

ISSN 0135-2369

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ КЛІМАТИЧНО ОРІЄНТОВАНОГО
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

ЗРОШУВАНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО

Міжвідомчий тематичний
науковий збірник

Випуск 79



Видавничий дім
«Гельветика»
2023

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
№ 23209-13049 ПР від 11.12.2017 р.

Збірник включено до переліку наукових фахових видань України категорії «Б» у галузі
«Сільськогосподарські науки» (101 – Екологія, 201 – Агронімія, 202 – Захист і карантин рослин)
відповідно до Наказу Міністерства освіти і науки України № 409 від 17.03.2020 р. (додаток 1)

Рекомендовано до друку Вченою радою
Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН
(Протокол № 8 від 21 квітня 2023 року).

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Головний редактор:

Вожегова Раїса Анатоліївна – доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН, Заслужений діяч науки і техніки України, директор, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України.

Члени редакційної колегії:

Аверчев Олександр Володимирович – доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри землеробства, Херсонський державний аграрно-економічний університет.

Базалій Валерій Васильович – доктор сільськогосподарських наук, професор, професор кафедри рослинництва та агроінженерії, Херсонський державний аграрно-економічний університет;

Біднина Ірина Олександрівна – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Начальник відділу зведеного планування Науково-організаційного управління апарату Президії, Національна академія аграрних наук України;

Бояркіна Любов Вадимівна – доктор сільськогосподарських наук, завідувач відділу геоінформаційних технологій та економічних досліджень Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України;

Влашук Анатолій Миколайович – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, завідувач відділу первинного та елітного насінництва, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України;

Голобородько Станіслав Петрович – доктор сільськогосподарських наук, професор, головний науковий співробітник відділу кліматично орієнтованих агротехнологій, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України;

Грановська Людмила Миколаївна – доктор економічних наук, професор, член-кореспондент НААН, завідувач відділу зрошувального землеробства та декарбонізації агроєкосистем, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України;

Денчіч Србіслав (Denčić Srbislav) – доктор генетичних наук, професор, Інститут польових та овочевих культур (Нові Сад, Сербія);

Заєць Сергій Олександрович – доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, завідувач відділу кліматично орієнтованих агротехнологій, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України;

Хандакар Рафік Іслам (Khandakar Rafiq Islam) – доктор наук, старший науковий співробітник, доцент, Державний університет Огайо, (Огайо, США);

Лавриненко Юрій Олександрович, доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН, головний науковий співробітник відділу селекції сільськогосподарських культур, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України;

Лиховид Павло Володимирович – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник відділу зрошувального землеробства та декарбонізації агроєкосистем, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України;

Марченко Тетяна Юріївна – доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, завідувач відділу селекції сільськогосподарських культур, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України;

Писаренко Павло Володимирович – доктор с.-г. наук, старший науковий співробітник, головний науковий співробітник відділу зрошення, Інститут водних проблем і меліорації Національної академії аграрних наук України;

Пілярська Олена Олександрівна – кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник, завідувач відділу маркетингу та міжнародної діяльності, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України;

Петрзак Стефан (Pietrzak Stefan) – доктор наук, професор, завідувач відділу якості води, Технологічний та природничий інститут (Рашин, Польща);

Тищенко Андрій Вікторович – доктор сільськогосподарських наук, провідний науковий співробітник відділу селекції сільськогосподарських культур, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України;

Шатковський Андрій Петрович – доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, заступник директора з наукової роботи, Інститут водних проблем і меліорації Національної академії аграрних наук України.

У збірнику подаються результати наукових досліджень теоретичного та практичного характеру з питань зрошувального землеробства. Висвітлено елементи системи землеробства, обробіток ґрунту, удобрення, раціональне використання поливної води, особливості ґрунтотворних процесів. Приділено увагу питанням кормовиробництва, вирощування зернових, картоплі та інших культур, створення нових сортів і гібридів, біотехнології, економіці виробництва.

Міжвідомчий тематичний науковий збірник розрахований на науковців, аспірантів, спеціалістів сільського господарства.

ЗМІСТ

| | |
|---|------------|
| МЕЛІОРАЦІЯ, ЗЕМЛЕРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО..... | 5 |
| Білявська Л.Г., Кулик М.І., Білявський Ю.В. Урожайність сої сорту Алмаз за передпосівної обробки насіння біопрепаратами у різних умов вирощування | 5 |
| Бояркіна Л.В., Шарій В.О. Вплив обробки біопрепаратами на урожайність гібридів кукурудзи..... | 12 |
| Вожегова Р.А., Коваленко О.А., Лиховид П.В., Пілярська О.О., Качанова Т.В. Моделювання врожайності гісопу лікарського (<i>Hyssopus officinalis</i> L.) залежно від дози та регламенту внесення мінеральних добрив..... | 18 |
| Гадзало Я.М., Вожегова Р.А., Лікар Я.О. Продуктивність сортів пшениці озимої залежно від строків сівби, біологічної та хімічної систем захисту рослин від хвороб і шкідників в умовах зрошення..... | 25 |
| Доля М.М., Мороз С.Ю., Кострич Д.В., Мамчур Р.М., Бобонич Є.Ф. Популяційна адаптивність домінуючих комах-фітофагів і ентомофагів за прогресивних технологій захисту рослин в Україні..... | 33 |
| Ковальов М.М. Вплив типу субстрату та термінів вирощування на вихід вегетуючих саджанців винограду | 40 |
| Лиховид П.В. Аналіз агрокліматичних умов у Херсонській області за 2022 рік із використанням сучасних інформаційних технологій..... | 47 |
| Німенко С.С., Грабовський М.Б. Урожайність зерна сортів сої за залежно від елементів органічної технології вирощування..... | 52 |
| Петренко А.І., Назаренко М.М. Врожайність та залежність її від морфометрії у винограду столового в закритому ґрунті..... | 60 |
| Сидоров С.М., Голобородько С.П., Дубинська О.Д. Продуктивність однорічних кормових агроценозів залежно від їх складу й способу використання в південному степу України | 65 |
| Скакун В.М., Марченко Т.Ю., Завальнюк О. І. Особливості фотосинтетичної діяльності ліній – батьківських компонентів гібридів кукурудзи залежно від елементів технології та економічна ефективність їх застосування | 75 |
| Zhang X., Zakharchenko E.A. Effect of biogas slurry returning to field on soil phosphatase activity..... | 83 |
| Шитіков Р.М., Назаренко М.М. Особливості вирощування сортів суниці в умовах закритого ґрунту..... | 88 |
| СЕЛЕКЦІЯ, НАСІННИЦТВО..... | 93 |
| Кравченко А.І. Особливості успадкування ознак продуктивності волоті гібридами F ₁ вівса голозерного..... | 93 |
| Холод С.М., Іллічов Ю.Г., Кір'ян В.М., Музафарова В.А. Визначення продуктивних сортів ячменю ярого в зоні Південного Лісостепу України..... | 100 |

CONTENTS

| | |
|--|------------|
| AMELIORATION, FARMING, CROP PRODUCTION..... | 5 |
| Biliavska L.H., Kulyk M.I., Biliavskiy Yu.V. Yield of soybean variety Almaz under pre-sowing seed treatment with biological preparations in different growing conditions | 5 |
| Boyarkina L.V., Sharii V.O. The effect of treatment with biological preparations on the yield of corn hybrids..... | 12 |
| Vozhehova R.A., Kovalenko O.A., Lykhovyd P.V., Piliarska O.O., Kachanova T.V. Modeling yields of hyssop (<i>Hyssopus officinalis</i> L.) depending on the dose and schedule of mineral fertilization..... | 18 |
| Hadzalo Ya., Vozhehova R., Likar Ya. Productivity of winter wheat varieties depending on the timing of sowing, biological and chemical systems of plant protection against diseases and pests under irrigation conditions..... | 25 |
| Dolia M.M., Moroz S.Yu., Kostrych D.V., Popovych M.M., Mamchur R.F., Bobonych Ye. Population Adaptability of Dominant Phytophagous and Entomophagous Under Advanced Plant Protection Technologies in Ukraine..... | 33 |
| Kovalov M.M. The influence of the type of substrate and the terms of cultivation on the yield of vegetative grape seedlings..... | 40 |
| Lykhovyd P.V. Analysis of agroclimatic conditions in Kherson oblast for 2022 using modern information technologies..... | 47 |
| Nimenko S.S., Grabovskiy M.B. Grain yield of soybean varieties depends on elements of organic growing technology..... | 52 |
| Petrenko A.I., Nazarenko M.M. Yield and its dependence on morphometry for table grapes in closed soilless system..... | 60 |
| Sydorov S.M., Holoborodko S.P., Dubynska O.D. Productivity of annual forage agrocenoses depending on their composition and methods of application in the southern steppe of Ukraine..... | 65 |
| Skakun V.M., Marchenko T.Yu., Zavalnyuk O. I. Peculiarities of the photosynthetic activity of lines – parental components of corn hybrids depending on the elements of technology and the economic efficiency of their application..... | 75 |
| Zhang X., Zakharchenko E.A. Effect of biogas slurry returning to field on soil phosphatase activity..... | 83 |
| Shytikov R.M., Nazarenko M.M. Peculiarities of growing strawberry varieties in, closed soilless system..... | 88 |
| BREEDING, SEED FARMING..... | 93 |
| Kravchenko A.I. Peculiarities of productivity traits inheritance by F ₁ hybrids of naked oats..... | 93 |
| Kholod S.M., Illichov Yu.G., Kirian V.M., Muzafarova V.A. Determining of productive spring barley varieties in the Southern Forest-Steppe Zone of Ukraine..... | 100 |

УРОЖАЙНІСТЬ СОЇ СОРТУ АЛМАЗ ЗА ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ БІОПРЕПАРАТАМИ У РІЗНИХ УМОВ ВИРОЩУВАННЯ

БІЛЯВСЬКА Л.Г. – доктор сільськогосподарських наук

orcid.org/0000-0003-3856-7718

Полтавський державний аграрний університет

КУЛИК М.І. – доктор сільськогосподарських наук

orcid.org/0000-0003-0394-5846

Полтавський державний аграрний університет

БІЛЯВСЬКИЙ Ю.В. – кандидат біологічних наук,

старший науковий співробітник

orcid.org/0000-0002-8909-5127

Полтавський державний аграрний університет

Постановка проблеми. На сучасному етапі розвитку України для підвищення ефективності рослинництва економічно виправданим є застосування біоадаптивних технологій вирощування сої. Оптимізація умов вегетації сої, на основі поліпшення азотного живлення рослин, дозволить підвищити їх продуктивність. Що, поряд із сортовими властивостями культури, призведе до зниження затрат на вирощування та підвищить рентабельність агровиробництва сої.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Збільшення врожайності насіння сої можливо досягти за рахунок застосування комплексу біологічних препаратів з урахуванням умов вирощування та сортових властивостей [1–3].

Важливим заходом вивчення сортових особливостей окремих сортів сої для підвищення її врожайності є удосконалення елементів технології вирощування культури. Одним із них є передпосівна бактеризація насіння високоефективними біопрепаратами комплексної дії. Встановлено, що за вирощування сучасних сортів сої для певних ґрунтово-кліматичних умов необхідно підбирати ефективний біокомплекс. Адаже за різних умов відбуватиметься адгезія мікроорганізмів з коренями рослин сої, що сприяє формуванню асоціативної системи, її активність і тривалість функціонування для забезпечення рослин азотом. [4–6].

Ряд дослідників пов'язують різні реакції до дефіциту води кореневої системи сої з процесом симбіотична фіксації азоту. Автори встановили [7–9], що відсутність вологи в ґрунті може викликати як зворотні, так і незворотні пошкодження симбіотичної азотфіксації системи. Що може призвести до пошкодження структури бульбочок та зниження їх ефективності на рослинах сої. А при відсутності води, рослини, які ростуть на симбіотичному азоті гине в першу чергу, порівняно з рослинами, які отримують мінеральний азот з добрив.

У разі надмірного зволоження кореневої системи сої відбувається зниження фізіологічних процесів у бульбочках, активність фотосинтезу в листках і рух асимілянтів від них до коренів і бульбочок теж загальмовується [10]. Було визначено, що інтенсивність фотосинтезу в умовах дефіциту азоту в ґрунті можна збільшити шляхом інокуляції активними *Rhizobium* штамами [11].

Багатьма дослідниками експериментально доведено й теоретично обґрунтовано, що сумісні препарати на основі мікроорганізмів здатні забезпечити надходження біоазоту та біофосфору, стимуляцію росту й захист рослин від хвороб, дають змогу одержати високий якісний урожай насіння сої без застосування хімічних добрив і засобів захисту, тобто, без негативного впливу на довкілля [12–14].

Отже, для оптимізації росту й розвитку рослин сої, біологізації технології її вирощування необхідно вивчати ефективність симбіозу рослин з азотфіксуючими бактеріями та їх вплив на врожайність культури. Обґрунтування даного питання і присвячена наша наукова праця.

Мета – встановити вплив передпосівної обробки насіння азотфіксуючими штамами бактерій (*Bradyrhizobium japonicum* M 8 та *Bradyrhizobium japonicum* 634 б) на врожайність насіння сої сорту Алмаз.

Для досягнення мети було вирішено наступні завдання:

1. Встановити вплив передпосівної обробки насіння (різними штамами мікроорганізмів) на врожайність насіння сої.

2. Виокремити найбільш дієвий чинник збільшення врожайності насіння сої для певних умов вирощування.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводили впродовж 2016–2018 років в умовах Степу та Лісостепу України. Матеріалом для експерименту слугував сорт сої Алмаз, що створений в Полтавському державному аграрному

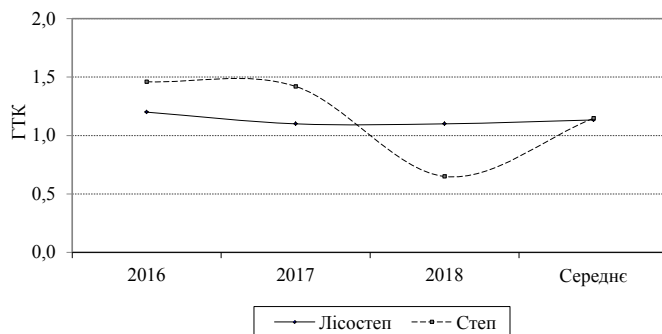


Рис. 1. Гідротермічний коефіцієнт за період вегетації сої, 2016–2018 рр.

університеті та внесений в Реєстр сортів рослин придатних до вирощування в Україні. Досліди закладали згідно загальноприйнятої методики дослідної справи в агрономії та затверджених наукових рекомендацій [15–17]. Агротехніка – загальноприйнята для кожної зони вирощування сої, мікробіологічні препарати вносили згідно рекомендацій [18].

Варіанти дослідів, що розміщували рендомізовано в межах чотирьох повторень, поєднували: варіант 1 – без обробки насіння сої (контроль), варіант 2 – обробка насіння сої штамом *Bradyrhizobium japonicum* M 8, варіант 3 – обробка насіння сої штамом *Bradyrhizobium japonicum* 634 б.

Урожай збирали з кожної ділянки при нормованій вологості насіння. Облік врожаю насіння здійснювали відповідно методики проведення польових агротехнічних досліджень.

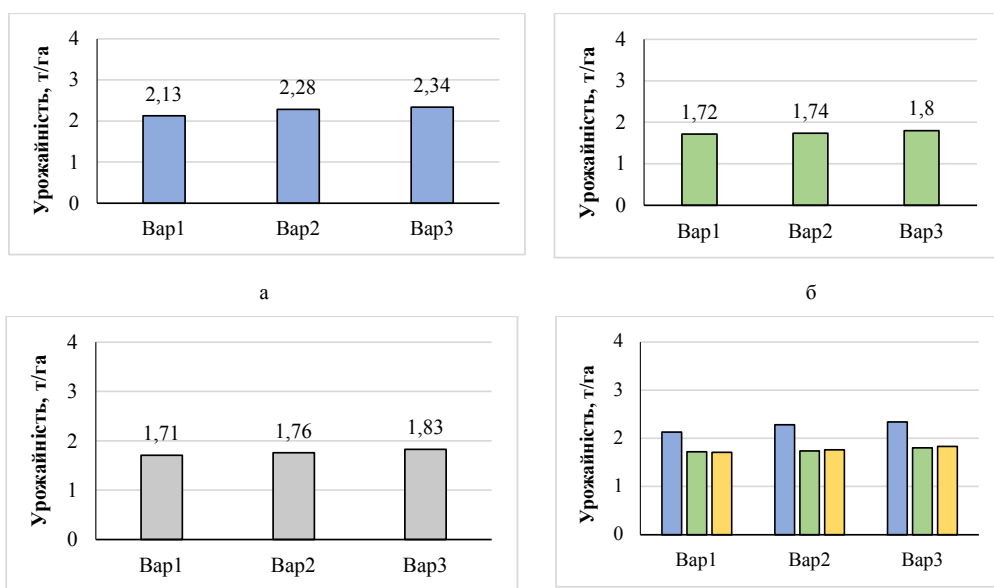
Статистичну обробку результатів експерименту проводили методом багатофакторного дисперсійного аналізу в пакеті Statistica (MANOVA).

Характеризуючи погодні умови у Лісостепу за гідротермічним коефіцієнтом (ГТК) визначено, що 2016 рік був близьким до оптимальних для росту і розвитку рослин сої, 2017–2018 роки – сприятливими.

Для умов Степу визначено, що 2016 рік характеризувався як оптимальний з підвищеною вологозабезпеченістю для вегетації сої, 2017 рік був посушливими (середня посуха), а у 2018 році відмічена слабка посуха.

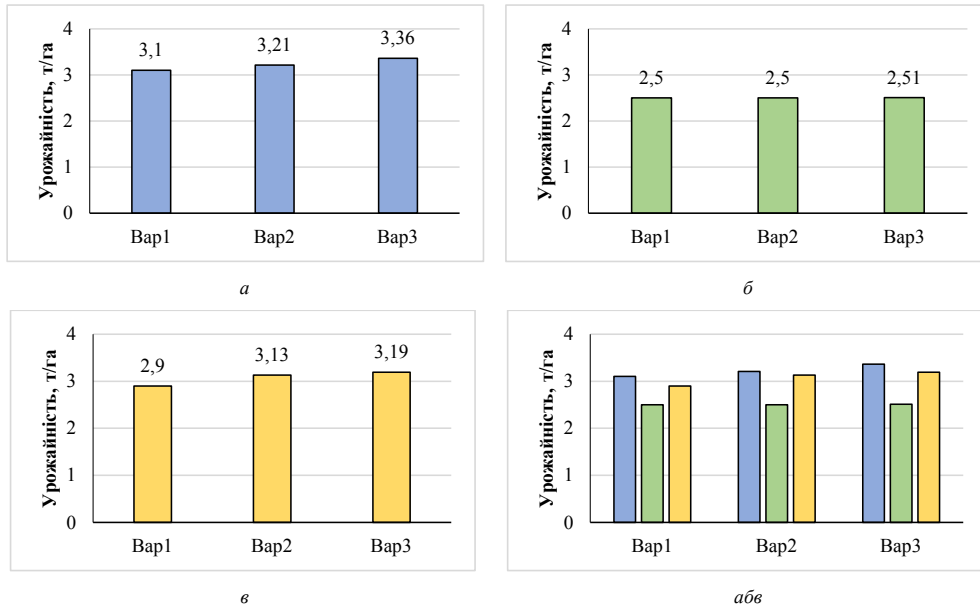
Погодні умови за ГТК періоду вегетації сої у різних ґрунтово-кліматичних умовах наведено на рис. 1.

Результати досліджень. За вивчення особливостей формування врожайності сої сорту Алмаз



* Примітка: Вар1 – без обробки насіння сої (контроль), Вар2 – обробка насіння сої штамом *B. japonicum* M 8, Вар3 – обробка насіння сої штамом *B. japonicum* 634 б.

Рис. 2. Урожайність сої при застосуванні інокуляції насіння в умовах Степу: а – 2016 рік, б – 2017 рік, в – 2018 рік, абв – середнє за 2016–2018 рр.



* Примітка: Вар1 – без обробки насіння сої (контроль), Вар2 – обробка насіння сої штамом *V. jarrowicum* М 8, Вар3 – обробка насіння сої штамом *V. jarrowicum* 634 б.

Рис. 3. Урожайність насіння сої при застосуванні інокуляції насіння в умовах Лісостепу: а – 2016 рік, б – 2017 рік, в – 2018 рік, абв – середнє за 2016–2018 рр.

встановлено, що даний показник мав значне варіювання по роках за різних умов вирощування (рис. 2–3).

За вирощування сої в умовах Степу варіювання врожайності насіння сої було в межах – від 1,71 до 2,34 т/га з найбільшим значенням у варіантах інокуляції насіння штамом *V. jarrowicum* 634 б (1,80–2,34 т/га). Менш ефективним, але вище контрольних варіантів виявилось застосування для обробки насіння сої штаму *V. jarrowicum* М 8 (1,74–2,28 т/га). Ця закономірність проявилася в усі роки дослідження.

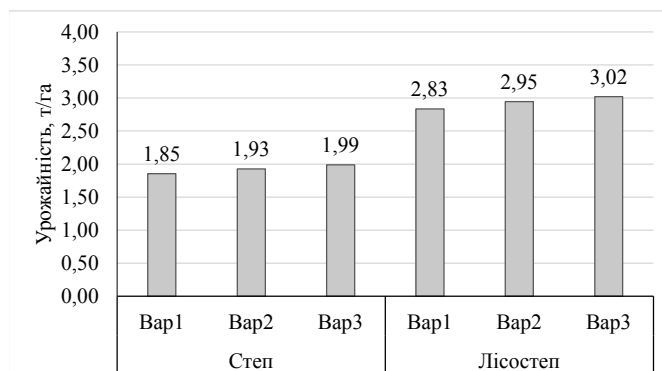
Передпосівна обробка насіння мікробіологічними препаратами мала вплив і на формування врожайності сої в умовах Лісостепу (рис. 3).

Для умов Лісостепу врожайність насіння сої була в межах – від 2,50 до 3,36 т/га. Доказово більша врожайність в усі роки дослідження формувалася на варіантах інокуляції насіння штамом *V. jarrowicum* 634 б – в межах 2,51–3,36 т/га.

Урожайність насіння сої сорту Алмаз залежно від умов вирощування та застосування інокуляції насіння в розрізі років та в середньому за роки дослідження наведена в табл. 1 та на рис. 4.

У середньому за три роки дослідження найбільшу врожайність насіння забезпечили варіанти за обробки насіння сої штамом *V. jarrowicum* 634 б: для умов Степу – на рівні 1,99 т/га, а для Лісостепу – 3,02 т/га.

Менший розмах варіювання врожайності насіння відмічено у досліджуваного сорту Алмаз в усіх варі-



Примітка: Вар1 – без обробки насіння сої (контроль), Вар2 – обробка насіння сої штамом *V. jarrowicum* М 8, Вар3 – обробка насіння сої штамом *V. jarrowicum* 634 б.

Рис. 4. Урожайність насіння сої залежно від умов вирощування, середнє за 2016–2018 рр.

