 3
Алмашова В.С. 247
Альшамайлех Х. 152
Афанасьєв Ю.О. 211
Баган А.В. 144
Баюра Б.М. 183
Безвіконний П.В. 28
Валентюк Н.О. 40
Вінюков А.О. 159
Вінюков О.О. 159
Вожегова Р.А. 8
Ганжа В.В. 16
Головатюк Р.Ю. 28
Джус Т.О. 92
Зобнів І.С. 235
Зубарєва Ю.А. 252
Іванів М.О. 16, 83, 99
Іванюта А.О. 188
Іщенко В.А. 35
Казновський О.В. 8
Казьмірук Л.В. 175
Калинка А.К. 167, 175
Карпенко О.В. 183
Керімов А.Н. 83
Когут І.М. 40
Козичар М.В. 257
Козленко Є.В. 218
Кондратюк В.М. 188
Корнієнко В.О. 257, 272
Котельников Д.І. 8
Крамаренко С.С. 196
Крамаренко О.С. 196
Кривенко А.І. 48
Крутякова В.І. 56
Кулик М.І. 111
Кулібаба Р.О. 152
Куцова К.М. 235
Лаврова Г.Д. 92
Лемішко С.М. 136
Ляшенко Д.О. 235
Ляшенко Ю.В. 152
Малярчук М.П. 8
Марковська О.Є. 227
Минкіна Г.О. 67
Минкін М.В. 61
Молодченкова О.О. 92
Морозова О.С. 83
Морозов В.В. 218
Морозов О.В. 83, 218
Мороз С.Ю. 73
М’ялковський Р.О. 28
Нагаєва С.П. 252
Нікіпелова О.М. 56
Нікітенко М.П. 3
Оліфіренко В.В. 257
Очкала О.С. 92
Пиляк Н.В. 56
Писаренко П.В. 264
Пліско І.В. 235
Почколіна С.В. 48
Репілевський Д.Е. 99
Рожко І.І. 111
Самойлік М.С. 264
Середа М.С. 264
Сидякіна О.В. 123
Стратічук Н.В. 272
Строяновський В.С. 129
Тараненко А.О. 264
Трофименко Н.В. 235
Трофименко П.І. 235
Фізяр Л.С. 183
Фокін А.В. 73
Хохлов А.В. 281
Хохлова Л.Й. 281
Черних С.А. 136
Шакалій С.М. 144
Щербина О.В. 204
Щетінікова Л.А. 40
Юрасов С.М. 252
Юрченко С.О. 144

ЗМІСТ

ЗЕМЛЕРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО, ОВОЧІВНИЦТВО ТА БАШТАННИЦТВО 3

Аверчев О.В., Нікітенко М.П. Біологічне землеробство на посівах проса 3

Вожегова Р.А., Малярчук М.П., Котельников Д.І., Казновський О.В. Урожайність сої за різних систем основного обробітку ґрунту та вдобрення в умовах зрошення 8

Ганжа В.В., Іванів М.О. Економічна та енергетична оцінка вирощування сортів сої на краплинному зрошенні 16

Головатюк Р.Ю., М'ялковський Р.О., Безвіконний П.В. Ефективність використання комплексних мікродобрив і біостимуляторів під час вирощування картоплі в умовах Західного Лісостепу України 28

Іщенко В.А. Вплив мінерального живлення ячменю ярого на продуктивність агроценозу під час сівби після різних попередників в умовах Степу України 35

Когут І.М., Щетінікова Л.А., Валентюк Н.О. Регулятори росту як фактор впливу на продуктивність ячменю озимого в умовах Південного Степу 40

Кривенко А.І., Почколіна С.В. Урожайність зерна озимих зернових культур за різних абіотичних умов 48

Крутякова В.І., Пиляк Н.В., Нікіпелова О.М. Біоенергетична ефективність вирощування кукурудзи на зерно з використанням нових біодобрив на основі осадів стічних вод 56

Минкін М.В. Технологічний проєкт вирощування двох урожаїв олійних культур на рік на одній площі за зрошення в умовах Півдня України 61

Минкіна Г.О. Удосконалення елементів технології культивування промислових насаджень винограду залежно від умов вологозабезпечення 67

Мороз С.Ю., Фокін А.В. Прогнозування фенофаз внутрішньостеблових комах-фітофагів соняшника 73

Морозов О.В., Морозова О.С., Іванів М.О., Керімов А.Н. Ефективність вирощування кукурудзи на зерно в Україні 83

Очкала О.С., Лаврова Г.Д., Молодченкова О.О., Джус Т.О. Елементи врожайності й умісту білка в насінні генотипів нуту звичайного в умовах недостатнього зволоження на півдні Степу України 92

Репілевський Д.Е., Іванів М.О. Структура врожаю гібридів кукурудзи різних груп ФАО залежно від способів зрошення в умовах Південного Степу України 99

Рожко І.І., Кулик М.І. Урожайність насіння сортів проса прутоподібного *(Panicum virgatum L.)* залежно від кількісних показників рослин 111