Таблиця 1 – Урожайність насіння сої сорту Алмаз залежно від умов вирощування та застосування інокуляції насіння, 2016–2018 рр.

| Умови вирощування (фактор А) | Інокуляція насіння* (фактор Б) | Рік | | | Середнє за роки |
|----------------------------------|--------------------------------|------|------|------|-----------------|
| | | 2016 | 2017 | 2018 | |
| Степ | Var1 | 2,13 | 1,72 | 1,71 | 1,85 |
| | Var2 | 2,28 | 1,74 | 1,76 | 1,93 |
| | Var3 | 2,34 | 1,80 | 1,83 | 1,99 |
| Лісостеп | Var1 | 3,10 | 2,50 | 2,90 | 2,83 |
| | Var2 | 3,21 | 2,50 | 3,13 | 2,95 |
| | Var3 | 3,36 | 2,51 | 3,19 | 3,02 |
| НІР ₀₅ (фактор А) | | 0,11 | 0,07 | 0,10 | - |
| НІР ₀₅ (фактор Б) | | 0,55 | 0,43 | 0,74 | - |
| НІР ₀₅ (фактор А і Б) | | 0,13 | 0,14 | 0,13 | - |

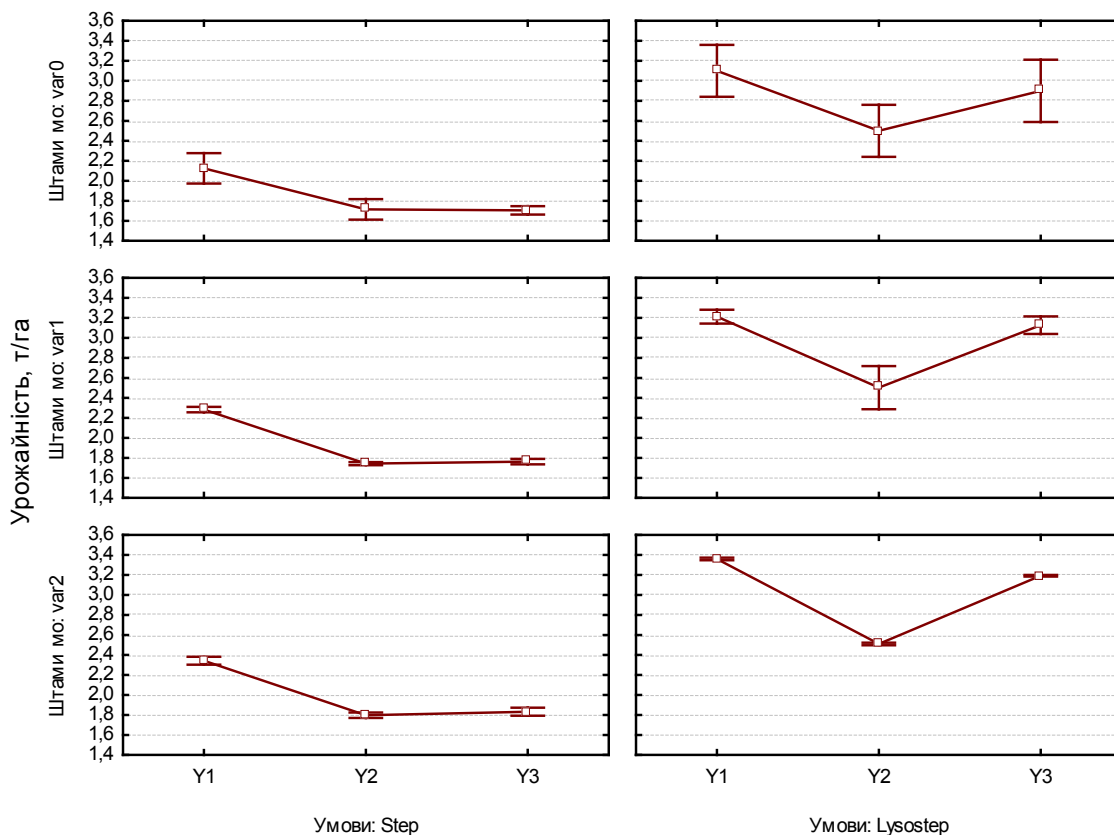
* Примітка: Var1 – без обробки насіння сої (контроль), Var2 – обробка насіння сої штамом *V. jarrowicum* М 8, Var3 – обробка насіння сої штамом *V. jarrowicum* 634 б.

антах застосування штамів мікроорганізмів, порівняно із контролем. Що характерним було як за вирощування сої в Степу, так і в Лісостепу (рис. 5).

У середньому за роки дослідження в умовах Степу зафіксовано зростання продуктивності сої сорту Алмаз при інокуляції насіння штамми мікроорганізмів, порівняно з контролем урожайність зросла відповідно за варіантами на 0,08 т/га (варіант 2) та на 0,14 т/га (варіант 3).

Для Лісостепової зони найбільш ефективним виявилось застосування на сорті сої Алмаз штаму *V. jarrowicum* М 8 – урожайність збільшилась на 0,12 т/га порівняно з контролем, а збільшення врожайності від застосування штаму *V. jarrowicum* 634 б було на 0,19 т/га.

Для умов Степу вплив умов року вирощування та варіантів дослідження можна описати рівнянням регресії: $y = 19,55 + 0,071 \times x - 0,24 \times y$. За вирощу-



Примітка: Y1 – 2016 рік, Y2 – 2017 рік, Y3 – 2018 рік.

Var0 – без обробки насіння сої (контроль), Var1 – обробка насіння сої штамом *V. jarrowicum* М 8, Var2 – обробка насіння сої штамом *V. jarrowicum* 634 б.

Рис. 5. Варіювання врожайності сої за варіантами дослідження в межах років дослідження, 2016–2108 рр.

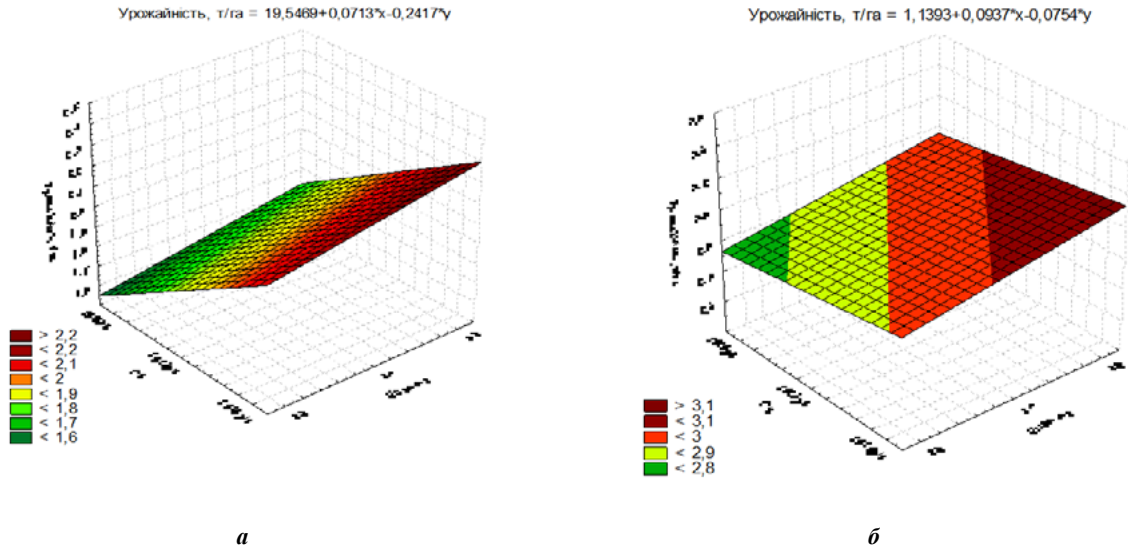


Рис. 6. Багатомірна залежність врожайності сої від року дослідження, штаму мікроорганізмів та умов вирощування: а – Степ, б – Лісостеп, 2016–2018 рр.

вання сої в умовах Лісостепу рівнянням регресії має наступний вигляд: $y = 1,14 + 0,094 \times x - 0,075 \times y$ (рис. 6).

Незалежно від умов вирощування прослідковується вплив застосування штамів мікроорганізмів на врожайність сої, доказово вищий рівень якої буде формуватись в умовах Лісостепу України.

Висновки. Найбільша врожайність насіння сої формувалася при допосівній обробці насінневого матеріалу штамми *B. japonicum* М 8 (2,95 т/га) та *B. japonicum* 634 б (3,05 т/га) за вирощування сорту Алмаз в умовах Лісостепу, порівняно із Степом, відповідно за мікробіологічними препаратами – 1,93 і 1,99 т/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Григор'єва О. М., Дімова С. Б., Алмаєва Т. М. Ефективність біопрепаратів у технології вирощування сої на чорноземі звичайному важкосуглинковому правобережного Степу України. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2019. Т. 29. С. 46–55. <https://doi.org/10.35868/1997-3004.29.46-55>
2. Фурман В. А., Фурман О. В., Губар М. І., Свистунова І. В. Вплив інокуляції та удобрення на формування симбіотичної та насінневої продуктивності сої. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 123. С. 137–145. doi: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.123.19>
3. Кукол К. П., Воробей Н. А., Пухтаєвич П. П., Коць С. Я. Ефективність інокуляції сої біопрепаратами на основі стійких до фунгіцидів штамів ризобій за впливу протруйників насіння. *Фізіологія рослин і генетика*. 2020. Том 52. № 6. С. 494–506. doi: <https://doi.org/10.15407/frg2020.06.494>
4. Mykola Shevnikov, Olha Milenko, Ihor Lotysh, Dmytro Shevnikov, Maxim Kostenko (2022). The Formation of Symbiotic Potential and Yields of Soybean Depending on Elements of Growing Technology. *Global Journal of Botanical Science*. Т. 10. Р. 39–45. DOI: <https://doi.org/10.12974/2311-858X.2022.10.05>
5. Шерстобоева О. В., Чабанюк Я. В., Калинич О. М., Білявський Ю. В., Білявська Л. Г. Біологічна активність у ризосфері сої за комплексної інокуляції. *Агроекологічний журнал*. Київ, 2011. № 2. С. 77–80.
6. Білявська Л. Г., Білявський Ю. В. Взаємодія сучасних сортів сої з біопрепаратами комплексної дії

та їх вплив на урожайність. *Мікробіологічний журнал*. Київ, 2016. Т. 78. № 3. С. 61–68.

7. Петриченко В. Ф., Бабич А. О., Колісник С. І., Петриченко Н. М. Наукові основи сучасних технологій вирощування високобілкових культур. *Вісник аграрної науки*. 2003. № 10 (специвипуск). С. 15–19.
8. Волкогон В. В., Комок М. С. Ефективність симбіозу бульбочкових бактерій з рослинами сої. *Бюлетень Інституту зернового господарства НААН*. 2010. № 39. С. 89–93.
9. Лісовий М. П. Шляхи підвищення реалізації біологічного потенціалу врожайності сільськогосподарських культур. *Вісник аграрної науки*. 2003. № 9. С. 20–22.
10. Камінський В. Ф. Комплексний вплив факторів інтенсифікації на формування урожаю сої у Північному Лісостепу. *Вісник аграрної наук*. 2006. № 9. С. 36–42.
11. Василюк В., Маменко П., Береговенко С. Дослідження симбіотичних властивостей TN5-мутантів бульбочкових бактерій сої. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2008. № 6. С. 39–50. <https://doi.org/10.35868/1997-3004.6.39-50>
12. Патица В. П., Гнатюк Т. Т., Булеца Н. М., Кириленко Л. В. Біологічний азот у системі землеробства. *Землеробство*. 2015. Вип. 2. С. 12–20.
13. Крутило Д. В., Ковалевська Т. М., Колісник С. І., Булах Т. Д. Симбіоз штамів *Bradyrhizobium japonicum* із соєю за різних ґрунтово-кліматичних умов. *Агроекологічний журнал*. 2008. № 3. С. 70–74.
14. Волинець І. Г. Вплив інокуляції та доз азотних добрив на агрохімічну ефективність вирощу-

вання сої. *Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету*. Луганськ. 2006. № 69. С. 4–10.

15. Рожков А. О., Пузік В. К., Каленська С. М. та ін. Дослідна справа в агрономії: навч. посіб.: у 2 кн. *Кн. 1. Теоретичні аспекти дослідної справи*; за ред. А. О. Рожкова. Харків: Майдан, 2016. 316 с.

16. Рожков А. О., Пузік В. К., Каленська С. М. та ін. Дослідна справа в агрономії: навч. посіб.: у 2 кн. – *Кн. 2. Статистична обробка результатів досліджень*; за ред. А. О. Рожкова. Харків: Майдан, 2016. 352 с.

17. Волкогон В. В., Заришняк А. С., Гриник І. В., Бердніков О. М. та ін. *Методологія і практика використання мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур*. Київ: Аграрна наука, 2011. 156 с.

18. Волкогон В. В. *Мікробіологічні аспекти оптимізації азотного удобрення сільськогосподарських культур*. Київ: Аграрна наука, 2007. 144 с.

REFERENCES:

1. Hryhorieva O. M., Dimova S. B., Almaieva T. M. (2019). Efektyvnist biopreparativ u tekhnologii vyroshchuvannia soi na chornozemi zvychnomu vazhkosuhlynkovomu pravoberezhnoho Stepu Ukrainy. [The effectiveness of biological preparations in the technology of growing soybeans on the usual heavy loam chernozem of the Right Bank Steppe of Ukraine]. *Silskohospodarska mikrobiologhiia*, 29, 46–55. <https://doi.org/10.35868/1997-3004.29.46-55> [In Ukrainian].

2. Furman V. A., Furman O. V., Hubar M. I., Svystunova I. V. (2022). Vplyv inokuliatcii ta udobrennia na formuvannia symbiotychnoi ta nasinnievoi produktyvnosti soi. [Influence of inoculation and fertilisation on the formation of symbiotic and seed productivity of soybean]. *Tavriskyi naukovyi visnyk*. 123. 137–145. doi: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.123.19> [In Ukrainian].

3. Kukol K. P., Vorobei N. A., Pukhtaievych P. P., Kots S. Ya. (2020). Efektyvnist inokuliatcii soi biopreparatamy na osnovi stiikykh do funhitsydiv shtamiv ryzobii za vplyvu protruinykiv nasinnia. [Efficacy of soybean inoculation by biopreparations based on fungicide-resistant rhizobium strains under seed treaters impact]. *Fiziologhiia roslyn i henetyka*. 52 (6). 494–506. doi: <https://doi.org/10.15407/frg2020.06.494> [In Ukrainian].

4. Shevnikov M., Milenko O., Lotysh I., Shevnikov D., Kostenko M. (2022). The Formation of Symbiotic Potential and Yields of Soybean Depending on Elements of Growing Technology. *Global Journal of Botanical Science*. 10. 39–45. DOI: <https://doi.org/10.12974/2311-858X.2022.10.05> [In Ukrainian].

5. Sherstoboieva O. V., Chabaniuk Ya. V., Kalynych O. M., Biliavskiy Yu. V., Biliavska L. H. (2011). Biologichna aktyvnist u ryzosferi soi za kompleksnoi inokuliatcii. [Biological activity in the soybean rhizosphere under complex inoculation]. *Ahroekologichnyi zhurnal*. 2. 77–80 [In Ukrainian].

6. Biliavska L. H., Biliavskiy Yu. V. (2016). Vzaiemo-diiia suchasnykh sortiv soi z biopreparatamy kompleksnoi dii ta yikh vplyv na urozhainist. [The interaction of modern soybean varieties with biopreparations of complex action and their effect on productivity]. *Mikrobiologichnyi zhurnal*. 78(3). 61–68 [In Ukrainian].

7. Petrychenko V. F., Babich A. O. (2003). Scientific bases of modern technologies of cultivation of high protein crops. [Scientific foundations of modern technologies for growing high-protein crops]. *Visnyk Agrarnoi nauky*. 15–19 [In Ukrainian].

8. Volkohon V. V., Komok, M. S. (2010). Efektyvnist symbiozu bulbochkovykh bakterii z roslynami soi. [Efficiency of symbiosis of nodule bacteria with soybean plants]. *Biuletyn Instytutu zernovoho hospodarstva NAAN*. 39. 89–93 [In Ukrainian].

9. Lisovyi M. P. (2003). Ways to increase the realization of biological potential of crop yields. [Ways of increasing the realization of the biological potential of the yield of agricultural crops]. *Visnyk agrarnoi nauki*. 9. 20–22 [In Ukrainian].

10. Kaminskij V. F. (2006). The complex influence of factors of intensification on the formation of the soybean crop in the Northern forest-Steppe. [The complex influence of intensification factors on the formation of the soybean crop in the Northern Forest Steppe]. *Visnyk Agrarnoi nauky*. 9. 36–42 [In Ukrainian].

11. Vasulyik V. M., Mamenko P. M., & Beregovenko S. K. (2007). The study of symbiotic properties of TN5-mutants of nodule bacteria of soybean. [Investigation of symbiotic properties of TN5 mutants of soybean nodule bacteria]. *Silskohospodarska mikrobiologiya*. 6. 39–50 <https://doi.org/10.35868/1997-3004.6.39-50> [In Ukrainian].

12. Patyka V. P., Hnatiuk T. T., Buletsa N. M., Kyrylenko L. V. (2015). Biologichnyi azot u systemi zemlerobstva. [Biological nitrogen in the farming system]. *Zemlerobstvo*. 2. 12–20 [In Ukrainian].

13. Krutylo D. V., Kovalevska T. M., Kolisnyk S. I., Bulakh, T. D. (2008). Symbioz shtamiv *Bradyrhizobium japonicum* iz soieiu za riznykh gruntovo-klimatychnykh umov. [Symbiosis of *Bradyrhizobium japonicum* strains with soybean under different soil and climatic conditions]. *Ahroekologichnyi zhurnal*. 3. 70–74 [In Ukrainian].

14. Volynets I. H. (2006). Vplyv inokuliatcii ta doz azotnykh dobyrv na ahrokhimichnu efektyvnist vyroshchuvannia soi. [The effect of inoculation and doses of nitrogen fertilizers on the agrochemical efficiency of soybean cultivation]. *Zbirnyk naukovykh prats Luhanskoho natsionalnoho ahrarynogo universytetu / LNAU*. Luhansk. 69. 4–10 [In Ukrainian].

15. Rozhkov A. O., Puzik V. K., Kalenska S. M. та ін. (2016). Doslidna справа v ahronomii: navch. posib.: u 2 kn. *Kn. 1. Teoretychni aspekty doslidnoi spravy* [Research case in agronomy: teaching. manual: in 2 books Book 1] / za red. A. O. Rozhkova. Kharkiv: Maidan. 316 s. [In Ukrainian].

16. Rozhkov A. O., Puzik V. K., Kalenska S. M. та ін. (2016). Doslidna справа v ahronomii: navch. posib.: u 2 kn. *Kn. 2. Statystychna obrobka rezultativ doslidzhen*; [Research case in agronomy: teaching. manual: in 2 books – Kn. 2] / za red. A. O. Rozhkova. Kharkiv: Maidan. 352 s. [In Ukrainian].

17. Volkohon V. V., Zaryshniak A. S., Hrynyk I. V., Berdnikov O. M. та ін. (2011). Metodologhiia i praktyka vykorystannia mikrobynykh preparativ u tekhnologiiakh vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur. [Methodology and practice of using microbial preparations in technologies for growing agricultural crops]. Kyiv: Ahrarynna nauka. 156 s. [In Ukrainian].

18. Volkohon V. V. (2007). Mikrobiolohichni aspekty optymizatsii azotnoho udobrennia silskohospodarskykh kultur. [Microbiological aspects of nitrogen fertilisation optimization of agricultural crops]. Kyiv : Ahrarna nauka. 144 s. [In Ukrainian].

Білявська Л.Г., Кулик М.І., Білявський Ю.В. Урожайність сої сорту Алмаз за передпосівної обробки насіння біопрепаратами у різних умовах вирощування

Метою роботи було виявити вплив передпосівної обробки насіння азотфіксуючими штамми бактерій (*Bradyrhizobium japonicum* М 8 та *Bradyrhizobium japonicum* 634 б) на врожайність насіння сої сорту Алмаз.

Методи. Дослідження проводили впродовж 2016–2018 рр. в умовах Степу та Лісостепу України. Матеріалом для експерименту слугував сорт сої Алмаз, що створений в Полтавському державного аграрного університеті. Досліди закладали згідно загальноприйнятої методики дослідної справи в агрономії, обліки врожаю – відповідно затверджених наукових рекомендацій. Варіанти досліду, що розміщували рендомізовано в чотирьох повтореннях поєднували: Варіант 1 – без обробки насіння сої (контроль), Варіант 2 – обробка насіння сої штамом *B. japonicum* М 8, Варіант 3 – обробка насіння сої штамом *B. japonicum* 634 б.

Результати. За результатами проведених досліджень встановлено мінливість врожайності насіння сої сорту Алмаз за вирощування в умовах Степу і Лісостепу України. Визначено, що застосування передпосівної підготовки насіння має суттєвий вплив на рівень врожайності даної культури у цих двох ґрунтово-кліматичних зонах.

За вирощування сої в умовах Степу варіювання врожайності насіння було в межах – від 1,71 до 2,34 т/га з найбільшим значенням у варіантах інокуляції насіння штамом *B. japonicum* 634 б (1,80–2,34 т/га). Менш ефективним, але вище контрольних варіантів в цих умовах виявилось використання для обробки насіння сої штаму *B. japonicum* М 8 (1,74–2,28 т/га). Цю спостерігали в усі роки дослідження.

В умовах Лісостепу врожайність насіння сої змінювалася в межах – від 2,50 до 3,36 т/га. Доказово більша врожайність в усі роки дослідження формувалася у варіантах інокуляції насіння штамом *B. japonicum* 634 б, цей показник був в межах 2,51–3,36 т/га. У середньому за три роки дослідження найбільшу врожайність насіння сої відмічена у варіантах за обробки насіння штамом *B. japonicum* 634 б: для умов Степу – на рівні 1,99 т/га, а для Лісостепу – 3,02 т/га.

Результати багатомірного зв'язку свідчать, що для умов Степу вплив умов року вирощування та варіантів дослідження на врожайність насіння сої можна описати рівнянням регресії: $y = 19,55 + 0,071 \times x - 0,24 \times y$. За вирощування сої в умовах Лісостепу рівнянням регресії матиме наступний вигляд: $y = 1,14 + 0,094 \times x - 0,075 \times y$.

Висновки. Встановлено, що на збільшення врожайності насіння сої сорту Алмаз суттєвий вплив має передпосівна інокуляція штамми мікроорганізмів. Найбільший ефект виявлено при застосуванні штаму *B. japonicum* 634 б за вирощування сорту в умовах Лісостепу. При цьому в середньому за три роки, порівняно із Степом (1,99 т/га), урожайність зросла до 3,05 т/га.

Ключові слова: соя, насіння, передпосівна інокуляція, штамми мікроорганізмів, умови вирощування, урожайність насіння.

Biliavska L.H., Kulyk M.I., Biliavskiy Yu.V. Yield of soybean variety Almaz under pre-sowing seed treatment with biological preparations in different growing conditions

The aim of the work was to determine the impact of pre-sowing seed treatment with nitrogen-fixing bacterial strains (*Bradyrhizobium japonicum* М 8 and *Bradyrhizobium japonicum* 634 b) on the yield of soybean seeds of the variety Almaz.

Methods. The research was conducted during the period of 2016–2018 in the Steppe and Forest-steppe of Ukraine. The material for the experiment was soybean variety Almaz, created in Poltava State Agrarian University. The experiments were established according to the generally accepted methodology of experimental work in agronomy, yield records – in accordance with the approved scientific recommendations. The variants of the experiment, which were randomised in four replications, were combined: Variant 1 – no treatment of soybean seeds (control), Variant 2 – treatment of soybean seeds with strain *B. japonicum* М 8, Variant 3 – treatment of soybean seeds with strain *B. japonicum* 634 b.

Results. The results of the research revealed the variability of soybean yields of the variety Almaz when grown in the Steppe and Forest-Steppe of Ukraine. It was found that pre-sowing seed treatment has a significant impact on the yield of this crop in these two soil and climatic zones.

When growing soybean in the Steppe, the variation of seed yield was in the range from 1.71 to 2.34 t/ha with the highest value in the variants with seed inoculation with strain *B. japonicum* 634 b (1.80–2.34 t/ha). The use of strain *B. japonicum* М 8 (1.74–2.28 t/ha) for soybean seed treatment was less effective, but higher than the control variants under these conditions. This tendency was observed in all years of the research.

In the Forest-Steppe, the yield of soybean seeds varied from 2.50 to 3.36 t/ha. The highest yield in all years of the research was formed in the variants of seed inoculation with strain *B. japonicum* 634 b, this indicator was in the range of 2.51–3.36 t/ha. On average, over the three years of the research, the highest yield of soybean seeds was observed in the variants with seed treatment with strain *B. japonicum* 634 b: for the Steppe conditions – at the level of 1.99 t/ha, and for the Forest-Steppe – 3.02 t/ha.

The results of the multivariate correlation show that for the Steppe conditions, the impact of the growing year and the variants on soybean seed yield can be explained by the regression equation: $y = 19.55 + 0.071 \times x - 0.24 \times y$. When growing soybeans in the Forest-Steppe, the regression equation will be as follows: $y = 1.14 + 0.094 \times x - 0.075 \times y$.

Conclusions. It was found that pre-sowing inoculation with strains of microorganisms has a significant impact on increasing the yield of soybean seeds of the variety Almaz. The greatest impact was identified with the use of strain *B. japonicum* 634 b when the variety was grown in the Forest-Steppe. In this case, on average, over three years, the yield increased to 3.05 t/ha compared to the Steppe (1.99 t/ha).

Key words: soybean, seeds, pre-sowing inoculation, strains of microorganisms, growing conditions, seed yield.

ВПЛИВ ОБРОБКИ БІОПРЕПАРАТАМИ НА УРОЖАЙНІСТЬ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ В УМОВАХ ЗРОШЕННЯ

БОЯРКІНА Л.В. – доктор сільськогосподарських наук

orcid.org/0000-0002-6605-8411

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства

Національної академії аграрних наук України

ШАРІЙ В.О. – здобувач ступеня доктора філософії

orcid.org/0000-0003-1652-3159

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної

академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Формування урожайності рослин кукурудзи залежить від біологічних особливостей гібридів, зовнішніх абіотичних чинників та агротехнологічних заходів. Біологічні особливості гібридів включають їх генетичний потенціал, адаптацію до кліматичних умов та ґрунтового середовища, стійкість до хвороб і шкідників, а також такі фізіологічні властивості як ріст, фотосинтез, акумуляція поживних речовин та розподіл енергії між різними органами рослини [1, 2]. Вибір правильного гібрида або сорту кукурудзи, враховуючи його біологічні особливості, є важливим кроком у досягненні високої урожайності.

Технологія вирощування кукурудзи має ключові елементи, які мають значний вплив на фізіологічні функції та розвиток рослин. Два з таких елементів – щільність посіву та використання біологічних препаратів – особливо важливі в цьому контексті [3; 4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Щільність посіву визначається кількістю рослин, які розміщуються на одиницю площі. Цей параметр має велике значення для ефективного використання таких ресурсів, як простір, світло, вода та поживні речовини. Правильно підібрана щільність посіву забезпечує оптимальне розміщення рослин та запобігає зайвому конкурентному впливу між ними.

Також використання біологічних препаратів є важливим аспектом технології вирощування кукурудзи. Ці препарати включають бактерії, гриби або інші мікроорганізми, які сприяють поліпшенню ґрунту та стимулюють розвиток кореневої системи рослин. Вони можуть покращувати засвоєння поживних речовин, підвищувати стійкість до хвороб та стресових умов, а також сприяти загальному здоров'ю рослин [5].

Ці два елементи технології вирощування кукурудзи – густина стояння рослин та обробка біологічними препаратами – взаємодіють між собою та спільно впливають на рослинний організм, забезпечуючи його оптимальний розвиток та максимальну урожайність. Зовнішні абіотичні чинники, зокрема кліматичні умови (температура, опади, освітлення), ґрунтове середовище (структура, вологість), а також погодні фактори, наприклад, вітер, посуха, заморозки також впливають на урожайність кукурудзи. Рослини кукурудзи мають свої оптимальні

параметри росту та розвитку, тому негативний вплив зовнішніх факторів може призвести до зниження врожайності [6].

Агротехнологічні заходи включають в себе вибір строку сівби, оптимальної густоти рослин, застосування добрив і прийомів захисту рослин та інші елементи технології. Відповідне виконання агротехнологічних заходів сприяє забезпеченню оптимальних умов для росту та розвитку рослин кукурудзи, що забезпечує максимальний врожай зерна [7].

На даний час до Реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні внесено гібриди нового покоління та їх батьківські форми, що відрізняються не тільки коротким вегетаційним періодом, але й різною адаптивністю до умов вирощування (густина стояння рослин на гектарі), що забезпечує різний рівень потенційної урожайності, тому удосконалення технології вирощування кукурудзи фактично спрямовується на задоволення потреб рослин і сприяє розкриттю потенційних можливостей гібридів [8].

У комплексі агротехнічних заходів вирощуванні кукурудзи, від яких залежить урожай та його якість, важливе місце посідає густина стояння рослин. Вагомий урожай можливо отримати за рахунок високої індивідуальної продуктивності та гранично допустимої щільності стеблостою в конкретній зоні вирощування [9].

Оптимальна густина рослин є важливим фактором для одержання високих урожаїв кукурудзи [10]. Існує різноманітність реакцій генотипів кукурудзи на загущення і можливість відбору форм, що не знижують врожайність зі збільшенням густоти стояння до певної межі, тому дослідні установи випробовували окремі лінії та гібриди за різної густоти [11].

Зростаючі потреби сучасного аграрного виробництва визначають необхідність пошуку нових шляхів і способів підвищення урожаю та його якості. Вирішення цих завдань можливо на основі більш високого рівня реалізації генетичного потенціалу в продукційному процесі рослин. Важливим компонентом сучасних технологій рослинництва стають саме регулятори росту рослин [12].

Розроблена велика кількість способів і систем застосування регуляторів росту для підвищення продуктивності товарних посівів кукурудзи [13; 14]. На думку багатьох учених використання біопрепара-

тів залишається важливою складовою інтенсифікації сільського господарства. Завдяки невеликим нормам внесення та біологічному походженню, регулятори росту рослин належать до найбезпечніших препаратів. Питанню широкого використання регуляторів у землеробстві приділяють значну увагу в більшості економічно розвинених країнах: Франції, Великій Британії, Німеччині, Швейцарії, США та ін. [15].

Отже, формування урожайності рослин кукурудзи є результатом взаємодії біологічних особливостей гібридів, зовнішніх абіотичних чинників і використання правильних агротехнологічних заходів. Збалансоване поєднання цих факторів допомагає досягти високої урожайності кукурудзи.

Мета. Встановити вплив біологічних препаратів на формування площі асиміляційної поверхні листків і врожайності зерна гібридів кукурудзи різних груп ФАО.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження виконувались на полях Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН (ІКОСГ НААН), раніше Інститут зрошуваного землеробства НААН (ІЗЗ НААН), у 2019–2021 рр., розташованого на правому березі Дніпра, м. Херсон, в зоні Інгولهцької зрошувальної системи. Методи досліджень – польові, лабораторні, статистичні [16; 17]. Дослідження проводились в умовах зрошення із застосуванням різностиглих гібридів: Степовий (ФАО 190) – скоростиглий гібрид, Тронка (ФАО 380) – середньостиглий гібрид (Фактор А). Фактор В – обробка рослин гібридів кукурудзи біопрепаратами Планриз БТ, Бактофіт БТ, Триходермін БТ.

Планриз БТ – мікробіологічний препарат з фунгіцидною та рістстимулюючою дією. Містить ризосферні бактерії роду *Pseudomonas* з титром не нижче $4,0 \cdot 10^9$ КУО/см³ і біологічно-активні речовини (БАР): феназин-карбонові кислоти, сидерофори, цитокініни.

Бактофіт БТ – мікробіологічний препарат з фунгіцидною та рістстимулюючою дією. Діючою основою препарату є живі клітини та спори бактерій із роду *Bacillus* з титром не нижче $2,0 \cdot 10^9$ КУО/см³.

Триходермін БТ – мікробіологічний препарат з фунгіцидною та рістстимулюючою дією. Препарат на основі гриба-антагоніста роду *Trichoderma viride*, який застосовується для захисту томатів, огірків, перцю та інших овочевих, зернових і технічних культур від різних захворювань. Містить міцелій та спори гриба із роду *Trichoderma* з титром не нижче $2,0 \cdot 10^9$ КУО/см³, а також біологічно активні речовини.

У процесі вирощування кукурудзи, згідно з рекомендаціями Інженерно-технологічного інституту «Біотехніка» НААН (м. Одеса), було використано біопрепарати для обробки насіння перед сівбою та для застосування на рослинах протягом вегетаційного періоду [18].

Результати досліджень. Динаміка наростання площі асиміляційної поверхні залежить від таких багатьох чинників, як ріст рослин, зміни в умовах навколишнього середовища та вплив антропогенних факторів. Основним процесом, що відбувається на асиміляційній поверхні рослини, є фотосинтез, в результаті якого рослина виробляє органічні речовини, використовуючи сонячну енергію.

Динаміка наростання площі асиміляційної поверхні рослин кукурудзи залежить від її стадій росту та розвитку. Під час вегетації рослина кукурудзи активно росте та формує багато нових листків, що призводить до значного збільшення площі асиміляційної поверхні. Вегетативний ріст триває до моменту формування волоті та качану. Площа асиміляційної поверхні в цей період вже не збільшується значно, оскільки рослина активно спрямовує енергію на формування зерна. Площа листкової поверхні посіву була досить мінливою і залежала від досліджуваних факторів (табл. 1).

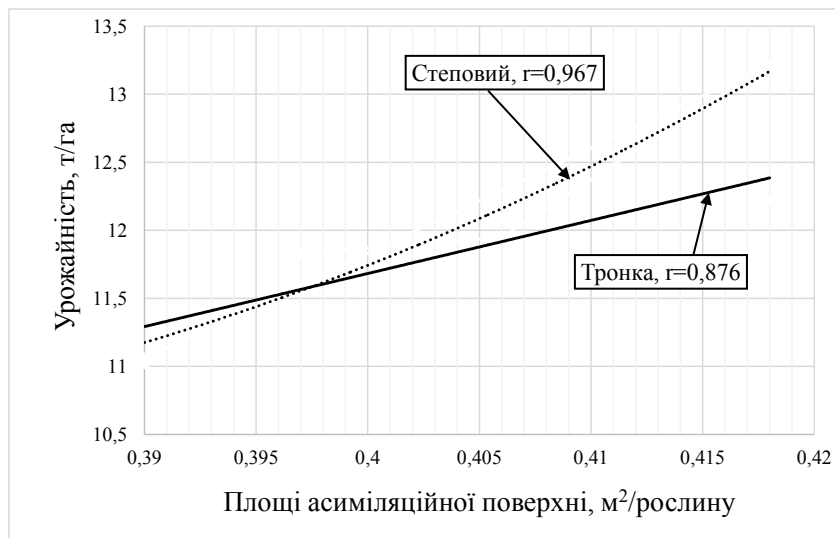


Рис. 1. Кореляційно-регресійна модель залежності урожайності зерна і площі асиміляційної поверхні (середнє за 2019–2021 рр.)

Таблиця 1 – Динаміка площі асиміляційної поверхні однієї рослини гібридів кукурудзи різних груп ФАО в процесі росту та розвитку залежно від застосування біопрепаратів (середнє за 2019–2021 рр.), м²/рослину

| Гібрид (фактор А) | Фази розвитку | Обробка препаратом (фактор В) | | | |
|--------------------|-------------------|-------------------------------|--------------|--------------|----------------|
| | | Контроль (обробка водою) | Планриз БТ | Бактофіт БТ | Триходермін БТ |
| Степовий (ФАО 190) | 12–13 листків | 0,311 | 0,339 | 0,325 | 0,319 |
| | цвітіння качанів | 0,449 | 0,478 | 0,466 | 0,455 |
| | молочна стиглість | 0,410 | 0,438 | 0,427 | 0,418 |
| Середнє | | 0,390 | 0,418 | 0,406 | 0,397 |
| Тронка (ФАО 380) | 12–13 листків | 0,407 | 0,425 | 0,416 | 0,411 |
| | цвітіння качанів | 0,645 | 0,675 | 0,656 | 0,651 |
| | молочна стиглість | 0,594 | 0,616 | 0,607 | 0,599 |
| Середнє | | 0,549 | 0,572 | 0,560 | 0,554 |

Таблиця 2 – Урожайність зерна гібридів кукурудзи різних груп ФАО залежно від обробки біопрепаратами, т/га (середнє за 2019–2021 рр.)

| Гібрид (фактор А) | Обробка препаратом (фактор В) | Роки досліджень | | | Середнє |
|--------------------------|-------------------------------|--------------------|-------|-------|---------|
| | | 2019 | 2020 | 2021 | |
| Степовий (ФАО 190) | Контроль (обробка водою) | 10,60 | 11,30 | 11,10 | 11,02 |
| | Планриз БТ | 11,88 | 12,41 | 12,31 | 12,22 |
| | Бактофіт БТ | 11,56 | 12,19 | 12,25 | 12,09 |
| | Триходермін БТ | 11,58 | 12,14 | 11,68 | 11,83 |
| Тронка (ФАО 380) | Контроль (обробка водою) | 12,70 | 13,10 | 12,90 | 12,92 |
| | Планриз БТ | 14,09 | 14,29 | 14,24 | 14,21 |
| | Бактофіт БТ | 13,72 | 14,24 | 14,00 | 13,99 |
| | Триходермін БТ | 13,70 | 14,20 | 13,80 | 13,73 |
| НІР ₀₅ , т/га | | A = 0,06, B = 0,11 | | | |

Найбільші показники площі асиміляційної поверхні за фактором А (гібрид) мав середньостиглий гібрид кукурудзи Тронка – 0,675 м²/рослину у фазу цвітіння, у гібриду Степовий даний показник становив 0,478 м²/рослину, що пояснюється групою стиглості гібридів.

Найменші показники площі асиміляційної поверхні для у гібридів Степовий та Тронка був на контрольному варіанті (безобробки), та в середньому становили 0,390 та 0,549 м²/рослину, відповідно.

Для з'ясування чи пов'язана площа асиміляційної поверхні однієї рослини гібридів кукурудзи з урожайністю зерна було розраховано тісноту кореляційного зв'язку. Встановлено наявність прямолінійного кореляційного зв'язку ($r = 0,967$) гібрид Степовий та ($r = 0,876$) у гібриду Тронка між урожайністю зерна гібридів кукурудзи та площею асиміляційної поверхні рослини (рис. 1).

Отже, збільшення площі асиміляційної поверхні, зумовлене як генотипом гібриду, так і застосуванням біологічно активних препаратів Планриз БТ, Триходермін БТ, Бактофіт БТ позитивно впливає на урожайність зерна гібридів кукурудзи.

Шляхом використання біологічних препаратів, які включають фунгіцидні речовини для захисту від хвороб та рістстимулюючі компоненти для підтримки здорового росту рослин, було досягнуто позитивного впливу на урожайність гібридів кукурудзи через стимулювання фізіологічних процесів

росту рослин, зокрема асиміляції поживних речовин. Встановлено, що найвища врожайність зерна формувалась у середньостиглого гібриду Тронка – 14,29 т/га (табл. 2).

Найбільша врожайність зерна, у середньому по досліді, спостерігалась у середньостиглого гібриду Тронка, знаходячись на рівні 12,70–14,29 т/га. За всі роки досліджень Планриз БТ забезпечував найвищий приріст урожайності, в порівнянні з контрольним варіантом, та в середньому становив 10,89%, або 1,2 т/га для Гібриду Степовий (ФАО 190), 9,98%, або 1,29 т/га для гібриду Тронка (ФАО 380).

Найменший приріст урожайності забезпечував Триходермін БТ, який в середньому становив 9,71%, або 0,81 т/га для Гібриду Степовий (ФАО 190), та 6,27%, що також становило 0,81 т/га для гібриду Тронка (ФАО 380).

Дещо кращий результат, в порівнянні з використанням Триходермін БТ, – був у препарату Бактофіт БТ, що забезпечив підвищення врожайності 9,71% для гібриду Степовий, та 8,75% для гібриду Тронка, що становило 1,07 та 1,13 т/га відповідно.

Висновки. Площа асиміляційної поверхні листків є детермінантом продуктивності рослин кукурудзи і залежить від досліджуваних факторів – генотипу гібрида (групи стиглості) і впливу обробки біологічними препаратами.

Найбільші показники площі асиміляційної поверхні за фактором А (гібрид) мав середньости-

глий гібрид кукурудзи Тронка – 0,675 м²/рослину у фазу цвітіння, у гібриду Степовий даний показник становив 0,478 м²/рослину. Найменші показники площі асиміляційної поверхні для у гібридів Степовий та Тронка був на контрольному варіанті (без обробки), та в середньому становили 0,390 та 0,549 м²/рослину, відповідно.

Встановлено наявність прямолінійного кореляційного зв'язку ($r = 0,967$) гібрид Степовий та ($r = 0,876$) у гібриду Тронка між врожайністю зерна гібридів кукурудзи та площею асиміляційної поверхні рослини.

Під впливом біологічних препаратів найбільша врожайність зерна спостерігалась у середньостиглого гібриду Тронка – 12,70–14,29 т/га.

Мікробіологічний препарат Планриз БТ забезпечував найвищий приріст урожайності, в порівнянні з контрольним варіантом, що в середньому становив 10,89%, або 1,2 т/га для Гібриду Степовий (ФАО 190), 9,98%, або 1,29 т/га для гібриду Тронка (ФАО 380).

Для забезпечення високих урожаїв зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості, найбільш повної реалізації їх генетичного потенціалу доцільний оптимальний підбір біологічних препаратів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Крутякова В. І., Таргоня В. С. Багаторівнева система сертифікації органічних виробництв сільськогосподарської продукції. Біологічний метод захисту рослин: досягнення і перспективи. *Інформаційний бюлетень Східнопалеарктичної регіональної секції Міжнародної організації з біологічної боротьби зі шкідливими організмами*. 2018. № 53. С. 185–191.
2. Гадзало Я. М., Вожегова Р. А., Коковіхін С. В., Біляєва І. М., Дробітько А. В. Наукове обґрунтування технологій вирощування кукурудзи на зрошуваних землях із урахуванням гідротермічних чинників і змін клімату. *Зрошуване землеробство*. Вип. 73. С. 21–26. doi: 10.32848/0135-2369.2020.073.13
3. Паламарчук В. Д. Вплив позакореневих підживлень на лінійні розміри рослин кукурудзи. *Науковий вісник НУБІП. Серія: Агрономія*. 2018. № 286. С. 231–244.
4. Vozhehova R., Marchenko T., Piliarska O., Lavrynenko Yu., Halchenko N., Lykhovyd P. Grain corn product yield and gross value depending on the hybrids and application of biopreparations in the irrigated conditions. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. 2021. Vol. 21, Iss. 4. С. 611–619.
5. Марченко Т. Ю., Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Хоменко Т. М. Особливості формування фотосинтетичного потенціалу і врожайності насіння батьківських компонентів кукурудзи в умовах зрошення та застосування стимулятора росту. *Plant Varieties Studying and protection*. 2020. Т. 16, № 2. С. 191–198. doi: 10.21498/2518-1017.16.2.2020.209239
6. Марченко Т. Ю., Лавриненко Ю. О., Кирпа М. Я., Стасів О. Ф. Ефективність застосування біопрепаратів під час вирощування ліній-батьківських компонентів гібридів кукурудзи за різної густоти рослин в умовах краплинного зрошення. *Аграрні інновації*. 2021.

Вип. 5. С. 135–142. doi: <https://doi.org/10.32848/agra.innov.2021.5.22>

7. Коковіхін С. В., Лавриненко Ю. О., Писаренко П. В., Пілярська О. О. Удосконалення елементів технології вирощування насіння кукурудзи на ділянках гібридизації в умовах зрошення півдня України. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2012. № 3. С. 20–23.

8. Liu W., Tollenaar M. Response of yield heterosis to increasing plant density in maize. *Crop Science. Crop Physiology & Metabolism*. 2013. Vol. 49, Iss. 5. P. 1807–1816. doi: 10.2135/cropsci2008.07.0422.

9. Григор'єва О. М., Григор'єва Т. М. Урожайність зерна гібридів кукурудзи залежно від густоти рослин і технологічних моделей в умовах північного Степу України. *Збірник наукових праць Уманського державного аграрного університету*. 2006. Вип. 63. С. 31–35.

10. Методичні вказівки по виробництву гібридного і сортового насіння кукурудзи в Черкаській області / упор. І. П. Чучмій. Черкаси, 1996. 40 с.

11. Mandić V., Bijelić V., Krnjaja Z. et al. The effect of crop density on maize grain yield. *Biotechnology in Animal Husbandry*. 2016. № 32(1). С. 83–90. doi: 10.2298/BAH1601083M

12. Багатченко В. В., Жемойда В. Л. Підвищення насінневої продуктивності батьківських компонентів – основа високих урожаїв кукурудзи. *Стан і перспективи розвитку селекції та насінництва кукурудзи в умовах зміни клімату*: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (Харків, 7–9 липня 2015 р.). Харків, 2015. С. 15–16.

13. Мельник І. П. Рекомендації по застосуванню біостимуляторів нового покоління у сільськогосподарському виробництві. Івано-Франківськ, 2008. 21 с.

14. Calvino P. A., Andradeb F. A., Sadrab V. O. Maize yield as affected by water availability, soil depth, and crop management. *Agronomy Journal*. 2003. Vol. 95. P. 275–281.

15. Коваленко А. М., Тимошенко Г. З., Новожилий М. В. Ефективність застосування мікробних препаратів в умовах природного зволоження на посівах ячменю ярого за різних способів обробітку ґрунту. *Зрошуване землеробство*. 2014. Вип. 62. С. 50–55.

16. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Методика польового дослідження (зрошуване землеробство): навч. посібн. Херсон : Грінь Д. С., 2014. 445 с.

17. Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Малярчук М. П. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях. Херсон : Грінь Д. С., 2014. 285 с.

18. Рекомендації Інженерно-технологічного інституту «Біотехніка» НААН. URL: <https://biotekhnika.od.ua/uk> (дата звернення: 22.06.2022).

REFERENCES:

1. Krutyakova, V.I., & Tarhonya, V.S. (2018). Bahatorivneva sistema sertyfikatsiyi orhanichnykh vyrobnystv silskohospodarskoyi produktsiyi. Biologichnyy metod zakhystu roslyn: dosyahnennya i perspektyvy [Multilevel system of certification of organic production of agricultural products. Biological method of plant protection: achievements and prospects]. *Informatsiynyy byuleten Skhid-*

napalearktychnoyi rehionalnoyi sektsiyi Mizhnarodnoyi orhanizatsiyi z biolohichnoyi borotby zi shkidlyvymy orhanizamy – Newsletter of the East Palearctic Regional Section of the International Organization for Biological Pests, 53, 185–191 [in Ukrainian].