Сидякіна О.В. Ефективність біодеструкторів у сучасних агротехнологіях (огляд літератури) 123

Строяновський В.С. Фотосинтетичний потенціал агроценозів фенхелю звичайного залежно від агротехнічних факторів в умовах Лісостепу Західного 129

Черних С.А., Лемішко С.М. Вплив екобіологічних заходів застосування засобів захисту росту в агрофітоценозах гороху на ураженість аскохітозом в умовах Північного Степу України 136

Юрченко С.О., Баган А.В., Шакалій С.М. Вплив передпосівної обробки насіння стимулятором росту «1r Seed treatment» на продуктивність арахісу *(Arachis hypogaea L.)* 144

ТВАРИННИЦТВО, КОРМОВИРОБНИЦТВО, ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ПЕРЕРОБКА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ 152

Альшамайлех Х., Кулібаба Р.О., Ляшенко Ю.В. Аналіз особливостей генетичної структури різних популяцій корів української чорно-рябої молочної породи за поліморфізмом локусів кількісних ознак 152

Вінюков А.О., Вінюков О.О. Порівняльна оцінка м'ясних порід та схрещених груп голубів 159

Калинка А.К. Продуктивність і газоенергетичний обмін бугайців м'ясного комолого сименталу в умовах Буковини 167

Калинка А.К., Казьмірук Л.В. Екстер'єр і конституція нової популяції м'ясних сименталів худоби в умовах Буковини 175

Карпенко О.В., Баюра Б.М., Фізяр Л.С. Дослідження факторів освітлення та годівлі під час утримання промислового стада курей-несучок у господарствах південного регіону України 183

Kondratiuk V.M., Ivaniuta A.O. Morphological composition of the body and chemical composition of trout meat depending on amino acid levels in feed 188

Крамаренко О.С., Крамаренко С.С. Аналіз вторинного співвідношення статей у стаді молочної худоби 196

Щербина О.В. Вплив диференціації птиці й умов утримання на яєчну продуктивність 204

МЕЛІОРАЦІЯ І РОДЮЧІСТЬ ҐРУНТІВ 211

Афанасьєв Ю.О. Показники ґрунтово-меліоративного стану каштанових солонцюватих ґрунтів за краплинного зрошення 211

Козленко Є.В., Морозов О.В., Морозов В.В. Новий варіант технології формування якості води Інгулецької зрошувальної системи при відновленні проєктної площі зрошення 218

Марковська О.Є. Моделювання режимів зрошення різних сортів рису з використанням інформаційно-програмного комплексу AquaCrop 227

Пліско І.В., Трофименко П.І., Куцова К.М., Зобнів І.С., Трофименко Н.В., Ляшенко Д.О. Геопросторова диференціація показників ґрунтової родючості та їх дистанційна верифікація 235

ЕКОЛОГІЯ, ІХТІОЛОГІЯ ТА АКВАКУЛЬТУРА 247

Алмашова В.С. Оцінка впливу на навколишнє середовище виробничої діяльності підприємства ТОВ «Заря» Білозерського району Херсонської області 247

Нагаєва С.П., Юрасов С.М., Зубарєва Ю.А. Дослідження впливу еколого-туристичної діяльності на територію біосферного заповідника «Асканія Нова» 252

Olifirenko V.V., Kornienko V.O., Kozichar M.V. The influence of immunostimulators on the survival of breeders of herbivorous fish.....257

Писаренко П.В., Самойлік М.С., Тараненко А.О., Середа М.С. Наукове обґрунтування біоремедіації забруднених несанкціонованими звалищами відходів земель 264

Стратічук Н.В., Корнієнко В.О. Оцінка сталого використання природних ресурсів на території Херсонської області.....272

Хохлов А.В., Хохлова Л.Й. Біосорбційні комплексні матеріали для детоксикації пестицидів у ґрунтах 281

CONTENTS

AGRICULTURE, CROP PRODUCTION, VEGETABLE AND MELON GROWING 3

Averchev O.V., Nikitenko M.P. Biological agriculture for millet crops 3

Vozhehova R.A., Maliarchuk M.P., Kotelnykov D.I., Kaznovskyi O.V. Soybean yield under different systems of basic tillage and fertilization under irrigation 8

Ivaniv M.O., Ganzha V.V. Economic and energy indicators of soybean growing under irrigation 16

Golovatiuk R.Y., Mialkovsky R.O., Bezvikonny P.V. Efficiency of complex microfertilizers and biostimulants application in potato growing in the Western Forest-Steppe of Ukraine 28

Ishchenko V.A. The influence of mineral nutrition of spring barley on agrocenosis productivity under sowing after different forecrops in the Steppe of Ukraine 35

Kohut I.M., Shchetinikova L.A., Valentiuk N.O. Growth regulators as a factor of influence on winter barley productivity under the conditions of the Southern Steppe 40

Krivenko A.I., Pochkolina S.V. Grain yield of winter cereals under different abiotic conditions 48