2. Hadzalo, Ya.M., Vozhehova, R.A., Kokovikhin, S.V., Biliaieva, I.M., & Drobitko, A.V. (2020). Naukove obgruntuвання tekhnolohiy vyroshchuvannya kukurudzy na zroshuvanykh zemlyakh iz urakhuvannyam hidrotermichnykh chynnykiv i zmin klimatu [Scientific substantiation of corn cultivation technologies on irrigated lands taking into account hydrothermal factors and climate change]. *Zroshuvane zemlerobstvo – Irrigation agriculture*, 73, 21–26. doi: 10.32848/0135-2369.2020.73.13 [in Ukrainian].

3. Palamarchuk, V.D. (2018). Vplyv pozakorenevnykh pidzhyvlen' na liniyni rozmyry roslyn kukurudzy [Influence of foliar fertilization on the linear dimensions of corn plants]. *Naukovyy visnyk NUBIP. Seriya: Ahronomiya – Scientific Bulletin of NUBIP. Series: Agronomy*, 286, 231–244. URL: <http://socrates.vsau.org/repository/getfile.php/18659.pdf> [in Ukrainian].

4. Vozhehova, R., Marchenko, T., Piliarska, O., Lavrynenko, Yu., Halchenko, N., & Lykhovyd, P. (2021). Grain corn product yield and gross value depending on the hybrids and application of biopreparations in the irrigated conditions. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. 21(4), 611–619 [in English].

5. Marchenko, T.Yu., Vozhehova, R.A., Lavrynenko, Yu.O., & Khomenko, T.M. (2020). Osoblyvosti formuvannya fotosyntetychnoho potentsialu i vrozhaynosti nasynnya batkivskykh komponentiv kukurudzy v umovakh zroshennya ta zastosuvannya stymulyatora rostu [Peculiarities of photosynthetic potential formation and seed yield of parent components of corn under irrigation and growth stimulant application]. *Plant Varieties Studying and protection*, 16(2), 191–198. doi: 10.21498/2518-1017.16.2.2020.209239 [in Ukrainian].

6. Marchenko, T.Yu., Lavrynenko, Yu.O., Kyrpa, M.Y., & Stasiv, O.F. (2021). Efektyvnist zastosuvannya biopreparativ pid chas vyroshchuvannya liniy-batkivskykh komponentiv hibrydiv kukurudzy za riznoyi hustoty roslyn v umovakh kraplynnoho zroshennya [The effectiveness of the use of biological preparations during the cultivation of parental component lines of corn hybrids at different plant densities under drip irrigation conditions]. *Ahrarni innovatsiyi – Agrarian innovations*, 5, 135–142. doi: <https://doi.org/10.32848/agar.innov.2021.5.22> [in Ukrainian].

7. Kokovikhin, S.V., Lavrynenko, Yu.O., Pysarenko, P.V., & Piliarska, O.O. (2012). Udoskonalennya elementiv tekhnolohiyi vyroshchuvannya nasynnya kukurudzy na dilyankakh hibrydzatsiyi v umovakh zroshennya pivdnyia Ukrainy [Improvement of elements of corn seed cultivation technology on hybridization sites under irrigation conditions in the south of Ukraine]. *Byuletyn Instytutu silskoho hospodarstva stepovoyi zony NAAN Ukrainy – Bulletin of the Institute of Agriculture of the Steppe Zone of the National Academy of Sciences of Ukraine*, 3, 20–23 [in Ukrainian].

8. Liu, W., & Tollenaar, M. (2013). Response of Yield Heterosis to Increasing Plant Density in Maize. *Crop Sci-*

ence. Crop Physiology & Metabolism. 49(5). 1807–1816. <https://doi.org/10.2135/cropsci2008.07.0422> [in English].

9. Grigor'eva, O.M., & Grigor'eva, T.M. (2006). Urozhaivist zerna hibrydiv kukurudzy zalezno vid hustoty roslyn i tekhnolohichnykh modelei v umovakh pivnichnoho Stepu Ukrainy [Grain yield of corn hybrids depending on plant density and technological models in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho derzhavnogo ahrarnoho un-tu – Collection of scientific works of the Uman State Agrarian University*, 63, 31–35 [in Ukrainian].

10. Chuchmiy, I.P. (1996). *Metodychni vkazivky po vyrobnytstvu hibrydnoho i sortovoho nasynnya kukurudzy v Cherkaskiy oblasti [Methodical guidelines for the production of hybrid and varietal corn seeds in the Cherkasy region]*. Cherkasy, 40 [in Ukrainian].

11. Mandić, Bijelić V., & Krnjaja, Z. et al. (2016). The effect of crop density on maize grain yield. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 32(1), 83–90. DOI: 10.2298/BAH1601083M [in English].

12. Bagatchenko, V.V., & Zhemoyda, V.L. (2015). Idvyshchennia nasinniovoi produktyvnosti batkivskykh komponentiv – osnova vysokoykh vrozhaiv kukurudzy [Increasing the seed productivity of parental components is the basis of high corn yields]. *Stan i perspektyvy rozvytku selektsii ta nasinnystva kukurudzy v umovakh zminy klimatu. The state and prospects of the development of breeding and seed production of corn in the conditions of climate change: materials of the International science and practice conf.* Kharkiv, 15–16 [in Ukrainian].

13. Melnyk, I.P. (2008). *Rekomendatsiyi po zastosuvannyu biostymulyatoriv novoho pokolinnya u silskohospodarskomu vyrobnytstvi [Recommendations for the use of biostimulants of the new generation in agricultural production]*. Ivano-Frankivsk, 21 [in Ukrainian].

14. Calvino, P.A., Andradeb, F.A., & Sadrasb, V.O. (2003). Maize Yield as Affected by Water Availability, Soil Depth, and Crop Management. *Agronomy Journal*, 95, 275–281 [in English].

15. Kovalenko, A.M., Tymoshenko, G.Z., & Novokhizhnii, M.V. (2014). Efektyvnist zastosuvannya mikrobnnykh preparativ v umovakh pryrodnoho zvolozhennya na posivakh yachmenyu yaroho za riznykh sposobiv obrobitku gruntu. [Effectiveness of the application of microbial preparations in conditions of natural moisture on spring barley crops under different tillage methods]. *Zroshuvane zemlerobstvo – Irrigated agriculture*, 62, 50–55 [in Ukrainian].

16. Ushkarenko, V.O., Vozhehova, R.A., Holoborodko, S.P., & Kokovikhin S.V. *Metodyka polovoho doslidu (zroshuvane zemlerobstvo) [Methodology of field research (irrigated agriculture)]*. Kherson : Hrin D.S., 445 [in Ukrainian].

17. Vozhehova, R.A. (Ed.). (2014). *Metodyka polovoykh i laboratornykh doslidzhen na zroshuvanykh zemlyakh [Methods of field and laboratory research on irrigated lands]*. Kherson : Hrin D.S., 286 [in Ukrainian].

18. Rekomendatsiyi Inzhenerno–tekhnolohichnoho instytutu “Biotekhnika” NAAN. (2022). [Recommendations of the Engineering and Technological Institute “Biotechnology” NAAS]. URL: <https://biotekhnika.od.ua/uk> [in Ukrainian].

Бояркіна Л.В., Шарій В.О. Вплив обробки біопрепаратами на урожайність гібридів кукурудзи

Мета – Встановити вплив біологічних препаратів на формування площі асиміляційної поверхні листків і врожайності зерна гібридів кукурудзи різних груп ФАО. **Методи.** Дослідження виконувалось на полях Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН, розташованих на правому березі Дніпра (м. Херсон) в зоні Інгулецької зрошувальної системи. Методи досліджень – польові, лабораторні, статистичні. Двофакторний польовий дослід проводився в умовах зрошення із застосуванням різностиглих гібридів: Степовий (ФАО 190) за щільності 100 тис. шт./га та Тронка (ФАО 380) за щільності 80 тис. шт./га (Фактор А). Фактор В – обробка рослин гібридів кукурудзи біопрепаратами Планриз БТ, Бактофіт БТ, Триходермін БТ. **Результати.** Площа асиміляційної поверхні листків є детермінантом продуктивності рослин кукурудзи і залежить від досліджуваних факторів – генотипу гібрида (групи стиглості) і впливу обробки біологічними препаратами. Найбільші показники площі асиміляційної поверхні за фактором А (гібрид) мав середньостиглий гібрид кукурудзи Тронка – 0,675 м²/рослину у фазу цвітіння, у гібриду Степовий даний показник становив 0,478 м²/рослину. Найменші показники площі асиміляційної поверхні для у гібридів Степовий та Тронка був на контрольному варіанті (без обробки), та в середньому становили 0,390 та 0,549 м²/рослину, відповідно. Встановлено наявність прямолінійного кореляційного зв'язку ($r = 0,967$) гібрид Степовий та ($r = 0,876$) у гібриду Тронка між врожайністю зерна гібридів кукурудзи та площею асиміляційної поверхні рослини. Під впливом біологічних препаратів найбільша врожайність зерна спостерігалась у середньостиглого гібриду Тронка – 12,70–14,29 т/га. Мікробіологічний препарат Планриз БТ забезпечував найвищий приріст урожайності, в порівнянні з контрольним варіантом, що в середньому становив 10,89%, або 1,2 т/га для Гібриду Степовий (ФАО 190), 9,98%, або 1,29 т/га для гібриду Тронка (ФАО 380). **Висновки.** Для забезпечення високих урожаїв зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості, найбільш повної реалізації їх генетичного потенціалу доцільний оптимальний підбір біологічних препаратів.

Ключові слова: площа фотосинтетичної поверхні, фенологічні фази, онтогенез, продуктивність, кореляція.

Boyarkina L.V., Sharii V.O. The effect of treatment with biological preparations on the yield of corn hybrids

Purpose. To establish the effect of biological preparations on the formation of the yield of corn hybrids of different FAO groups. **Methods.** The research was carried out in the fields of the Institute of Climate-Smart Agriculture of the NAAS (located on the right bank of the Dnipro, Dnipro district of the city of Kherson located in the area of Ingulets irrigated area. Research methods – field, laboratory, statistical. A two-factor field experiment was conducted under irrigation conditions with the use of hybrids of different maturity (Factor A): Stepovyy (FAO 190) at a density of 100,000 units/ha and Tronka (FAO 380) at a density of 80,000 units/ha. Factor B – treatment of corn hybrid plants with biological preparations Planryz BT, Baktofit BT, Trykhodermin BT. **Results** The area of the assimilation surface of the leaves is a determinant of the productivity of corn plants and depends on the investigated factors – the genotype of the hybrid (ripeness group) and the effect of biological preparations. The largest indicators of the area of the assimilation surface according to factor A (hybrid) had the mid-ripe corn hybrid Tronka – 0.675 m²/plant in the flowering phase, this indicator was 0.478 m²/plant in the hybrid Stepovyy. The smallest indicators of the area of the assimilation surface for Stepovyy and Tronka hybrids were on the control variant (without treatment), and on average were 0.390 and 0.549 m²/plant, respectively. The presence of a linear correlation was established ($r = 0.967$) in the Stepovyy hybrid and ($r = 0.876$) in the Tronka hybrid between the grain yield of corn hybrids and the area of the assimilation surface of the plant. Under the influence of biological preparations, the highest grain yield was observed in the mid-ripening hybrid Tronka – 12.70–14.29 t/ha. The microbiological preparation Planryz BT provided the highest increase in yield, compared to the control variant, which averaged 10.89%, or 1.2 t/ha for Hybrid Stepovyy (FAO 190), 9.98%, or 1.29 t/ha for the Tronka hybrid (FAO 380). **Conclusions.** To ensure high grain yields of corn hybrids of different maturity groups, the most complete realization of their genetic potential, optimal selection of biological preparations is advisable.

Key words: photosynthetic surface area, phenological phases, ontogenesis, productivity, correlation.

МОДЕЛЮВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ГІСОПУ ЛІКАРСЬКОГО (*HYSSOPUS OFFICINALIS* L.) ЗАЛЕЖНО ВІД ДОЗИ ТА РЕГЛАМЕНТУ ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

ВОЖЕГОВА Р.А. – доктор сільськогосподарських наук, професор,
академік Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0000-0002-3895-5633

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

КОВАЛЕНКО О.А. – доктор сільськогосподарських наук,
доцент
orcid.org/0000-0002-2724-3614

Миколаївський національний аграрний університет

ЛИХОВИД П.В. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0002-0314-7644

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

ПІЛЯРСЬКА О.О. – кандидат сільськогосподарських наук,
старший дослідник
orcid.org/0000-0001-8649-0618

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

КАЧАНОВА Т.В. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
провідний науковий співробітник
orcid.org/0000-0003-0032-3996

ДУ «Миколаївська дослідна станція»

Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Гісоп лікарський (*Hyssopus officinalis* L.) є цінною лікарською культурою, яка має тривалу історію використання у народній медицині, парфумерії та фармацевтичній промисловості. У деяких країнах Європи та на Сході трава гісопу застосовується під час приготування страв у якості приправи, що надає їжі специфічного приємного присмаку та аромату. У народній медицині настої, відвари та спиритові настойки сировини гісопу лікарського застосовують під час інфекційних та застудних захворювань дихальних шляхів, під час захворювань шлунково-кишкового тракту, для зниження збудження нервової системи, при захворюваннях очей, для полегшення перебігу стенокардії, тощо [1; 2]. Враховуючи перспективність культури для лікарського та ефіроолійного рослинництва України, вважаємо за потрібне поглибити теоретичні знання щодо окремих агротехнологічних прийомів її вирощування, насамперед, застосування мінеральних добрив.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Гісоп лікарський є маловиблаглигим до умов навколишнього середовища та агротехнології. Передусім, культивується у південних і західних регіонах України, але площі під гісопом лікарським зростають і в інших природно-кліматичних зонах держави [3]. Рослина є стійкою до посухи, має невисокі вимоги до забезпечення вологою та середні вимоги до теплового режиму, добре росте навіть на відносно бідних органічною речовиною та доступними елементами живлення ґрунтах, що робить її при-

важливою та перспективною у сучасних агрокліматичних умовах, що формуються в Україні в контексті глобального потепління клімату, а саме в умовах аридизації більшості регіонів [4; 5]. Незважаючи на високу привабливість і відносну простоту культивування гісопу лікарського, стабільний попит на його сировину як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках фармацевтичної та ефіроолійної продукції, донині ця культура залишається недостатньо вивченою в контексті оптимальних параметрів агротехнології для різних агроєкологічних зон вирощування. Хоча основні елементи агротехніки є загальновідомими та достатньо описаними в науковій та фаховій літературі [6; 7], втім, ряд агротехнічних прийомів вимагає подальшої деталізації та вивчення, зокрема, особливості живлення культури. Більшість рекомендацій, доступних у сучасній науковій літературі, обмежуються загальними правилами та середніми нормами застосування мінеральних добрив, не даючи детального теоретичного обґрунтування строків і способам їх внесення на посівах гісопу лікарського [8]. Найкраще питання удобрення гісопу лікарського висвітлено у працях [9–11], результати яких і покладено в основу теоретичного дослідження, представленого в даній роботі.

Метою даної роботи було теоретичне вивчення та моделювання врожайності гісопу лікарського в умовах Півдня України за різних доз і регламенту внесення мінеральних добрив із використанням методів регресійного математичного аналізу, рангових кореляцій і штучної нейронної мережі.

Матеріали та методика досліджень. Базисом для математико-статистичного аналізу та моделювання продуктивності гісопу лікарського стали результати польових експериментів із технології вирощування культури, виконані на базі ДУ «Миколаївська дослідна станція Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН» у 2017–2018 рр. Сорт гісопу – Маркиз. Попередник – картопля раннього терміну садіння. Основний обробіток ґрунту полягав у виконанні луцення в два сліди, глибокої полицевої оранки на 25–27 см, культивуації на 8–10 см. Висівання насіння гісопу виконували на глибину 2-3 см за допомогою сівалки Agricola italiana SN-2-290 у відповідності до схеми експериментальних досліджень. Площа живлення однієї рослини складала 0,21 м². У досліді вивчали три варіанти удобрення: без добрив, N₆₀P₆₀ в основне внесення одноразово, N₆₀P₆₀ за регламенту N₃₀P₃₀ в основне внесення та N₃₀P₃₀ під час фертигації. Зрошення – краплинне. Під час вегетації культури виконували дві міжрядні культивуації (на 5–6 та 8–10 см). Збирання врожаю виконували шляхом скошування надземної біомаси рослин гісопу в фазу масового цвітіння з наступним просушуванням її в укритті.

Ступінь впливу мінеральних добрив на врожайність гісопу лікарського вивчали методом рангових кореляцій, розрахованих за стандартним алгоритмом [12]. Вивчення ваги доз і регламенту внесення мінеральних добрив у продуктивності культури встановлювали шляхом моделювання у штучній нейронній мережі конфігурації 3-1-5, з алгоритмом навчання «зворотне поширення помилки», коефіцієнтом підсилення (темпом навчання) 0,6, із цільовою похибкою ≤0,0445, у 1000000 циклів. Побудову, навчання та валідацію нейронної мережі виконували у програмному забезпеченні JustNN [13]. Моделювання врожайності гісопу лікарського залежно від дози внесення мінеральних добрив виконували шляхом лінійного регресійного аналізу за рівня достовірності 95% у програмному комплексі BioStat v.7, точність моделі встановлювали за величиною середньої абсолютної похибки [14; 15]. Графічні побудови та розрахунки частково виконано в Microsoft Excel 365.

Результати досліджень. Розрахунок рангових кореляцій вказує на наявність помірного взаємозв'язку між дозою внесення мінеральних добрив і врожайністю гісопу лікарського (табл. 1) [16].

Таблиця 1 – Рангові кореляції врожайності гісопу лікарського залежно від доз внесення мінеральних добрив

| ρ (Спірмена) | τ (Кендалла) | γ (Гудмана та Крускала) | r (Пірсона) |
|--------------|--------------|-------------------------|-------------|
| 0,6037 | 0,5044 | 0,6970 | 0,5609 |

(результат роботи авторів)

Таблиця 2 – Регресійна статистика математичної моделі врожайності гісопу лікарського залежно від дози внесення азотно-фосфорних добрив

| Статистичні індекси | Значення індексу |
|-------------------------------------|------------------|
| Коефіцієнт кореляції | 0,7286 |
| Коефіцієнт детермінації | 0,5309 |
| Коефіцієнт детермінації коригований | 0,5074 |
| Коефіцієнт детермінації прогнозний | 0,4322 |
| Середньоквадратична похибка | 0,2828 |
| Середня абсолютна похибка | 26,86% |

(результат роботи авторів)

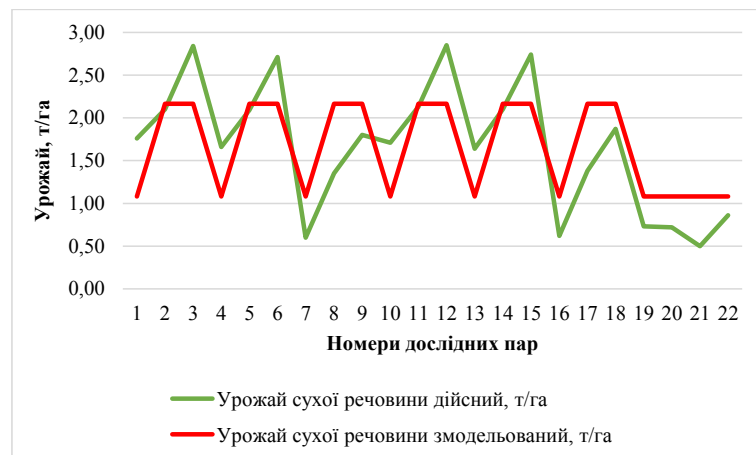


Рис. 1. Графічна апроксимація математичної моделі врожайності гісопу лікарського залежно від доз внесення мінеральних добрив

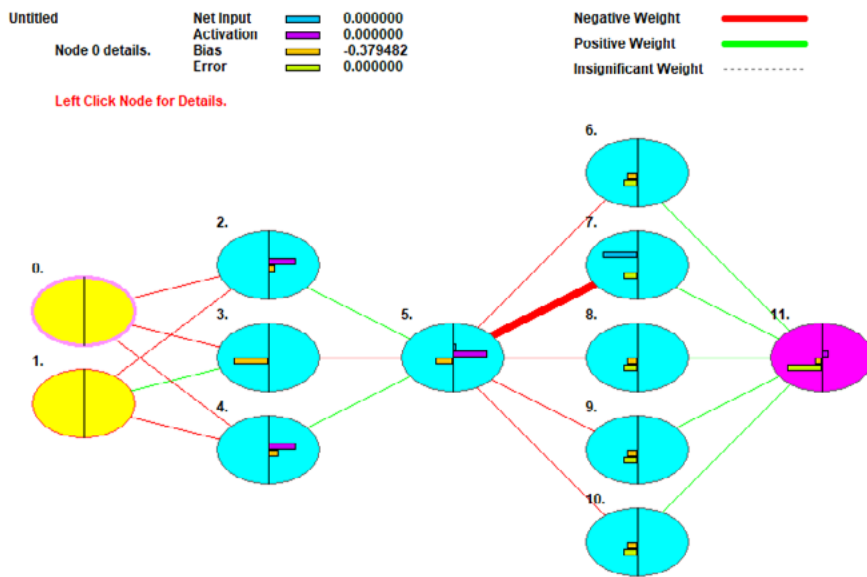


Рис. 2. Схема штучної нейронної мережі щодо вивчення врожайності гісопу лікарського залежно від дози та регламенту внесення мінеральних добрив

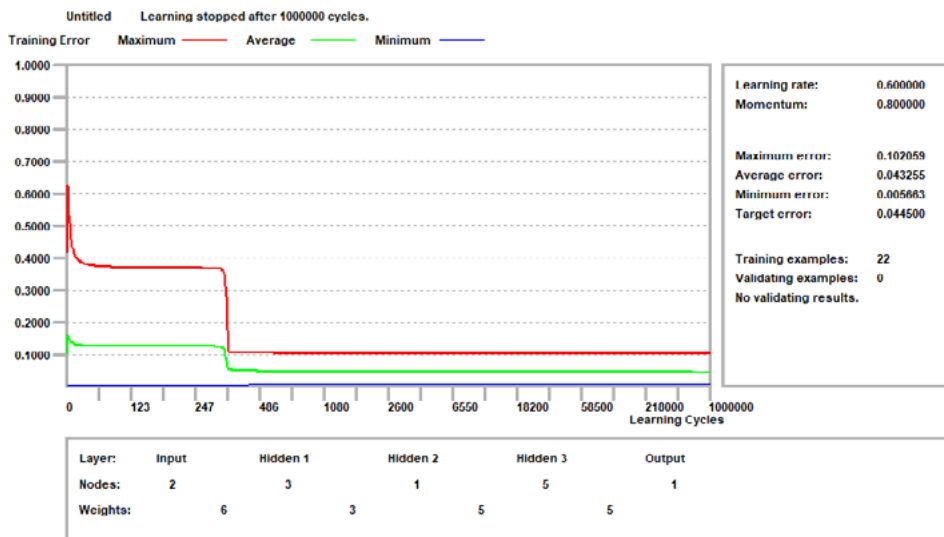


Рис. 3. Графік навчання штучної нейронної мережі з вивчення врожайності гісопу лікарського та похибки навчання

Untitled 1000000 cycles. Target error 0.0445 Average training error 0.043255
The first 2 of 2 Inputs in descending order.

| Column | Input Name | Importance | Relative Importance |
|--------|------------|------------|---|
| 1 | | 18.9313 | <div style="width: 100%; height: 10px; background-color: green;"></div> |
| 2 | | 14.3041 | <div style="width: 75%; height: 10px; background-color: green;"></div> |

Рис. 4. Відносна вага вхідних параметрів штучної нейронної мережі з вивчення врожайності гісопу лікарського (1 – доза мінеральних добрив; 2 – регламент внесення мінеральних добрив)

Математична модель, отримана внаслідок виконання регресійного аналізу вхідного набору даних щодо продуктивності гісопу лікарського та доз внесення азотно-фосфорних добрив має наступний вигляд (1):

$$Y = 1,0800 + 0,01806 \times D$$

де: Y – урожай сухої надземної біомаси гісопу лікарського, т/га; D – доза азотно-фосфорних добрив, кг/га діючої речовини.

Регресійна статистика математичної моделі наведена в табл. 2. Згідно сучасних критеріїв, модель має середню адекватність та прогнозу точність відповідно величини коефіцієнтів кореляції та детермінації, а також величини середньої абсолютної похибки.

Графічна апроксимація моделі наведена на Рис. 1.

Оскільки регресійний аналіз не дозволяє оцінити значущість регламенту внесення мінеральних добрив, вивчення ваги доз і способів удобрення гісопу лікарського вивчали у штучній нейронній мережі. Конфігурація нейронної мережі наведена на Рис. 2.

Згідно результатів, одержаних після навчання, тестової перевірки та валідації нейронної мережі (Рис. 3), вага регламенту внесення азотно-фосфорних добрив (тобто разове основне внесення чи роздільне з фертигацією) виявилася істотно (на 32%) нижчою за вагу доз (Рис. 4).

Таким чином, не завжди можна виправдати дрібне внесення мінеральних добрив. Втім, враховуючи абсолютну величину ваги фактора регламенту застосування азотно-фосфорних добрив, варто зазначити, що за ряду умов такий підхід може бути раціональним у плані забезпечення якомога високої продуктивності гісопу лікарського.

Представлене у даній роботі математико-статистичне дослідження продуктивності гісопу лікарського залежно від доз і регламенту внесення азотно-фосфорних добрив не має аналогів в Україні. Воно є логічним продовженням циклу подібних теоретичних досліджень, виконаних для ряду лікарських та ефіроолійних культур, що є перспективними для вирощування в Україні, зокрема, в зоні Південного Степу, а саме: стевії, валеріани лікарської, розторопші плямистої, коріандру посівного, шафрану посівного та артишоку [17–22]. Результати даних науково-дослідних робіт поглиблюють теоретичні відомості про формування продуктивності вищезгаданих культурних рослин, дозволяють програмувати їх врожайність залежно від окремих параметрів агротехнології.

Висновки. Гісоп лікарський позитивно реагує на застосування азотно-фосфорних мінеральних добрив. При цьому регламент їх внесення має другорядне значення порівняно із дозами. Математична модель продуктивності гісопу лікарського може бути використана для програмування врожайності цієї культури в умовах краплинного зрошення Півдня України. Виконання подальших польових і теоретичних досліджень є необхідною передумовою побудови оптимальної ресурсощадної та адаптивної агротехнології вирощування гісопу лікарського в Україні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Рева М. Л., Рева Н. Н. Дикі їстівні рослини України. Київ : Наукова думка, 1976. 168 с.
2. Жаріков В. І., Остапенко А. І. Вирощування лікарських, ефіроолійних, пряноароматичних рослин. Київ : Вища школа, 1994. 234 с.
3. Котюк Л. Біохімічний склад інтродуцента *Hyssopus officinalis* L. Залежно від сортових особливостей. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*. 2013. Вип. 62. С. 302–308.
4. Єрмаков С. В., Белова Т. О. Фармакологічні властивості, біологічні особливості та технологія вирощування гісопу лікарського. *Матеріали II науково-практичної інтернет-конференції «Актуальні проблеми вирощування та переробки продукції рослинництва»*. Полтава : Полтавська державна аграрна академія, 2014. С. 33–35.
5. Лиховид П. В. Зрошення в Україні з огляду на сучасну кліматичну ситуацію. *International scientific conference «The latest scientific achievements in the modern agro-industrial complex» (December 28–29, Lublin, the Republic of Poland)*. Lublin, 2021. С. 20–21.
6. Белова Т. О. Перспективи використання і особливості технології вирощування гісопу лікарського. *Матеріали III науково-практичної інтернет-конференції «Інноваційні аспекти технологій вирощування, зберігання і переробки продукції рослинництва» (21–22 квітня 2015 р.)*. Полтава : Полтавська державна аграрна академія, 2015. С. 34–36.
7. Вожегова Р. А., Лиховид П. В., Біляєва І. М., Бойченко Х. І. Рівень інформаційного забезпечення ефіроолійного та лікарського рослинництва в Україні. *Зрошуваче землеробство*. 2022. Вип. 77. С. 19–22.
8. Федорчук М. І., Федорчук В. Г., Ткачова Є. С. Агротехнічні основи продуктивності гісопу лікарського (*Hyssopus officinalis* L.). *Лікарські рослини: традиції та перспективи досліджень* : матеріали IV Міжнародної наукової конференції присвяченої 140-річчю з дня народження П.І. Гавсевича (Березоточа, 13–14 червня 2019 року). Лубни: Комунальне видавництво «Лубни», 2019. С. 86–87.
9. Коваленко О. А., Андрійченко Л. В. Продуктивність гісопу лікарського за умов краплинного зрошення в Південному Степу України. *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Розвиток аграрної галузі та впровадження наукових досліджень у виробництво (Миколаїв, 17-19 жовтня 2018 року)*. Миколаїв, 2018. С. 22.
10. Коваленко О. А., Андрійченко Л. В. Як вирощувати нову пряно-ароматичну культуру гісопу лікарського у південній частині Степу України. *The Ukrainian FARMER : партнер сучасного фермера*. 2019. № 2 (110). С. 122–123.
11. Добровольський П. А. Параметри продуктивності гісопу лікарського за вирощування в умовах південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 120. С. 36–42.
12. Fieller E. C., Hartley H. O., Pearson E. S. Tests for rank correlation coefficients. I. *Biometrika*. 1957. Vol. 44(3/4). P. 470–481.
13. Vozhehova R. A., Lykhovyd P. V., Kokovikhin S. V., Biliaieva I. M., Markovska O. Y., Lavrenko S. O., Rudik O. L. Artificial neural networks and their implementation in agri-

cultural science and practice. Warsaw : Diamond Trading Tour, 2019. 108 pp.

14. Blasco B. C., Moreno J. J. M., Pol A. P., Abad A. S. Using the R-MAPE index as a resistant measure of forecast accuracy. *Psicothema*. 2013. Vol. 25(4). P. 500–506.

15. De Myttenaere A., Golden B., Le Grand B., Rossi F. Mean absolute percentage error for regression models. *Neurocomputing*. 2016. Vol. 192. P. 38–48.

16. Wahyuni T. S., Purwanto K. K. Students' conceptual understanding on acid-base titration and its relationship with drawing skills on a titration curve. *Journal of Physics Conference Series*. 2020. Vol. 1440(1). Article ID 012018.

17. Вожегова Р. А., Біляєва І. М., Лиховид П. В., Пілярська О. О., Бойценюк Х. І. Досвід застосування макроелементів NPK на посівах коріандру. *Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції «Наукові читання до 85-річчя від дня народження Орлюка Анатолія Павловича – видатного вченого у галузі селекції та насінництва сільськогосподарських культур», присвяченої пам'яті доктора біологічних наук, професора, Заслуженого діяча науки і техніки України, лауреата Державної премії України в галузі науки і техніки*. Херсон: ІЗЗ НААН, 2021. С. 124–126.

18. Вожегова Р. А., Біляєва І. М., Коковіхін С. В., Лиховид П. В., Бойценюк Х. І. Урожайність артишоку (*Cynara cardunculus* L. var. *Scolymus* (L.) Fiori) залежно від густоти рослин. *Аграрні Інновації*. 2021. № 8. С. 18–22.

19. Вожегова Р. А., Лиховид П. В., Біляєва І. М., Пілярська О. О. Мета-аналіз насінневої продуктивності розторопші плямистої залежно від ширини міжрядь. *Здобутки та досягнення прикладних та фундаментальних наук XXI століття: матеріали II Міжнародної наукової конференції (Т. 2), м. Рівне, 5 листопада, 2021 р.* Рівне, 2021. С. 28–30.

20. Lykhovyd P., Lavrenko N., Biliaieva I., Piliarska O., Piliarskyi V. Regression model of valerian root yields in the Forest Steppe zone of Ukraine depending on fertilization rates and water use of the crop. *Bioscience Research*. 2021. Vol. 18. No. 3. P. 219–2201.

21. Вожегова Р. А., Біляєва І. М., Лиховид П. В. Продуктивність шафрану залежно від густоти посівів. *Вектори розвитку та результати досягнень науки в сучасному освітньому просторі. Матеріали науково-практичної конференції (м. Одеса, 23-24 липня 2021 р.)*. Херсон: Видавництво «Молодий вчений», 2021. С. 67–70.

22. Vozhehova R., Lykhovyd P., Biliaieva I., Shebanova V., Rudik O., Sinhaievskyi A. Modeling stevia yields depending on plant density and mineral fertilizers rates. *Modern Phytomorphology*. 2021. Vol. 15. P. 91–94.

REFERENCES:

1. Reva, M. L., & Reva, N. N. (1976). Dyki yivistni rosliny Ukrainy [Wild edible plants of Ukraine]. *Kyiv: Naukova dumka* [in Ukrainian].

2. Zharikov, V. I., & Ostapenko, A. I. (1994). Vyroshhuvannya likarskykh, efiroolijnykh, pryanosmakovykh roslyn [Cultivation of medicinal, aromatic and spicy plants]. *Kyiv: Vyshcha shkola* [in Ukrainian].

3. Kotyuk, L. (2013). Biokhimichnyj sklad introducenta *Hyssopus officinalis* L. zalezno vid sortovykh osoblyv-

oste [Biochemical contains of the introductent *Hyssopus officinalis* L. depending on varietal traits]. *Herald of Lviv University. Series Biology*, 62, 302–308 [in Ukrainian].

4. Yermakov, S. V., & Byelova, T. O. (2014). Farmakolohichni vlastyvoli, biolohichni osoblyvosti ta tekhnolohiya vyroshhuvannya hisopu likarskoho [Pharmacological properties, biological traits and cultivation technology of hyssop]. *Proceedings of the II scientific-practical internet-conference «Relevant problems of cultivation and processing medicinal plants»*. *Poltava: Poltava State Agrarian Academy*. pp. 33–35 [in Ukrainian].

5. Lykhovyd, P. V. (2021). Zroshennya v Ukrayini z ohlyadu na suchasnu klimatychnu sytuaciyu [Irrigation in Ukraine in the context of current climate situation]. *International scientific conference «The latest scientific achievements in the modern agro-industrial complex» (December 28-29, Lublin, the Republic of Poland)*. *Lublin*. pp. 20–21 [in Ukrainian].

6. Byelova, T. O. (2015). Perspektyvy vykorystannya i osoblyvosti tekhnolohiyi vyroshhuvannya hisopu likarskoho [Production prospects and peculiarities of cultivation of hyssop]. *Proceedings of the III scientific-practical internet-conference «Innovative aspects of cultivation, storage and processing crop products» (21-22 kvitnya 2015 p.)*. *Poltava: Poltava State Agrarian Academy*. pp. 34–36 [in Ukrainian].

7. Vozhehova, R. A., Lykhovyd, P. V., Biliaieva, I. M., & Boitseniuk, K. I. (2022). Riven informacijnoho zabezpechennya efiroolijnoho ta likarskoho roslynnytva v Ukrayini [The level of information support for aromatic and medicinal plant growing in Ukraine]. *Irrigated Agriculture*, 77, 19–22 [in Ukrainian].

8. Fedorchuk, M. I., Fedorchuk, V. H., & Tkachova, Ye. S. (2019). Ahrotekhnichni osnovy produktyvnosti hisopu likarskoho (*Hyssopus officinalis* L.) [Agrotechnical bases of hyssop (*Hyssopus officinalis* L.) productivity]. *Medicinal plants: customs and prospects of investigation: proceedings of the IV International scientific conference dedicated to 140-anniversary from the birthday of P.I. Havsevych (Berezotocha, 13–14 June 2019)*. *Lubny: Publishing house «Lubny»*. pp. 86–87 [in Ukrainian].

9. Kovalenko, O. A., & Andriichenko, L. V. (2018). Produktyvnist hisopu likarskoho za umov kraplynnoho zroshennya v Pivdennomu Stepu Ukrayiny [Hyssop productivity at the drip irrigation in the Southern Steppe of Ukraine]. *Proceedings of the international scientific-practical conference «Development of agrarian branch and introduction of scientific research in practice (Mykolaiv, 17-19 October 2018)*. *Mykolaiv*. pp. 22 [in Ukrainian].

10. Kovalenko, O. A., & Andriichenko, L. V. (2019). Yak vyroshhuvaty novu pryano-aromatychnu kulturu hisopu likarskyj u pivdennij chastyni Stepu Ukrayiny [On the cultivation of new aromatic crop hyssop in the Southern Steppe of Ukraine]. *The Ukrainian FARMER*, 2 (110), 122–123 [in Ukrainian].

11. Dobrovolskyi, P. A. (2021). Parametry produktyvnosti hisopu likarskoho za vyroshhuvannya v umovax pivdennoho Stepu Ukrayiny [Crop capacity parameters of hyssop when grown in the Southern Steppe of Ukraine]. *Tavrian Scientific Herald*, 120, 36–42 [in Ukrainian].

12. Fieller, E. C., Hartley, H. O., & Pearson, E. S. (1957). Tests for rank correlation coefficients. I. *Biometrika*, 44(3/4), 470–481.

13. Vozhehova, R. A., Lykhovyd, P. V., Kokovikhin, S. V., Biliaieva, I. M., Markovska, O. Y., Lavrenko, S. O., & Rudik, O. L. (2019). Artificial neural networks and their implementation in agricultural science and practice. *Warsaw : Diamond Trading Tour*. [in English].

14. Blasco, B. C., Moreno, J. J. M., Pol, A. P., & Abad, A. S. (2013). Using the R-MAPE index as a resistant measure of forecast accuracy. *Psicothema*, 25(4), 500–506.

15. De Myttenaere, A., Golden, B., Le Grand, B., & Rossi, F. (2016). Mean absolute percentage error for regression models. *Neurocomputing*, 192, 38–48. [in English].

16. Wahyuni, T. S., & Purwanto, K. K. (2020). Students' conceptual understanding on acid-base titration and its relationship with drawing skills on a titration curve. *Journal of Physics Conference Series*, 1440(1), Article ID 012018. [in English].

17. Vozhehova, R. A., Biliaieva, I. M., Lykhovyd, P. V., Piliarska, O. O., & Boitseniuk, K. I. (2021). Dosvid zastosuvannya makroelementiv NPK na posivax koriandru [Experience of the application of NPK macro elements on the crops of Coriandrum]. *Proceedings of the International scientific-practical conference «Scientific readings to 85-anniversary from the birthday of Orliuk Anatolii Pavlovych – a prominent scientist in plant breeding and seed growing of crops», devoted to cherish the memory of the doctor of agricultural sciences, professor, Honored worker of science and technique, laureate of the State prize of Ukraine in the field of science and technology. Kherson: IZZ NAAN*. pp. 124–126 [in Ukrainian].

18. Vozhehova, R. A., Biliaieva, I. M., Kokovikhin, S. V., Lykhovyd, P. V., & Boitseniuk, K. I. (2021). Urozhajnist' artyshoku (*Cynara cardunculus* L. var. *Scolymus* (L.) Fiori) zalezno vid hustoty roslyn [Yield of artichoke (*Cynara cardunculus* L. var. *scolymus* (L.) Fiori) depending on plant density]. *Agrarian Innovations*, 8, 18–22 [in Ukrainian].

19. Vozhehova, R. A., Lykhovyd, P. V., Biliaieva, I. M., & Piliarska, O. O. (2021). Meta-analiz nasinnyevoyi produktyvnosti roztoropshi plyamystoyi zalezno vid shyryny mizhryad [Meta-analysis of mil thistle productivity depending on inter-row spacing]. *Achievements of applied and fundamental sciences of the XXI century: proceedings of the II International scientific conference (Vol. 2), Rivne, 5 November, 2021. Rivne*. pp. 28–30 [in Ukrainian].

20. Lykhovyd, P., Lavrenko, N., Biliaieva, I., Piliarska, O., & Piliarskyi, V. (2021). Regression model of valerian root yields in the Forest Steppe zone of Ukraine depending on fertilization rates and water use of the crop. *Bioscience Research*, 18 (3), 219–2201. [in English].

21. Vozhehova, R. A., Biliaieva, I. M., & Lykhovyd, P. V. (2021). Produktyvnist shafранu zalezno vid hustoty posiviv [Saffron productivity depending on plants density]. *Vectors of development and results of scientific achievements in modern educational environment. Proceedings of scientific-practical conference (Odesa, 23–24 July 2021). Kherson: Publishing house «Young scientist»*. pp. 67–70 [in Ukrainian].

22. Vozhehova, R., Lykhovyd, P., Biliaieva, I., Shebanova, V., Rudik, O., & Sinhaievskiy, A. (2021). Modeling stevia yields depending on plant density and mineral fertilizers rates. *Modern Phytomorphology*, 15, 91–94. [in English].

Вожегова Р.А., Коваленко О.А., Лиховид П.В., Пилирська О.О., Качанова Т.В. Моделювання врожайності гісопу лікарського (*Hyssopus officinalis* L.) залежно від дози та регламенту внесення мінеральних добрив

Мета. Теоретичне вивчення та моделювання врожайності гісопу лікарського в умовах Півдня України за різних доз і регламенту внесення мінеральних добрив із використанням методів регресійного математичного аналізу, рангових кореляцій і штучної нейронної мережі. **Методи.** Польові дослідження з вивчення продуктивності гісопу лікарського сорту Маркиз на краплинному зрошенні в умовах Півдня України виконували на дослідних полях ДУ «Миколаївська дослідна станція Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН» у 2017–2018 рр. Агротехніка – загально рекомендована, крім досліджуваних факторів. Теоретичне вивчення врожайності культури виконували за допомогою методів математичної статистики (кореляції рангу, регресійний аналіз) та штучної нейронної мережі з алгоритмом навчання «зворотне поширення помилки» та конфігурацією 3-1-5. Статистичний аналіз виконували за рівня достовірності 95%. **Результати.** За результатами теоретичної роботи методом рангових кореляцій було встановлено наявність прямого помірною взаємозв'язку між врожайністю сировини гісопу лікарського та дозами внесення азотно-фосфорних мінеральних добрив. Регресійна математична модель, побудована для прогнозування продуктивності культури, має середню адекватність відносно набору даних і середню прогностичну точність із середньою абсолютною похибкою 26,86%. Результати вивчення ваги вхідних параметрів у штучній нейронній мережі дозволили встановити, що значущість фактору способу внесення мінеральних добрив є на 32% нижчою за фактор доз. **Висновки.** Гісоп лікарський позитивно реагує на застосування азотно-фосфорних мінеральних добрив. При цьому регламент їх внесення має другорядне значення порівняно із дозами. Математична модель продуктивності гісопу лікарського може бути використана для програмування врожайності цієї культури в умовах краплинного зрошення Півдня України. Виконання подальших польових і теоретичних досліджень є необхідною передумовою побудови оптимальної ресурсоощадної та адаптивної агротехнології вирощування гісопу лікарського в Україні.

Ключові слова: кореляції рангу, Південь України, продуктивність, регресійний аналіз, штучна нейронна мережа.

Vozhehova R.A., Kovalenko O.A., Lykhovyd P.V., Piliarska O.O., Kachanova T.V. Modeling yields of hyssop (*Hyssopus officinalis* L.) depending on the dose and schedule of mineral fertilization

Purpose. Theoretical study and modeling hyssop yield in the conditions of the South of Ukraine under different doses and schedules of mineral fertilization by the methods of regression mathematical analysis, rank correlations and artificial neural network. **Methods.** Field studies regarding hyssop variety Markiz productivity at drip irrigation in the conditions of the South of Ukraine were conducted at the experimental field of SE «Mykolaiv Research Station of the Institute of Climate-Smart Agriculture of NAAS» during 2017–2018. The cultivation technology was as generally recommended, except for the studied factors.

Theoretical study of the crop yield was performed using the methods of mathematical statistics (rank correlation, regression analysis) and artificial neural network with back-propagation learning algorithm and 3-1-5 architecture. Statistical analysis was performed at the probability level of 95%. **Results.** The results of theoretical assessment by the method of rank correlations revealed intermediate direct interconnection between the yield of hyssop dry biomass and doses of nitrogen-phosphorus mineral fertilization. Regression mathematical model, developed to predict the crop yield, has average fitting quality and prognostic value with the mean absolute percentage error of 26.86%. The results of the weight study for the inputs in the arti-

ficial neural network allowed conclude that the importance of the schedule of mineral fertilization is 32% less significant than the dosage factor. **Conclusions.** Hyssop reacts positively to application of mineral nitrogen-phosphorus fertilization. The schedule of fertilization plays secondary role comparing to doses. Mathematical model for the hyssop productivity prediction could be used to program the yields of the crop in the conditions of drip irrigation in the South of Ukraine. Further field and theoretical research are required to build up optimal resource-saving and adaptive cultivation technology of hyssop in Ukraine.

Key words: rank correlation, South of Ukraine, productivity, regression analysis, artificial neural network.

ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СТРОКІВ СІВБИ, БІОЛОГІЧНОЇ ТА ХІМІЧНОЇ СИСТЕМ ЗАХИСТУ РОСЛИН ВІД ХВОРОБ І ШКІДНИКІВ В УМОВАХ ЗРОШЕННЯ

ГАДЗАЛО Я.М. – доктор сільськогосподарських наук, професор, академік Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0000-0002-5028-2048

Національна академія аграрних наук України

ВОЖЕГОВА Р.А. – доктор сільськогосподарських наук, професор, академік Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0000-0002-3895-5633

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

ЛІКАР Я.О. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0003-1241-8634

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Постановка проблеми. В останні роки в сільськогосподарській галузі загострюються й поглиблюються проблеми захисту рослин, що пов'язано з процесами глобалізації, зростанням торгівельного обміну між різними континентами та країнами, використання сучасних інтенсивних сортів і гібридів, які створені для отримання високої урожайності та якості, проте одночасно мають низький рівень толерантності до шкідливих організмів. Крім того, змінюються глобальні, регіональні та локальні кліматичні умови, що викликає зростання чисельності та шкодочинності багатьох видів, особливо карантинних об'єктів, тому важливим резервом зростання продуктивності сільськогосподарських культур є захист рослин, який за останні десятиліття формується на інноваційних інтегрованих методологічних принципах [1; 2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основною зерною культурою на півдні України є пшениця озима. За розмірами посівних площ та обсягами валового збору зерна вона значно переважає інші зернові культури. Наявні сорти здатні забезпечувати врожайність на рівні 8–9 т/га і більше, проте недосконалість технологій її вирощування, несприятливі кліматичні умови, а також різноманітні стресові явища не дозволяють реалізувати повною мірою потенціал продуктивності культури. Зимові незгоди, нестача вологи у ґрунті та часті посухи призводять до значних втрат врожаю [3].