Krutyakova V.I., Pilyak N.V., Nikipelova O.M. Bioenergetic efficiency of growing corn for grain using new biofertilizers based on sewage sludge 56

Mynkin M.V. A technological project on getting two yields of oil crops per year on the same area of irrigated land under the conditions of Southern Ukraine 61

Mynkina G.O. Improving the technology elements of the cultivation of industrial plantations of grapes depending on the conditions of moisture supply 67

Moroz S.Yu., Fokin A.V. The prediction of phenophases of intra-stem phytophages of sunflower 73

Morozov O.V., Morozova O.S., Ivaniv M.O., Kerimiv A.N. Efficiency of growing corn for grain in Ukraine 83

Ochkala O.S., Lavrova G.D., Molodchenkova O.O., Dzhus T.O. Elements of yield and protein content in the seeds of chickpea genotypes under the conditions of insufficient moisture in the South of the Steppe of Ukraine 92

Ivaniv M.O., Repilevsky D.E. Yield structure of maize hybrids of different FAO groups depending on irrigation methods under the conditions of the Southern Steppe of Ukraine 99

Rozhko I.I., Kulyk M.I. Seed yield of switchgrass (Panicum virgatum L.) varieties depending on quantitative indicators of plants 111

Sydiakina O.V. Efficiency of biodestructors in modern agrotechnologies 123

Stroyanovskyi V.S. Photosynthetic potential of fennel agrocenoses depending on agrotechnical factors under the conditions of the Western Forest-Steppe 129

Chernykh S.A., Lemishko S.M. The influence of ecobiological measures of the application of growth protection products in pea agrophytocenoses on ascochytosis infection under the conditions of the North-Eastern Steppe 136

Yurchenko S.O., Bahan A.V., Shakaliy S.M. The influence of seed treatment with '1R Seed treatment' on the productivity of peanuts (Arachis Hypogaea L.)..... 144

ANIMAL HUSBANDRY, FEED PRODUCTION, STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCTS 152

Alshamaileh H., Kulibaba R.O., LiashenkoYu.V. Genetic structure features analysis of different populations of Ukrainian Black-Pied cattle breed by QTL polymorphism..... 152

Vinyukov A.O., Vinyukov O.O. Comparative evaluation of meat breeds and crossed groups of pigeons 159

Kalinka A.K. Productivity and gas-energy exchange of young bulls of meat hornless Simmental under the conditions of Bukovina 167

Kalinka A.K., Kazmiruk L.V. Exterior and body constitution of a new population of beef cattle under the conditions of Bukovina 175

Karpenko O.V., Baiura B.M., Fiziar L.S. A study of lighting and feeding factors in industrial flocks of laying hens on farms of the southern region of Ukraine..... 183

Kondratiuk V.M., Ivaniuta A.O. Morphological composition of the body and chemical composition of trout meat depending on amino acid levels in feed 188

Kramarenko A.S., Kramarenko S.S. Analysis of the secondary sex ratio in a dairy cow herd..... 196

Shcherbyna O.V. The influence of poultry differentiation and conditions of keeping on egg production 204

MELIORATION AND SOIL FERTILITY 211

Afanasiev Yu.O. Indicators of soil and ameliorative condition of chestnut solonized soils under the influence of drip irrigation..... 211

Kozlenko Y.V., Morozov O.V., Morozov V.V. A new variant of the technology of forming water quality of the Ingulets irrigation system during the restoration of the designed irrigation area..... 218

Markovska O.Ie. Modeling of irrigation regimes of different varieties of rice with the use of information and software complex AquaCrop 227

Plisko I.V., Trofymenko P.I., Kutsova K.M., Zobniv I.S., Trofymenko N.V., Lyashenko D.O. Geospatial differentiation of soil fertility indicators and their remote verification 235

ECOLOGY, ICHTHYOLOGY AND AQUACULTURE 247

Almashova V.S. Environmental impact assessment of the production activity of the enterprise Zoria LLC (Bilozerskyi district, Kherson region) 247

Nahaieva S.P., Yurasov S.M., Zubarieva Yu.A. Research on the influence of ecological and tourist activity on the territory of the Askania Nova Biosphere Reserve 252

Olifirenko V.V., Kornienko V.O., Kozichar M.V. The influence of immunostimulators on the survival of breeders of herbivorous fish..... 257

Pysarenko P.V., Samoilik M.S., Taranenko A.O., Sereda M.S. Scientific arguments of bioremediation of land contaminated by unsanctioned waste landfills 264

Stratichuk N.V., Kornienko V.O. Assessment of sustainable use of natural resources in the Kherson region 272

Khokhlov A.V., Khokhlova L.I. Biosorption complex materials for detoxification of pesticides in soils 281

Таврійський науковий вісник

Випуск 119

Сільськогосподарські науки

Підписано до друку 01.07.2021 р.

Формат 70х100/16. Папір офсетний.
Умовн. друк. арк. 24,05.

Видавництво і друкарня – Видавничий дім «Гельветика»
73021, м. Херсон, вул. Паровозна, 46-а
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.