За сучасної технології вирощування, особливо в короткоротаційних сівозмінах, важливим питанням постає надійний захист сходів озимих зернових культур від шкідливих організмів, що в подальшому й обумовлює рівень врожайності культури [4].

Обмежене використання хімічних засобів захисту рослин і синтетичних мінеральних добрив стимулює селекціонерів до пошуку нових імунологічних особливостей у зернових колосових культур загалом та у пшениці озимій зокрема. Загальний фітосанітарний режим посівів починає змінюватися, відбувається накопичення зимуючих стадій хвороб та шкідників рослин, збільшуються об'єми запасів

насіння бур'янів у ґрунті. За опублікованими даними Інституту захисту рослин НААН України та інших наукових установ потенційні втрати врожаю від комплексу шкідливих організмів у посівах пшениці озимі становлять 37% [5].

В основу інтегрованих систем захисту рослин покладено біологізовані та екологізовані підходи для забезпечення рівноваги в агроєкосистемах, орієнтовані поряд з використанням агротехнічних, хімічних, біологічних та інших методів з використанням, насамперед, природних регуляторних механізмів. При цьому особлива роль належить фахівцям із захисту рослин, які, використовуючи теоретичні знання та практичні навички, здатні запланувати й впровадити систему захисту рослин для отримання високої урожайності та якості, максимальних економічних показників та мінімізації антропогенного тиску на довкілля [6]. В світових системах землеробства велику роль відіграють сучасні прилади, обладнання та технології, що контролюють загальний фізіологічний стан рослин, проводять фітосанітарний моніторинг тощо. Крім того, велике значення має використання нових засобів із захисту рослин біологічного походження, які мають безпосередній екологічно чистий вплив на шкідливий об'єкт і не шкодять довкіллю [7].

Зважаючи на те, що втрати зерна від хвороб становлять у середньому 10–20% потенційного врожаю, а за умов інтенсифікації виробництва можуть сягати 50%, розробка системи фунгіцидного захисту є не менш важливим елементом технології, ніж добір високопродуктивних сортів та оптимізація системи живлення [8, 9].

Важливою проблемою під час організації біологічного землеробства є вивчення того, як шкідники, хвороби та насіння бур'янів впливає на фітосанітарний стан посівів пшениці озимі, а також як імунологічні прийоми у системі вирощування можуть вплинути на збереження врожаю. Органічна складова сільськогосподарської галузі стала об'єктом вивчення багатьох вітчизняних та закордонних теоретиків і практиків [10–12].

За багаторічними даними в Степу в середньому за рік пересівається четверта частина посівів пшениці озимої [13]. Це спричинено не лише несприятливими погодними умовами осіннього та зимового періодів, але і прорахунками в технології вирощування пшениці. Найбільш впливовим технологічним елементом є вибір строку сівби залежно від ґрунтовокліматичних умов, адже строк сівби найбільше регулює ступінь розвитку рослин перед початком зимівлі та, відповідно, рівень стійкості до несприятливих чинників. Занадто ранні посіви можуть переростати, що погіршує їх перезимівлю [14].

Запізнення висіву спричиняє слабкий розвиток рослин, вони погано кущаться та потерпають від суховіїв [15].

Важливе місце у підвищенні врожайності та поліпшенні якості зерна належить удосконаленню технології вирощування пшениці озимої. Досягти успіхів в отриманні високих урожаїв зерна високої якості в теперішніх умовах дефіциту ресурсів можна за допомогою ресурсощадних технологій, які включають високий рівень агротехніки, оптимальні строки та інтегровані системи захисту рослин від хвороб, бур'янів і шкідників. Всі агротехнічні заходи у таких технологіях спрямовані на створення найкращих умов для розвитку рослин, на зменшення затрат матеріальних ресурсів, зниження собівартості зерна тощо [16].

Отже, отримання високої продуктивності агрофітоценозів можливе за використання сучасних сортів із високим генетичним потенціалом продуктивності з урахуванням їх біологічних особливостей та ґрунтово-кліматичних умов зони, удосконалення й розробки високоефективних, науково обґрунтованих систем живлення та захисту рослин від шкідливих організмів.

Мета – визначення продуктивності різних сортів пшениці озимої залежно від строків сівби та методів захисту рослин в умовах Південного Степу України.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводили протягом 2011–2013 рр. на дослідному полі Інституту зрошувального землеробства НААН, що знаходиться в південно-західній частині Херсонської області у 12 км від м. Херсона на землях Інгулецької зрошувальної системи.

Трифакторний дослід (фактор А – сорт, В – строк сівби, С – система захисту рослин) закладали методом рендомізованих розщеплених блоків. Повторність чотириразова, посівна площа ділянки третього порядку – 75 м², облікова – 50 м².

Об'єктом досліджень слугували наступні сорти.

Сорт пшениці озимої Кохана. Оригіна́тор: Інститут зрошувального землеробства НААН. Різновид *erythrospermum*. Короткостебловий сортотип. Характеризується високою репродуктивною здатністю, стійкий до вилягання. Морозостійкість вище середньої, посухостійкий.

Сорт пшениці озимої Овідій. Оригіна́тор: Інститут зрошувального землеробства НААН. Різновид *lutescens*. Сорт є одним з найбільш зимостійких в Україні – до 95% перезимівлі (рослини протягом 85 днів знаходяться під кригою). Морозостійкість вище середньої, посухостійкість і термостійкість високі.

Сорт пшениці озимої Марія. Оригіна́тор: Інститут зрошувального землеробства НААН. Різновид *erythrospermum*. Стійкий до вилягання та ураження хворобами. Посухостійкий.

Строк сівби: перший – 20 вересня, другий – 01 жовтня, третій – 10 листопада.

Система захисту рослин: контроль (обробка водою), біозахист, хімзахист.

Використовували методичні рекомендації з проведення польових дослідів [17–19].

Результати досліджень. За результатами аналізу одержаних експериментальних даних встановлено, що в середньому за роки досліджень максимальний рівень урожайності зерна понад 7 т/га сформував сорт Кохана за біологічного та хімічного захисту рослин незалежно від строків сівби (табл. 1).

Також цей показник перевищив 7 т/га на ділянках із сортом Марія за першого строку сівби (20.09) та дотриманні хімічного захисту рослин. Мінімальна врожайність 5,59 т/га сформувалась у контрольному варіанті з сортом Овідій за третього строку сівби (10.10) та без захисту рослин.

За сортовим складом перевагу за врожайністю зерна пшениці озимої мав сорт Кохана, який сформував у середньому по фактору 7,01 т/га. У варіанті

Таблиця 1 – Урожайність зерна сортів пшениці озимої залежно від строків сівби і захисту рослин (середнє за 2010–2013 рр.)

| Сорт (фактор А) | Строк сівби (фактор В) | Захист рослин (фактор С) | | | Середнє по факторах | |
|--|------------------------|--------------------------|-----------|-----------|---------------------|------|
| | | контроль | біозахист | хімзахист | В | А |
| Овідій | Перший (20.09) | 5,65 | 6,38 | 6,48 | 6,17 | 6,18 |
| | Другий (01.10) | 5,90 | 6,34 | 6,69 | 6,31 | |
| | Третій (10.10) | 5,59 | 6,07 | 6,48 | 6,05 | |
| Марія | Перший (20.09) | 6,27 | 6,90 | 7,01 | 6,73 | 6,61 |
| | Другий (01.10) | 6,22 | 6,78 | 6,86 | 6,62 | |
| | Третій (10.10) | 6,17 | 6,65 | 6,61 | 6,48 | |
| Кохана | Перший (20.09) | 6,83 | 7,06 | 7,15 | 7,01 | 7,01 |
| | Другий (01.10) | 6,91 | 7,01 | 7,24 | 7,05 | |
| | Третій (10.10) | 6,77 | 7,00 | 7,14 | 6,97 | |
| Середнє по фактору С | | 6,26 | 6,69 | 6,85 | 6,60 | |
| НІР ₀₅ часткових відмінностей, т/га: А–0,25; В–0,25; С – 0,25 головних ефектів, т/га: А– 0,23; В– 0,23; С – 0,23 | | | | | | |

з сортом Марія досліджуваний показник зменшився на 6,1% (до 6,61 т/га). Мінімальне середньофакторіальне значення врожайності (6,18 т/га) відзначено на ділянках з сортом Овідій, що менше за сорт Кохана на 13,6%.

Сорт Овідій характеризувався найбільшою врожайністю 6,31 т/га за другого строку сівби (01.10). За першого і третього строків сівби вона неістотно зменшилась на 2,3 та 4,3%, відповідно.

На ділянках з сортом Марія найкраще проявив себе перший строк сівби (20.09), який забезпечив найбільшу врожайність зерна на рівні 6,73 т/га, а за інших строків вона мала тенденцію до зменшення на 1,6–3,9%. У сорту Кохана проявилась несуттєва (на 0,6–1,2%) тенденція зростання врожайності до 7,01–7,05 т/га за другого (01.10) та першого (20.09) строків сівби.

По фактору С (захист рослин) доведена перевага застосування як біологічних, так і хімічних засобів із захисту рослин. Слід зауважити, що у контрольному варіанті в середньому врожайність зерна досліджуваної культури склала 6,26 т/га, за біологічного захисту зросла на 6,9% (до 6,69 т/га), а максимальної величини сягнула за хімічної системи захисту – до 6,85 т/га, що більше за контроль на 9,5%. Зауважимо, що різниця між біологічним і хімічним захистом рослин була несуттєвою (менше HIP_{05} по цьому фактору – 0,23 т/га) і склала 0,16 т/га або 2,4%.

Розрахунками доведено, що всі прирости врожайності зерна пшениці озимої як від біологічного, так і від хімічного захисту рослин були математично достовірними, крім біологічного захисту на сорті Кохана – лише 2,7%, або 0,19 т/га (HIP_{05} по цьому фактору 0,23 т/га).

Хімічний захист рослин на сорті Овідій забезпечив максимальну ефективність – приріст врожайності 0,84 т/га (14,6%). На інших сортах він теж був математично доказовим – 0,61 та 0,34 т/га, або відповідно 9,8 та 5,0%.

Слід відмітити, що біологічний захист рослин від хвороб і шкідників, крім додатково зібраного врожаю зерна, сприяв отриманню екологічно безпечної продукції та зберігав навколишнє середовище. Це свідчить про перспективність застосування біологічних препаратів при вирощуванні пшениці озимої на зрошуваних землях Південного Степу України.

Параметри адаптивності досліджуваних сортів пшениці озимої знаходились під різним впливом за його характером дії та взаємодії елементів технології вирощування – строків сівби та захисту рослин (табл. 2).

Стресостійкість виявилась найкращою у сорту Кохана, як відносно строків сівби (–0,08), так стосовно захисту рослин (–0,47). При цьому різниця між сортом Кохана та іншими соритами, продуктивність яких вивчалась у дослідях, склала по фактору

Таблиця 2 – Параметри адаптивності досліджуваних сортів пшениці озимої залежно від строків сівби та захисту рослин (середнє за 2010–2013 рр.)

| Сорт | Параметри | | | | |
|--------------------------|--|--|--------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | стресостійкість $x_{lim} - x_{opt}$ | генетична гнучкість $(x_{lim} + x_{opt})/2$ | коефіцієнт варіації $V, \%$ | гомеостатичність H_{om} | селекційна цінність S_c |
| Строк сівби (фактор В) | | | | | |
| Овідій | –0,26 | 6,18 | 15,7 | 355,7 | 6,45 |
| Марія | –0,25 | 6,60 | 8,1 | 523,5 | 6,86 |
| Кохана | –0,08 | 7,01 | 2,2 | 3700,5 | 7,10 |
| Захист рослин (фактор С) | | | | | |
| Овідій | –1,04 | 6,14 | 1,1 | 72,0 | 5,13 |
| Марія | –0,84 | 6,59 | 0,9 | 144,6 | 5,80 |
| Кохана | –0,47 | 7,01 | 0,3 | 536,5 | 6,55 |

Таблиця 3 – Кількість зерен у колосі у рослин пшениці озимої залежно від сортового складу, строків сівби та захисту рослин, шт. (середнє за 2010–2013 рр.)

| Сорт (фактор А) | Строк сівби (фактор В) | Захист рослин (фактор С) | | | Середнє по факторах | |
|--|------------------------|--------------------------|-----------|-----------|---------------------|------|
| | | контроль | біозахист | хімзахист | В | А |
| Овідій | Перший (20.09) | 25,9 | 28,0 | 26,0 | 26,7 | 30,1 |
| | Другий (01.10) | 29,2 | 31,1 | 30,0 | 30,1 | |
| | Третій (10.10) | 33,1 | 31,2 | 36,1 | 33,5 | |
| Марія | Перший (20.09) | 27,7 | 29,4 | 32,4 | 29,8 | 32,6 |
| | Другий (01.10) | 32,2 | 33,9 | 37,0 | 34,4 | |
| | Третій (10.10) | 32,8 | 32,1 | 36,0 | 33,6 | |
| Кохана | Перший (20.09) | 30,6 | 30,3 | 31,8 | 30,9 | 32,5 |
| | Другий (01.10) | 33,3 | 32,6 | 34,5 | 33,5 | |
| | Третій (10.10) | 32,4 | 33,2 | 33,5 | 33,0 | |
| Середнє по фактору С | | 30,8 | 31,3 | 33,0 | 31,7 | |
| HIP_{05} часткових відмінностей, шт.: А– 1,4; В– 1,4; С – 1,4 головних ефектів, шт.: А– 1,1; В– 1,1; С – 1,1 | | | | | | |

В – 3,2–3,3 рази, а по фактору С – 78,7–121,2%. Це свідчить про здатність сорту Кохана протидіяти несприятливим стрес-факторам, а у першу чергу негативному прояву посухи (високі температури й низька вологість повітря, нестача атмосферних опадів, суховії з високою швидкістю вітру тощо).

Найгірша стресостійкість проявилась у сорту Овідій, особливо при порівнянні за фактором С (захист рослин), де вона підвищилась до –1,04.

Генетична гнучкість мінімальні значення (в межах 6,14–6,18) мала у сорту Овідій, а на інших сортах вона підвищилась до 6,59–7,01, або на 6,8–14,2%. При цьому перевагу як за строками сівби, так і стосовно захисту рослин мав сорт Кохана.

Коефіцієнт варіації за строками сівби свідчить про середній рівень варіювання при вирощуванні сорту Овідій – 15,7%. На сортах Марія та Кохана цей показник зменшився в 1,9–7,1 рази й склав 8,1 і 2,2%. Щодо впливу захисту рослин, то коефіцієнт варіації мав на всіх досліджуваних сортах мінімальні значення – 0,3–1,1%, особливо у сорту Кохана.

Гомеостатичність набула дуже високого рівня у варіанті з сортом Кохана – 3701 (фактор В) та 537 (фактор С). На інших сортах цей показник виявився набагато меншим – по сорту Марія в 3,7–7,1 рази, а по сорту Овідій ще більш істотно – 7,5–10,4 рази.

Селекційна цінність мала найбільшу величину (7,10) при порівнянні впливу строків сівби у варіанті з сортом Кохана. На інших сортах цей показник зменшився на 3,5 і 10,1%, відповідно. Подібна закономірність зафіксована також і відносно захисту рослин (фактор С), коли сорт Кохана переважав за показником селекційної цінності сорт Овідій на 27,7%, а сорт Марія – на 12,9%.

Строки сівби та захист рослин по різному впливали на структуру врожаю та якість зерна пшениці, зокрема на кількість зерен у колосі (табл. 3).

Максимального значення цей показник продуктивності рослин на рівні 37,0 шт./колос сягнув у варіанті з вирощуванням сорту Марія за другого строку сівби (01.10) та при використанні для захисту рослин хімічних засобів.

Крім того, висока кількість зерен у колосі (понад 36 шт.) виявилась у сортів Овідій та Марія за третього строку сівби та хімічному захисті рослин. Найменші його значення у межах 25,9 шт./колос сформувались у сорту Овідій за першого строку сівби та без використання біологічних або хімічних засобів захисту рослин.

У середньому по першому досліджуваному фактору (сорт – фактор А) майже однакова кількість зерен на колосі (32,5–32,6 шт.) одержано за вирощування сортів Кохана та Марія. Цей показник про-

Таблиця 4 – Маса 1000 зерен (г) у сортів пшениці озимої залежно від строків сівби та захисту рослин (середнє за 2010–2013 рр.)

| Сорт (фактор А) | Строк сівби (фактор В) | Захист рослин (фактор С) | | | Середнє по факторах | |
|---|------------------------|--------------------------|-----------|-----------|---------------------|------|
| | | контроль | біозахист | хімзахист | В | А |
| Овідій | Перший (20.09) | 42,7 | 43,1 | 43,4 | 43,1 | 41,0 |
| | Другий (01.10) | 39,0 | 39,3 | 39,2 | 39,2 | |
| | Третій (10.10) | 40,5 | 41,1 | 40,8 | 40,8 | |
| Марія | Перший (20.09) | 46,6 | 46,3 | 47,8 | 46,9 | 43,2 |
| | Другий (01.10) | 41,3 | 41,6 | 42,9 | 41,9 | |
| | Третій (10.10) | 39,4 | 41,2 | 41,5 | 40,7 | |
| Кохана | Перший (20.09) | 46,9 | 47,3 | 48,0 | 47,4 | 44,7 |
| | Другий (01.10) | 42,2 | 44,1 | 44,0 | 43,4 | |
| | Третій (10.10) | 41,1 | 44,2 | 44,1 | 43,1 | |
| Середнє по фактору С | | 42,2 | 43,1 | 43,5 | 43,0 | |
| НІР ₀₅ часткових відмінностей, шт.: А – 1,4; В – 1,4; С – 1,4 головних ефектів, шт.: А – 1,1; В – 1,1; С – 1,1 | | | | | | |

Таблиця 5 – Натура зерна (г/л) у сортів пшениці озимої залежно від строків сівби та захисту рослин (середнє за 2010–2013 рр.)

| Сорт (фактор А) | Строк сівби (фактор В) | Захист рослин (фактор С) | | | Середнє по факторах | |
|---|------------------------|--------------------------|-----------|-----------|---------------------|-----|
| | | контроль | біозахист | хімзахист | В | А |
| Овідій | Перший (20.09) | 782 | 787 | 789 | 786 | 784 |
| | Другий (01.10) | 781 | 784 | 788 | 784 | |
| | Третій (10.10) | 777 | 785 | 779 | 780 | |
| Марія | Перший (20.09) | 786 | 782 | 793 | 787 | 787 |
| | Другий (01.10) | 791 | 789 | 786 | 789 | |
| | Третій (10.10) | 785 | 790 | 781 | 785 | |
| Кохана | Перший (20.09) | 779 | 782 | 788 | 783 | 782 |
| | Другий (01.10) | 785 | 784 | 786 | 785 | |
| | Третій (10.10) | 785 | 781 | 771 | 779 | |
| Середнє по фактору С | | 783 | 785 | 785 | 784 | |
| НІР ₀₅ часткових відмінностей, г/л: А – 8,4; В – 8,4; С – 8,4 головних ефектів, г/л: А – 5,9; В – 5,9; С – 5,9 | | | | | | |

дуктивності зменшився на 7,9–8,3% (до 30,1 шт./колос) у сорту Овідій, що можна пояснити реакцією цього сорту, який в інших польових дослідках характеризувався високою потенційною продуктивністю на дуже посушливі погодні умови 2012 р.

Сорт Овідій сформував найбільшу кількість зерен на колосі 33,5 шт. за його висівання у третій строк – 10 жовтня, що було більше на 11,3% за другий строк, а також на 25,5% – за перший строк сівби. У сортів Марія та Кохана максимальна кількість зерен на одному колосі була одержана за другого строку сівби (01.10) – 34,4 і 33,5 шт. відповідно. За інших строків висівання насіння досліджуваної культури відбулося зниження даного показника в широким межах – від 1,5 до 12,8%.

У контрольному варіанті без внесення засобів із захисту рослин у середньому по фактору С кількість зерен на колосі склала 30,8 шт. За біологічного захисту даний показник несуттєво підвищився на 1,6% (до 31,3 шт./колос). Хімічний захист пшениці озимої мав найкращу результативність й переважав контрольний варіант на 7,1%, а біологічний захист рослин – на 5,4%.

Щодо формування маси 1000 зерен, то у польових дослідках проявились інші закономірності формування даного показника, ніж були зафіксовані за показником «кількість зерен з одного колосу» (табл. 4).

Максимальна маса 1000 зерен на рівні 48,0 г зафіксована у сорту Кохана за першого строку сівби (20.09) на фоні хімічного захисту рослин від шкідливих організмів. Мінімальні значення цього показника в межах 39,0–39,2 г одержано у сорту Овідій за другого строку сівби (01.10) незалежно від впливу захисту рослин ($НІР_{05}$ для часткових відмінностей становила 1,4 г).

При порівнянні маси 1000 зерен математично доведена перевага сорту Кохана, у якого цей показник підвищився в середньому по фактору на 3,4–8,9%, порівняно з сортами Овідій та Марія.

Строки сівби різною мірою відобразились на величині маси 1000 зерен пшениці озимої. У сорту Овідій цей показник був найбільшим (43,1 г) за першого строку сівби (20.09). За висівання цього сорту у другий строк (01.10) відбулося зниження маси 1000 зерен на 9,9%, а за третього строку (10.10) – відзначено його деяке підвищення на 4,2%. У сортів Марія і Кохана перший строк сівби теж був найефективнішим, за якого досліджуваний показник підвищився в середньому по фактору до 46,9 і 47,4 г. При цьому другий і третій строки сівби мали між собою близькі значення з різницею лише 0,7–3,4%.

Захист рослин проявив слабку тенденцію зростання маси 1000 зерен за використання біологічних та хімічних засобів захисту рослин. У контрольному варіанті цей показник склав у середньому 42,2 г, а у варіантах з біо- та хімічним захистом рослин від шкідливих організмів зафіксовано його підвищення на 2,2 і 3,2% відповідно.

Натура зерна пшениці озимої слабко змінювалась під впливом досліджуваних чинників (табл. 5).

Найменшим, на рівні 771 г/л, цей показник виявився за вирощування сорту Кохана за третього

строку сівби (10.10) та із застосуванням хімічних засобів захисту рослин проти шкідливих організмів. Натура зерна підвищилась до свого максимального значення 793 г/л у варіанті з сортом Марія за першого строку сівби та теж за хімічного захисту рослин пшениці озимої.

У середньому по першому досліджуваному фактору (сорт – фактор А) проявилась незначна перевага сорту Марія, в якого даний показник склав у середньому 787 г/л. На сорті Овідій він неістотно зменшився на 0,4% (до 784 г/л), а на сорті Кохана – на 0,6% (до 782 г/л).

Строки сівби (фактор В) також неістотно, в межах 0,2–0,8%, вплинули на формування натури зерна досліджуваних сортів, причому проявилась деяка перевага першого строку сівби у сорту Овідій та, відповідно, другого строку – у сортів Марія та Кохана.

По третьому досліджуваному фактору (захист рослин) проявилась дуже слабка тенденція зростання натури зерна на 0,1–0,2% в напрямку від контрольного варіанту (783 г/л) до варіантів із застосуванням біологічних і хімічних засобів захисту рослин, які мали однаковий показник – 785 г/л.

За результатами проведення лабораторних аналізів встановлено, що максимальний вміст білка в зерні пшениці озимої одержано у сорту Овідій за другого строку сівби (01.10) та дотриманні хімічного захисту рослин.

Досліджуваний показник якості зменшився на 2,8% у варіанті з сортом Кохана за першого строку сівби та без (контроль з обробкою водою).

За вмістом клейковини максимальною величиною на рівні 36,4% характеризувався сорт Кохана за другого строку сівби (01.10) та дотриманні хімічного захисту рослин. Даний показник сягнув мінімального значення й зменшився на 45,6 відсоткових пунктів у сорту Овідій за сівби у третій строк та за хімічного захисту рослин.

За показником ВДК (вимірювача деформації клейковини) різниця між досліджуваними варіантами була ще більш істотною. Так, найменше значення її (45) зафіксували у сорту Марія за сівби у другий строк (01.10) та без застосування біологічних та хімічних засобів захисту рослин. ВДК суттєво в 2,1 рази (до 95) підвищилось у варіанті з сортом Кохана за третього строку сівби та при забезпеченні хімічної системи захисту рослин.

За сівби у перший строк (20.09) сформувався найменший вміст білка в зерні – на рівні 11,8%, а перенесення сівби на другий та третій строк (1 та 10 жовтня) обумовило неістотне зростання цього показника – в середньому по фактору В на 3,8 і 3,2 відсоткові пункти відповідно.

Біологічний та хімічний захист рослин сприяли зростанню вмісту білка в зерні від 11,8% на контрольному варіанті до 12,0–12,4%, або на 1,1–4,5 відсоткових пунктів.

За вмістом клейковини математично доказовий приріст мав сорт Кохана – до 32,3%, або на 10,1%, порівняно з сортом Овідій. Також цей показник високим виявився у сорту Марія – 31,9%. Різниця між сортами Кохана та Марія була неістотною – лише 1,2 відсоткових пунктів.

Мінімальний вміст клейковини, в середньому 30,0%, зафіксовано за другого строку сівби (01.10). За першого та третього строків сівби даний показник підвищився на 5,1–6,7 відсоткових пунктів.

Захист посівів від шкідливих організмів проявив тенденцію зростання вмісту клейковини в зерні досліджуваної культури на 1,4–3,1 відсоткових пунктів з перевагою біологічного захисту рослин.

За показником ВДК перевагу мав сорт Кохана, де він сягнув максимальної величини – 79,9. На інших сортах цей показник істотно зменшився на 7,5–12,6%.

Третій строк сівби сприяв зростанню ВДК у середньому по фактору В до 81,4, що більше за перший строк на 7,3%, а за другий – на 7,9%.

Біологічний захист рослин забезпечив зростання даного показника якості зерна пшениці озимої від 68,9 до 77,3, або на 12,3%. Застосування хімічного захисту було ще більш результативним й сприяло зростанню ВДК на 18,6%.

Висновки. Строки сівби, сортові особливості та захист рослин пшениці озимої впродовж вегетації культури впливають на продуктивність рослин.

Максимальна маса 1000 зерен на рівні 48,0 г зафіксована у сорту Кохана за першого строку сівби (20.09) на фоні хімічного захисту рослин від шкідливих організмів.

Строки сівби різною мірою відобразились на величині маси 1000 зерен пшениці озимої. У сорту Овідій цей показник був найбільшим (43,1 г) за першого строку сівби (20.09). У сортів Марія і Кохана перший строк сівби теж був найефективнішим, за якого досліджуваний показник підвищився в середньому по фактору до 46,9 і 47,4 г.

Захист рослин проявив слабку тенденцію зростання маси 1000 зерен за використання біологічних та хімічних засобів захисту рослин. У контрольному варіанті цей показник склав у середньому 42,2 г, а у варіантах з біо- та хімічним захистом рослин від шкідливих організмів зафіксовано його підвищення на 2,2 і 3,2 % відповідно.

Встановлено, що максимальний рівень урожайності зерна понад 7 т/га сформував сорт Кохана за біологічного та хімічного захисту рослин незалежно від строків сівби.

Якість клейковини досліджуваних сортів та за всіх строків сівби і систем захисту рослин була I–II груп. Застосування хімічного та біологічного захисту рослин на всіх досліджуваних сортах і строках сівби покращували показники якості зерна й воно мало характеризувалось належністю за вимогами ДСТУ 3768:2010 до II–III класу якості.

Біологічний захист рослин від хвороб і шкідників, крім додатково зібраного врожаю зерна, сприяв отриманню екологічно безпечної продукції та зберігав навколишнє середовище. Це засвідчує перспективність застосування біологічних препаратів при вирощуванні пшениці озимої на зрошуваних землях Південного Степу України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Стефановська Т. Р., Підліснюк В. В. Оцінка вразливості до змін клімату сільського господарства України. *Екологічна безпека*. 2010. № 9. С. 62–66.

2. Нечипоренко О. Стан та перспективи адаптації аграрного сектору економіки України до глобальних змін клімату. *Економіст*. 2016. № 11. С. 11–14.

3. Коваленко А. М., Кіріяк Ю. П. Урожайність та якість насіння різних сортів пшениці озимої залежно від агроприйомів вирощування за умов зміни клімату. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2018. № 5. С. 21–21.

4. Косилович Г., Голячук Ю. Інтегрована система захисту озимої пшениці від шкідливих організмів. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Агрономія*. 2017. № 21. С. 158–164.

5. Моргун В. В., Топчій Т. В. Значення стійких сортів озимої пшениці, вивчення джерел і донорів стійкості до шкідників та основних збудників хвороб. *Фізіологія рослин і генетика*. 2018. Т. 50, № 3. С. 218–240.

6. Вожегова Р. А., Кривенко А. І. Вплив біопрепаратів на продуктивність пшениці озимої та економічно-енергетичну ефективність технології її вирощування в умовах Півдня України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2019. Вип. 1(101). С. 39–46. URL: [https://doi.org/10.31521/2313-092X/2019-1\(101\)-6](https://doi.org/10.31521/2313-092X/2019-1(101)-6).

7. Башлай А. Г. Реакція рослин пшениці озимої на фітопатогени за умов біологізації землеробства. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія»*. 2020. Вип. 1(39). С. 3–13.

8. Марковська О. Є. Продуктивність сівозміни залежно від систем основного обробітку ґрунту та добрив в умовах зрошення Півдня України. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2018. №4(74). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/%20dopovidi2018.04.010/10031>.

9. Markovska O. Y., Pikovskiy M. Y., Nikishov O. O. Optimization of the system of irrigated winter wheat protection against harmful organisms in southern Ukraine. *Біоресурси і природокористування*. 2018. Том 10, № 3–4. С. 98–104. DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/bio2018.03.012>.

10. Lammerts van Bueren E. T., Struik P. C., Jacobsen E. Ecological concepts in organic farming and their consequences for an organic crop ideotype. *Netherlands Journal of Agricultural Science*. 2002. № 50. С. 1–26.

11. Murphy K. M., Campbell K. G., Lyon S. R., Jones S. S. Evidence of varietal adaptation to organic farming system. *Field Crops Research*. 2007. № 102. P. 172–177.

12. Wolfe M. S., Baresel J. P., Desclaux D, Goldringer I., Hoard S., Kovacs G., Lammerts van Bueren E. T. Developments in breeding cereals for organic agriculture. *Euphytica*. 2008. № 163. С. 323–346.

13. Корхова М. М. Озимі пшениця та ріпак. Строки сівби пшениці. *Агрономія сьогодні*. 2020. № 3(18). С. 13–17.

14. Ткачук В., Тимошук Т. Вплив строків сівби на продуктивність пшениці озимої. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 98 (3). С. 38–44.

15. Кривенко А. І., Почколіна С. В., Безеде Н. Г. Урожайність та якість зерна перспективних сортів озимої пшениці за різними строками сівби в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 107. С. 78–85.

16. Вожегова Р. А., Сергєєв Л. А. Оптимізація систем удобрення та захисту рослин для підвищення насінневої продуктивності пшениці озимої в умовах

півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2018. № 101. С. 25–30.

17. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Методика польового дослідження (Зрошуване землеробство): навчальний посібник. Херсон : Грін Д.С., 2014. 448 с.

18. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Статистичний аналіз результатів польових дослідів у землеробстві. Херсон : Айлант, 2013. 381 с.

19. Трибель С. О., Гетьман М. В., Стригун О. О., Ковалишина Г. М., Андрущенко А. В. Методологія оцінювання стійкості сортів пшениці проти шкідників і збудників хвороб. Київ : Колоб'їг, 2010. С. 392.

REFERENCES:

1. Stefanovska, T.R., & Pidlisnyuk, V.V. (2010). Otsinka vrazlyvosti do zmin klimatu silskoho hospodarstva Ukrayiny [Assessment of the vulnerability of Ukrainian agriculture to climate changes]. *Ekolohichna bezpeka – Ecological safety*, 9, 62–66 [in Ukrainian].

2. Nechyporenko, O. (2016). Stan ta perspektyvy adaptatsiyi ahromoho sektoru ekonomiky Ukrayiny do hlobalnykh zmin klimatu [State and prospects of adaptation of the agricultural sector of the economy of Ukraine to global climate changes]. *Ekonomist – Economist*, 11, 11–14 [in Ukrainian].

3. Kovalenko, A.M., & Kiriya, Yu.P. (2018). Urozhaynist ta yakist nasynnya riznykh sortiv pshenytsi ozymoyi zalezno vid ahropriyomiv vyroshchuvannya za umov zminy klimatu [Yield and quality of seeds of different varieties of winter wheat depending on agricultural methods of cultivation under conditions of climate change]. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrayiny – Scientific reports of NUBiP of Ukraine*, 5, 21–21 [in Ukrainian].

4. Kosylovych, H., & Holyachuk, Yu. (2017). Intehrovana sistema zakhystu ozymoyi pshenytsi vid shkidlyvykh orhanizmiv [Integrated system of protection of winter wheat from harmful organisms]. *Visnyk Lvivskoho natsionalno ahromoho universytetu. Ahronomiya – Bulletin of the Lviv National Agrarian University. Agronomy*, 21, 158–164 [in Ukrainian].

5. Morhun, V.V., & Topchii, T.V. (2018). Znachennya stiykykh sortiv ozymoyi pshenytsi, vyvchennya dzherel i donoriv stiykosti do shkidnykiv ta osnovnykh zbudnykiv khvorob [The importance of resistant varieties of winter wheat, the study of sources and donors of resistance to pests and major pathogens]. *Fiziolohiya roslyn i henytyka – Physiology of plants and genetics*, 50, 3, 218–240 [in Ukrainian].

6. Vozhehova, R.A., & Kryvenko, A.I. (2019). Vplyv biopreparativ na produktyvnist pshenytsi ozymoyi ta ekonomichno-enerhetychnu efektyvnist tekhnolohiyi yiyi vyroshchuvannya v umovakh Pivdnya Ukrayiny [The influence of biological preparations on the productivity of winter wheat and the economic and energy efficiency of its cultivation technology in the conditions of Southern Ukraine]. *Visnyk ahromoyi nauky Prychornomor'ya Herald of Agrarian Science of the Black Sea Region*, 1(101), 39–46. URL: [https://doi.org/10.31521/2313-092X/2019-1\(101\)-6](https://doi.org/10.31521/2313-092X/2019-1(101)-6) [in Ukrainian].

7. Bashlay, A.H. (2020). Reaktsiya roslyn pshenytsi ozymoyi na fitopatoheny za umov biolohizatsiyi zemlerobstva [The reaction of winter wheat plants to phytopath-

ogens under the conditions of biologization of agriculture]. *Visnyk Sumskoho natsionalno ahromoho universytetu. Seriya "Ahronomiya i biolohiya" – Bulletin of the Sumy National Agrarian University. "Agronomy and Biology" series*, 1(39), 3–13 [in Ukrainian].

8. Markovska, O.Ye. (2018). Produktyvnist sivozminy zalezno vid system osnovnoho obrobittu gruntu ta dobryv v umovakh zroshennya Pivdnya Ukrayiny [Productivity of crop rotation depending on the systems of main tillage and fertilizers in the irrigation conditions of the South of Ukraine]. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrayiny – Scientific reports of NUBiP of Ukraine*, 4(74). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/%20dopovidi2018.04.010/10031> [in Ukrainian].

9. Markovska, O.Y., Pikovskiy, M.Y., & Nikishov, O.O. (2018). Optimization of the system of irrigated winter wheat protection against harmful organisms in southern Ukraine. *Bioresursy i pryrodokorystuvannya – Biore-sources and nature management*, 10, 3–4, 98–104

10. Lammerts van Bueren, E.T., Struik, P.C., & Jacobsen, E. (2002). Ecological concepts in organic farming and their consequences for an organic crop ideotype. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 50, 1–26

11. Murphy, K.M., Campbell, K.G., Lyon, S.R., & Jones, S.S. (2007). Evidence of varietal adaptation to organic farming system. *Field Crops Research*, 102, 172–177

12. Wolfe, M.S., Baresel, J.P., Desclaux, D., Goldringer, I., Hoad, S., Kovacs, G., & Lammerts van Bueren, E.T. (2008). Developments in breeding cereals for organic agriculture. *Euphytica*, 163, 323–346

13. Korkhova, M.M. (2020). Ozymi pshenytsya ta ripak. Stroky sivby pshenytsi [Winter wheat and rapeseed. Wheat sowing dates]. *Ahronomiya sohodni Agronomy today*, 3(18), 13–17 [in Ukrainian].

14. Tkachuk, V., & Tymoshchuk, T. (2020). Vplyv strokiv sivby na produktyvnist pshenytsi ozymoyi [The influence of sowing dates on the productivity of winter wheat]. *Visnyk ahromoyi nauky – Herald of Agrarian Science*, 98 (3), 38–44 [in Ukrainian].

15. Kryvenko, A.I., Pochkolina, S.V., & Bezede, N.H. (2019). Urozhaynist ta yakist zerna perspektyvnykh sortiv ozymoyi pshenytsi za riznymy strokami sivby v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrayiny [Yield and grain quality of promising winter wheat varieties at different sowing dates in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine]. *Tavriyskyy naukovyy visnyk – Taurian Scientific Bulletin*, 107, 78–85 [in Ukrainian].

16. Vozhehova, R.A., & Serhyeyev, L.A. (2018). Optimizatsiya system udobrennya ta zakhystu roslyn dlya pidvyshchennya nasynnyevoyi produktyvnosti pshenytsi ozymoyi v umovakh pivdnya Ukrayiny [Optimization of fertilization and plant protection systems to increase seed productivity of winter wheat in southern Ukraine]. *Tavriyskyy naukovyy visnyk – Taurian Scientific Bulletin*, 101, 25–30 [in Ukrainian].

17. Ushkarenko, V.O., Vozhehova, R.A., Holoborodko, S.P. & Kokovikhin, S.V. (2014). *Metodyka polovoho doslidu (Zroshuvane zemlerobstvo)* [Field experiment methodology (Irrigated agriculture)]. Kherson: Hrin D.S. [in Ukrainian].

18. Ushkarenko, V.O., Vozhehova, R.A., Holoborodko, S.P., & Kokovikhin, S.V. (2013). *Statystychnyy ana-*

liz rezultativ polovykh doslidiv u zemlerobstvi [In Statistical analysis of the results of field experiments in agriculture]. Kherson: Aylant, 381 [in Ukrainian].

19. Trybel, S.O., Hetman, M.V., Stryhun, O.O., Kovalyshyna, H.M., & Andryushchenko, A.V. (2010). *Metodolohiya otsynuyvannya stiykosti sortiv pshenytsi proty shkidnykiv i zbudnykiv khvorob [Methodology for assessing the resistance of wheat varieties against pests and pathogens]*. Kyiv: Kolobih, 392 [in Ukrainian].

Гадзало Я.М., Вожегова Р.А., Лікар Я.О. Продуктивність сортів пшениці озимої залежно від строків сівби, біологічної та хімічної систем захисту рослин від хвороб і шкідників в умовах зрошення

Мета. Визначення продуктивності різних сортів пшениці озимої залежно від строків сівби та методів захисту рослин в умовах Південного Степу України. **Методи.** Застосовано сукупність загальнонаукових методів і підходів емпіричного та теоретичного пізнання: абстрактно-логічний, статистичний, моделювання, узагальнення; трифакторний польовий дослід. **Результати досліджень.** В середньому за роки досліджень максимальний рівень урожайності зерна понад 7 т/га сформував сорт Кохана за біологічного та хімічного захисту рослин незалежно від строків сівби. За сортовим складом перевагу за врожайністю зерна пшениці озимої мав сорт Кохана, який сформував у середньому по фактору А 7,01 т/га. У варіанті з сортом Марія досліджувані показники зменшилися на 6,1% (до 6,61 т/га). Мінімальне середньофакторіальне значення врожайності (6,18 т/га) відзначено на ділянках з сортом Овідій, що менше за сорт Кохана на 13,6%. По фактору С (захист рослин) доведена перевага застосування як біологічних, так і хімічних засобів із захисту рослин. У контрольному варіанті в середньому, врожайність зерна досліджуваної культури склала 6,26 т/га, за біологічного захисту зросла на 6,9% (до 6,69 т/га), а максимальної величини сягнула за хімічної системи захисту – до 6,85 т/га, що більше за контроль на 9,5%. Максимальна маса 1000 зерен на рівні 48,0 г зафіксована у сорту Кохана за першого строку сівби (20.09) на фоні хімічного захисту рослин від шкідливих організмів. За вмістом клейковини максимальною величиною на рівні 36,4% характеризувався сорт Кохана за другого строку сівби (01.10) та дотриманні хімічного захисту рослин. Натура зерна підвищилась до свого максимального значення 793 г/л у варіанті з сортом Марія за першого строку сівби та теж за хімічного захисту рослин пшениці озимої. За показником ВДК (вимірвача деформації клейковини) до 95 підвищилось у варіанті з сортом Кохана за третього строку сівби та при забезпеченні хімічної системи захисту рослин. **Висновки.** Строки сівби, сортові особливості та захист рослин пшениці озимої впродовж вегетації культури впливають на продуктивність рослин. Максимальний рівень урожайності зерна понад 7 т/га сформував сорт Кохана за біологічного та хімічного захисту рослин незалежно від строків сівби. Застосування хімічного та біологічного захисту рослин на всіх досліджуваних сортах і строках сівби покращували показники якості зерна й воно мало характеризувалося належністю за вимогами ДСТУ 3768:2010 до II–III класу якості.

Ключові слова: трифакторний польовий дослід, зернові культури, метод захисту, агротехнологія, урожайність, маса тисячі зерен, якість зерна, клейковина.

Hadzalo Ya., Vozhehova R., Likar Ya. Productivity of winter wheat varieties depending on the timing of sowing, biological and chemical systems of plant protection against diseases and pests under irrigation conditions

The purpose of the article - determining the productivity of different varieties of winter wheat depending on the timing of sowing and methods of plant protection in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine.

Research methods. A set of general scientific methods and approaches of empirical and theoretical knowledge is applied: abstract-logical, statistical, modeling, generalization; three-factor field experiment.

Research results. On average, over the years of research, the maximum level of grain yield of more than 7 t/ha was formed by the Kohana variety under biological and chemical plant protection, regardless of the timing of sowing. According to the varietal composition, the advantage in winter wheat grain yield was the Kohana variety, which formed an average of 7.01 t/ha in terms of the A factor. In the variant with the Maria variety, the studied indicator decreased by 6.1% (to 6.61 t/ha). The minimum average factorial yield value (6.18 t/ha) was noted on the plots with the Ovid variety, which is 13.6% less than the Kohana variety. According to factor C (plant protection), the advantage of using both biological and chemical means of plant protection has been proven. In the control version, on average, the grain yield of the studied crop was 6.26 t/ha, under biological protection it increased by 6.9% (to 6.69 t/ha), and it reached its maximum value under the chemical protection system - up to 6.85 t/ha, which is 9.5% more than the control. The maximum weight of 1000 grains at the level of 48.0 g was recorded in the Kohana variety during the first sowing period (20.09) against the background of chemical protection of plants against harmful organisms. The Kohana variety was characterized by the maximum gluten content at the level of 36.4% during the second sowing period (01.10) and compliance with chemical plant protection. The nature of the grain increased to its maximum value of 793 g/l in the variant with the Maria variety during the first sowing period and also with chemical protection of winter wheat plants. According to the VDC indicator (gluten deformation meter), it increased to 95 in the version with the Kohana variety during the third sowing period and with the provision of a chemical plant protection system.

Conclusions. Sowing dates, varietal characteristics and protection of winter wheat plants during the growing season of the crop affect plant productivity. The maximum level of grain yield over 7 t/ha was formed by the Kohana variety under biological and chemical protection of plants, regardless of the timing of sowing. The use of chemical and biological plant protection on all studied varieties and sowing dates improved grain quality indicators, and it was characterized by compliance with the requirements of DSTU 3768:2010 to the II-III quality class.

Key words: v three-factor field experiment, grain crops, protection method, agrotechnology, yield, weight of one thousand grains, grain quality, gluten.

ПОПУЛЯЦІЙНА АДАПТИВНІСТЬ ДОМІНУЮЧИХ КОМАХ-ФІТОФАГІВ І ЕНТОМОФАГІВ ЗА ПРОГРЕСИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЗАХИСТУ РОСЛИН В УКРАЇНІ

ДОЛЯ М.М. – доктор сільськогосподарських наук, професор,
orcid.org/0000-0003-0458-9695

Національний університет біоресурсів і природокористування України

МОРОЗ С.Ю. – аспірант
orcid.org/0000-0001-9394-0664

Національний університет біоресурсів і природокористування України

КОСТРИЧ Д.В. – аспірант
orcid.org/0000-0002-6655-4634

Національний університет біоресурсів і природокористування України

МАМЧУР Р.М. – кандидат економічних наук, доцент
orcid.org/0000-0002-3733-8182

Національний університет біоресурсів і природокористування України

БОБОНИЧ Є.Ф. – науковий співробітник
orcid.org/0000-0002-8063-9298

Український інститут експертизи рослин

Постановка проблеми. В роки досліджень встановлено, що високий рівень потенційних та реальних втрат врожаю проявляється за рівнями формування популяцій шкідливих видів і визначає основні значимі прогресивні показники заходів захисту, як систематично діючого чиннику оптимізації ведення рослинництва та овочівництва. Заслугує на увагу комплексна оцінка впливу заходів інтенсифікації вирощування сільськогосподарських культур із порівняно високим фоном застосування систем живлення і засобів захисту, які впливають на особливості біології, екології видів і стійкість та адаптивність популяції за короткочасних сівозмін. Доцільно відмітити, що у більшості господарств провідне місце у заходах контролю адаптивних рівнів популяцій комах займає хімічний метод за рахунок якого створюються і зберігаються потенційні якісні показники високоврожайних сортів і гібридів, що визначені у часі та просторі оцінювати і моделювати за нових показників впливу і наслідків їх застосування із забезпеченням довгострокового механізму контролю чисельності комах-фітофагів та інших представників популяції членистоногих.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У 2008–2022 роках з розвитком інтенсивного ведення землеробства нагальним постало питання щодо обґрунтованого застосування засобів хімізації, зокрема добрив і пестицидів, так як за результатами диспропорції між об'ємами внесення і контролем їх динаміки поведінки в агроценозах, встановлені, значні зміни у стійкості сучасних популяцій організмів [6; 8; 11].

Їх роль в енергетичних потенціалах ведення рослинництва сприяє місцями порушенню механізмів саморегуляції і свідчить про важливість заміни високотоксичних засобів інтенсифікації на малотоксичні та застосування препаратів які не сприяють резистентності і фітотоксичності. Зокрема,

заміна персистентних препаратів менш стійкими, які детоксикуються протягом 10–15 діб без токсичних наслідків і створення нових, вибіркової дії препаратів, а також впровадження у виробництво науково-обґрунтованого супроводу заходів захисту сільськогосподарських культур із збереженням форм ентомофагів та ентомопатогенних мікроорганізмів і посилення регуляції ролі комах-паразитів, а також хижих видів і природних ентомопатогенних мікроорганізмів [4; 5].

Водночас порівняно нестійкі сорти та гібриди підвищують коефіцієнт розмноження багатьох видів членистоногих, а чисельність популяції комах фітофагів сформовані на сучасних рівнях генотипу культурних рослин із зростанням в 15–27 разів [1; 7]. Теоретичний аналіз і експериментальні данні свідчать, що при зниженні біотичного потенціалу окремих видів шкідників особливо полівольтинних видів комах важливого значення набувають механізми стійкості сортів та гібридів. Це впливає на кратність строки і норми застосування препаратів, так як рівні їх дії можуть бути знижені в 3–5 і більше разів в залежності від еко-токсикологічних характеристик із новими механізмами впливу на популяції комах [6].

Оцінка стійкості сучасних сортів і гібридів польових культур свідчить, що за інтенсивних технологій їх вирощування та нових механізмів стійкості, що залежить від технологічних рішень, а також особливостей впливу показників погоди і історії динаміки накопичення мікрозалишків окремих засобів хімізації і нових груп та форм препаратів. Встановлено, що вирощування певного нового сорту чи гібриду впливає на мікроклімат посівів і створює нові умови для комплексу шкідливих і корисних видів організмів у тому числі і для паразитів хижих видів, а також знижує ефективність, як механізмів спеціальних застосованих заходів контролю, так і забезпечення

рівнів контролю екологічних наслідків хімічних обробок [3]. Підтверджено, що для кожного шкідливого виду є критичні періоди від 3 до 6 діб протягом яких визначається вплив заходів захисту погодно-кліматичних факторів за кількісних показників популяцій і пріоритетного формування їх морфо-фізіологічного стану. Уточнені показники багаторічної динаміки популяції за екологічними чинниками і фізіологічним станом окремих видів фітофагів, що дозволяє моделювати ці процеси і виявляти можливості впровадження прогнозу адаптивності популяцій за якісних предикторів. Використання таких моделей прогнозу дозволяє визначити механізми самоуправління ентомокомплексів і забезпечити комплексний підхід в організації і в високоефективному застосуванні заходів захисту, що включають обліки фенології відносної щільності популяції шкідників, параметрів фізіологічного стану, а також інформацію коливань погоди й особливостей життєздатності окремих стадій формування видів як основи популяційної динаміки. За результатами спостережень виділені домінуючі показники ценозів, що впливають на якісні та кількісні зв'язки: «рослина-фітофаг-ентомофаг»; стан компонентів-ентомокомплексів в цілому; показники впливу погодних факторів, так і технологій вирощування польових культур. Водночас розвиток і розмноження шкідників залежно від динаміки чисельності шкідливих видів і формування структури ентомокомплексів за змінами комплексу факторів. Однак система реалізації стійкості сучасних популяцій які супроводжувались змінами чисельності шкідливих видів за кількісними рівнями технологій вирощування сільськогосподарських культур, формувалися під впливом нових сівозмін агротехнічних прийомів та біологічно орієнтованих бакових композицій спеціальних заходів захисту посівів від шкідників. Відмічено, що довгостроковий контроль шкідливості фітофагів при значних варіаціях їх на видовому рівні, у посушливі роки не формується на принципах суцільного контролю домінуючих шкідливих видів [2]. Визначальною є і оцінка трофічних ланцюгів, а також екологічні, фізіологічні та інші чинники, які впливають на механізми динаміки і чисельності фітофагів і шкідливості ентомофагів на популяційному рівнях.

Заслужують на увагу особливості формування спеціалізованих шкідливих видів і їх виживання за різних коливань погоди і змін клімату, що пов'язане із пластичністю та особливістю біології та зокрема, формування порівняно стійких форм стадій розвитку, а також змінами, що супроводжуються життєздатністю комплексу комах-фітофагів із новими структурно функціональними механізмами і специфікою і життєвих форм і екологічними показниками, що впливають на сучасні зміни динаміки популяції, так як різні життєві форми мають властиві специфічні реакції на середовища. Характерно, що сприятливі трофічні ланцюги і їх значення для фітофагів підтверджує теоретичні положення щодо змін механізмів саморегуляції членистоногих із змінами фактичної фенології шкідників за органогенезом структури рослин, а також інтенсивністю заселення ценозів і періодами формування ентомокомплексів.

Відмічено, що дистанційний моніторинг і моделі цих змін у часі і просторі за різних аспектів фітосанітарної діагностики дозволяють прогнозувати популяційну адаптацію і застосувати методи автоматизації довгострокових прогнозів її формування за ресурсощадним захистом культурних рослин від комплексу шкідливих видів та посилені ролі хижих членистоногих представників на міжвидовому і внутрішньовидовому відношеннях [10]. Уточнені закономірності формування популяцій сучасних агроценозів і обґрунтована роль та значення агротехнічних прийомів. Зокрема, мульчування ґрунту, головна дія, якого проявляється у накопиченні хижих видів та зростанні їх ролі у популяціях комах. Це дозволяє захистити агроценози від прямого сонячного випромінювання та зменшити акумуляцію сонячної енергії угідь, що також впливає на стійкість популяцій із регуляцією як водно-температурного режиму, так і за адаптивних показників шкідливих і корисних видів комах зменшеного рівня застосованих спеціальних заходів захисту рослин.

Мета – полягала у визначенні адаптивних властивостей комах-фітофагів та ентомофагів у розрізі сучасних інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур.

Матеріали та методика досліджень. Виявлення та обліки комах-фітофагів проводили за загальноприйнятими методиками щодо складання прогнозу та обліку багатодіних шкідників та хвороб зернових, зернобобових культур, багаторічних трав.

Результати досліджень. За результатами досліджень підтверджена концепція комплексного захисту сільськогосподарських культур із визначенням ролі заходів захисту посівів від шкідливих організмів на основі аналізу механізмів управління екосистемами і оцінки особливостей зв'язків між системами організмів, які формуються в агроценозах і формують домінуючі чинники стійкості популяцій. За високоефективного впровадження комплексної технології контролю рівнів популяції оцінена за порогами чисельності шкідливих видів та біологічної і екологічної інформації із можливостями дистанційного моніторингу та оцінки динаміки формування і стану популяцій комах у різних ґрунотно-кліматичних зонах України.

У роки досліджень за короткоротаційних сівозмін порівняно висока чисельність домінуючих шкідливих видів комах формувалася за особливостями перебігу біотичних процесів агроценозів та біоценозів. Характерно, що за сучасних систем захисту польових та томатів із застосуванням нових форм системної дії інсектицидів та системного надходження в живі організми ксенобіотиків не спостерігається довготривалих змін нормальних фізіологічних процесів, як у стадії личинки, так і домінуючих дорослих форм. Це свідчить про системну адаптивність стійкості формування та життєздатності сучасних популяцій комах фітофагів із новими спадковими факторами (табл. 1).

В роки досліджень відмічено, що за ресурсощадних систем вирощування польових, овочевих та кормових культур із порівняно стійких агроценозів коливання температур між днем і ніччю порівняно

Таблиця 1 – Чисельність домінуючих комах-фітофагів за сучасних ценозів (у середньому за 2010–2022 рр.)

| № п/п | Види комах | Чисельність личинок й імаго, екз./м ² | |
|-------|---|--|----------|
| | | агробіоценоз | біоценоз |
| 1. | Посівний ковалик (<i>Agriotes sputator</i> L.) | 1,3–6,6 | 4,0–12,1 |
| 2. | Хлібний жук–кузька (<i>Anisoplia austriaca</i> Hrbst.) | 2,6–5,0 | 0,3–1,6 |
| 3. | Совка озима (<i>Agrotis segetum</i> Schiff.) | 1,6–3,9 | 0,9–1,2 |
| 4. | Західний кукурудзяний жук (<i>Diabrotica virgifera virgifera</i> Le Conte) | 9,0–14,1 | 1,3–1,6 |
| 5. | Стебловий кукурудзяний метелик (<i>Ostrinia nubilalis</i> Hbn.) | 18,3–37,6 | 2,0–5,1 |
| 6. | Оленка мохната (<i>Tropinota hirta</i> Poda.) | 2,9–8,3 | 1,6–3,0 |
| 7. | Луговий метелик (локально) (<i>Loxostege sticticalis</i> L.) | 3,0–17,6 | 9,3–15,6 |
| 8. | Чорна пшенична муха (<i>Phorbia securis</i> Tiens.) | 12,0–19,3 | 2,0–3,9 |
| 9. | Сирій довгоносик (<i>Tanymecus palliates</i> Fabr.) | 0,9–2,6 | 0,3–1,0 |
| 10. | Шипоноська соняшникова (локально) (<i>Mordellistena parvula</i> Gyll.) | 29,0–75,6 | 5,1–8,9 |
| 11. | Південноамериканська томатна міль (локально) (<i>Tuta absoluta</i> Meyr.) | 23,6–37,0 | 4,1–5,6 |

із іншими, є найменшими, що впливає на механізми саморегуляції популяцій членистоногих і зокрема на виживання хижих видів комах. Так, вдень рослини рештки відбивають сонячні випромінювання, а вночі мають повітряну порожнину структуру яка затримує тепло від надходження його у повітря із оптимізацією аерени розвитку і розмноження корисних видів членистоногих. Системні властивості мульчування ґрунту рослинними рештками є надзвичайно важливим прийомом щодо сучасного регулювання мікроклімату в середині агроценозів особливо за умов посухи, із якісним новим впливом на закони і механізми стійкості сучасних популяцій комах. Це нові технологічні заходи, що мають позитивний вплив на біологічні механізми стійкості, як

генофонду культури сортів чи гібридів, так і стадій розвитку фітофагів та ентомофагів.

У 2010–2022 рр. на основі проведеного моніторингу структур ентомокомплексів польових культур встановлено окремі адаптивні зміни формувань популяцій членистоногих, які формуються на міжвидовому та видовому рівнях і частота сучасних особливостей становить 72,3–81,6% із характерною ознакою впливу застосованих технологій на кількісні та якісні рівні ценозів, зокрема, внесених норм і способів застосування туків та сучасних препаратів для контролю комплексу шкідливих організмів, а також корисних видів членистоногих. Доведено, що технологій вирощування польових культур збільшує на 27–43% сприятливість сортів пшениці і гібридів

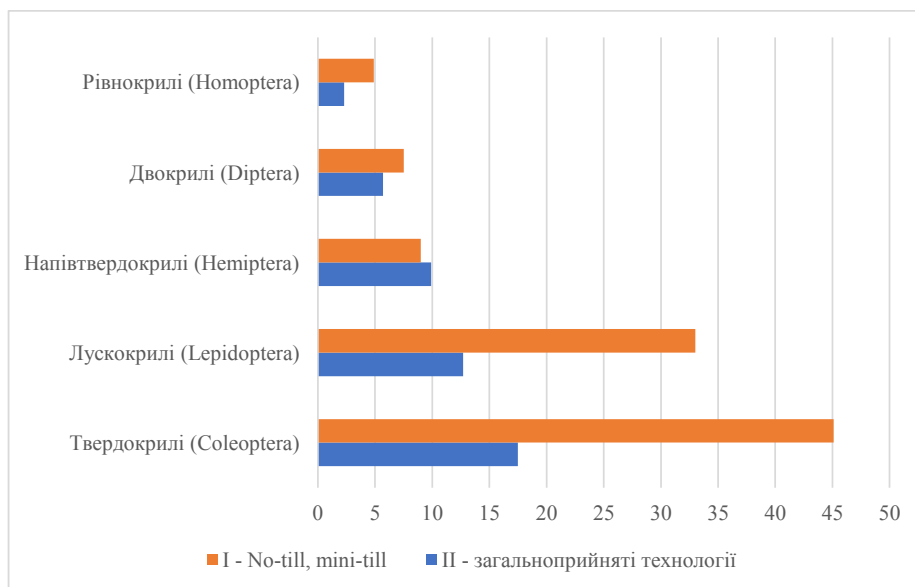


Рис. 1. Аналіз структури ентомокомплексів у ланцюгу короткоротаційних польових сівозмін (у середньому за 2010–2022 рр.)

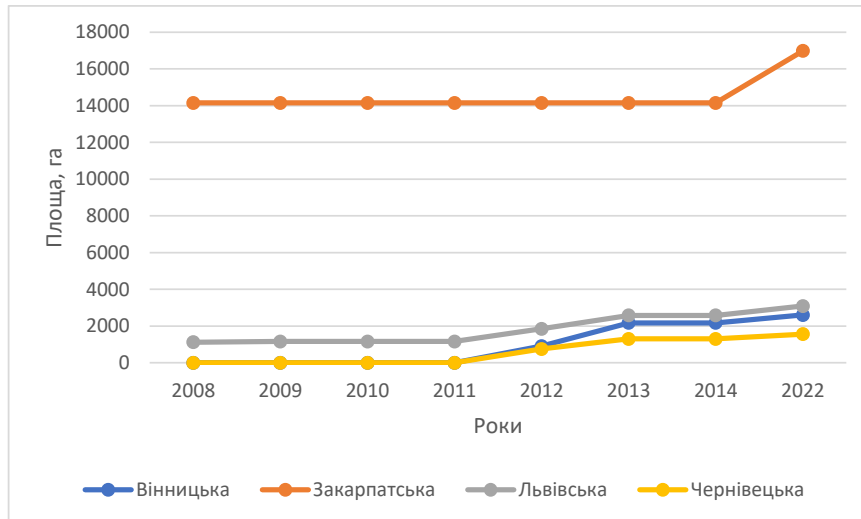


Рис 2. Динаміка розмноження західного кукурудзяного жука у регіонах популяційної адаптивності виду (в середньому за 2008–2022 роки)

кукурудзи до комплексу шкідливих організмів та формує нові закономірності життєвих показників популяцій членистоногих.

Так, за результатами досліджень проведено аналіз динаміки формувань структури, ентомокомплексів польових культур за короткочасних сівозмін із оцінкою розмноження представників домінуючих шкідливих і корисних видів комах. Встановлено, що систематичні групи, які характеризуються порівняно високим рівнем розмноження на районаних і перспективних сортах та гібридах зернових, технічних, зернобобових і овочевих культур порівняно стійкі у представників ряду твердокрилі із ознаками високих рівнів виживання, поширення та адаптації сучасних популяцій до технологій ведення рослинництва в цілому у порівнянні із іншими таксономічними угрупованнями агроценозів Лісостепу України (Рис. 1).

Водночас за динамікою впливу систем живлення встановлено кореляцію між вмістом поживних речовин у ґрунті та індикаторними видами комах-фітофагів і корисних видів членистоногих. Так, взаємозв'язок з вмістом рухомих форм макроелементів, зокрема $N-NO_3$; $N-NH_4$; P_2O_5 ; K_2O мали: ковалики; хлібні жуки; підгризаючі совки; внутрішньостеблові шкідники, клопи, попелиці, цикадки хижі види жужелиць та інші види, що лімітувалися антропогенними та абіотичними чинниками.

У досліджених популяціях агроценозів Лісостепу України значна частина проаналізованих видів (51,4%) твердокрилі. Це види, адаптовані до ґрунтового покриву, структур польових сівозмін та сучасних засобів хімізації ценозів із формуванням порівняно стійких адаптивних показників динаміки популяцій. Зокрема, посівного ковалика, чисельність якого контролювалась як додатковими технологічними енергетичними затратами, так і хижими видами комах із стримуванням розмноження ковалика здебільшого за No-till, mini-till та мульчуванням поверхневого шару ґрунту в агроценозах.

Характерно, що сучасні види-евробіонти, як представники лускокрилих, двокрилих, напівтвердокрилих, перетинчастокрилих та рівнокрилих порівняно масштабно формувалися з характерною для домінуючих угруповань екологічною пластичністю та якістю трофічних ланцюгів. Це виявлено у розвитку і розмноженні совки озимої, хлібних жуків, клопа шкідливої черепашки, елії остроголової, акацієвої вогнівки, злакових попелиць, шведської мухи, соняшникової шипоноски, цикадок, квіткоїдів, молей та інших видів у значному діапазоні погоднокліматичних умов і впливу антропогенних чинників. Отже, динаміка та адаптивність сучасних популяцій комах є характерною особливістю біології та трофічних пристосувань до комплексу регіональних умов за нових екологічних ніш агроценозів.

Однак, чинники що обумовлюють життєздатність досліджених видів комах-фітофагів і корисних видів членистоногих є їх здатність розвитку в нових умовах динаміки формувань агроценозів. Доведено, що вірогідний вплив на види і популяції комах є короткочасні сівозміни, а також температура, вологість і нові засоби хімізації агроценозів із новими механізмами дії, в яких проходять фізіологічні процеси шкідників та хижих і паразитичних видів членистоногих.

Як ентомологічний сенсор західний кукурудзяний жук за показниками сукупності певних особливостей біології та екології даного фенотипу у різних областях України проявляє географічний адаптивний показник виживання та поширення і характеризується інтенсивним рівнем розмноження та порівняно стійкою спадковою мінливістю, що свідчить про позитивний вплив зовнішнього середовища і нових трофічних ланцюгів агроценозів (рис. 2). Відмічено, що порогове значення коливань погоди, зокрема температури повітря не впливає на зниження чисельності і формування популяції даного виду. Температурний поріг розвитку даного виду для стадій фітофага позитивно впливає на адап-

тацію шкідника, до структури ентомокомплексу посівів кукурудзи. Водночас вірогідний поріг шкідливості проявлявся за особливостями фенології види і характеризувався зумовленістю ознак із стійкими властивостями генів даного виду, що доцільно враховувати у сучасних моделях прогнозу і технологіях контролю фітофага та інших видів комах.

Сукупність комах-фітофагів, що формуються за сучасних агроценозів та біоценозів проявляють популяційну адаптивність у взаємодії фізичних умов навколишнього середовища та трофічних зв'язків і механізмів саморегулювання видового та змін динамічної рівноваги. У посівах польових культур та томатів за сучасних технологій ведення рослинництва і овочівництва домінуючих видів комах-фітофагів формуються за адаптивних показників фенотипічних, екологічних і фенологічних особливостей відповідно до умов існування.

Висновки. Механізми формування саморегуляції сучасних популяцій домінуючих шкідливих видів комах-фітофагів формується за особливостями біології, екології та життєздатності нових форм сівозмін і технологій вирощування сільськогосподарських культур. Характерною особливістю механізмів саморегуляції і самооновлення популяцій в агроценозах є рівні ентомокомплексів, які споживаючи біомасу ценозів формуються як консументи другого порядку, а також види, що завершують кругообіг речовин у ценозах. Популяціям спеціалізованих комах-фітофагів властивий механізм саморегулювання видового та кількісного стану із динамічною рівновагою за трофічними ланцюгами із високим рівнем життєздатності за сучасних механізмів відтворення рослинного комплексу певних форм живильних зв'язків. Динаміка формувань популяцій проявляється за вірогідними відмінами видового складу комах агроценозів польових сівозмін із зональною диференціацією, структур та закономірних чинників її контролю.

Циклічність формування популяцій за трьохп'яти річних коливань відмічена для окремих ґрунтоживучих видів і підгризаючих совок, що доцільно враховувати за нових систем землекористування і короткоротаційних сівозмін.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Белава В.Н., Панюта О.О., Таран Н.Ю. Роль лектинів у захисних реакціях рослин до патогенів. *Фізіологія та біохімія культурних рослин*. 2009. Т. 41, № 3. С. 221–234.
2. Карпенко О.О., Муравкіна М.О. Оцінка еколого-економічних наслідків від нераціонального використання пестицидів на регіональному рівні. *Економічні інновації*. 2012. № 48. С. 140–149.
3. Ковалишина Г.М., Дмитренко Ю.М., Муха Т.І., Мурашко Л.А., Волощук С.І. Особливості розвитку хвороб пшениці озимої в залежності від погодних умов. *Миронівський вісник*. № 5. 2017. С. 166–183.
4. Коренчук Є. В., Фокін А. В., Дрозда В. Ф. Конструювання системи регулювання чисельності комплексу пластинчастовусих (Scarabaeidae, Melolonthinae) фітофагів. *Таврійський науковий вісник*. 2020. Вип. 111. С. 88–95.

5. Мостов'як І.І. Екологічна парадигма інтегрованого захисту рослин. *Карантин і захист рослин*. 2019. № 4–6. С. 12–16.

6. Панюта О.О., Шаблій В.А., Белава В.Н. Жасмонова кислота та її участь у захисних реакціях рослинного організму. *Український біохімічний журнал*. 2009. Т. 81, № 2. С. 14–26.

7. Саблук В. Т., Грищенко О.М., Смірних В.М. Саморегуляція населення комах в агроценозі буряків цукрових – проблема і шляхи її вирішення. *Цукрові буряки*. 2017. № 3. С. 18–21. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Cb_2017_3_7

8. Станкевич С.В. Аналіз ринку пестицидів України. *Вісник Харківського Національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва. Серія «Ентомологія та фітопатологія»*. Харків. 2019. № 1–2. С. 155–191.

9. Станкевич С.В. Зміна парадигми у захисті олійних капустияних культур від ріпакового квіткоїда за останні 140 років. *Вісник Харківського Національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва. Серія «Ентомологія та фітопатологія»*. Харків. 2018. № 1–2. С. 127–145.

10. Dolia, M., Khemelnytsky, V., Moroz, S., Sakhenko, D., Humeniuk, L., Mamchur, D. (2023). The biological and environmental features of reproduction and distribution of dominant harmful organisms in modern conditions. *EUREKA: Life Sciences*, 1, 26–32. doi: <https://doi.org/10.21303/2504-5695.2023.002749>

11. Stankevych S.V., Yevtushenko M.D., Zabdina I.V. et al. Pests of oil producing cabbage crops in the eastern forest-steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. 10(5). P. 223–232.

REFERENCES:

1. Belava V.N., Paniuta O.O., Taran N.Iu. Rol lektyniv u zakhysnykh reaktsiakh roslyn do patoheniv [The role of lectins in plant defense reactions to pathogens]. *Fiziologia ta biokhimiia kulturnykh roslyn*. Physiology and biochemistry of cultivated plants. 2009. T. 41, № 3. S. 221–234 [in Ukrainian].
2. Karpenko O.O., Muravkina M.O. Otsinka ekoloho-ekonomichnykh naslidkiv vid neratsionalnoho vykorystannia pestytsydiv na rehionalnomu rivni [Assessment of environmental and economic consequences of irrational use of pesticides at the regional level]. *Ekonomichni innovatsii*. *Economic Innovations* 2012. № 48. S. 140–149 [in Ukrainian].
3. Kovalyshyna H.M., Dmytrenko Yu.M., Mukha T.I., Murashko L.A., Voloshchuk S.I. Osoblyvosti rozvytku khvorob pshenytsi ozymoi v zalezhnosti vid pohodnykh umov [Features of development of winter wheat diseases depending on weather conditions]. *Myronivskyi visnyk*. *Myronivsky Bulletin*. №5. 2017. S. 166–183 [in Ukrainian].
4. Korenchuk Ye. V., Fokin A. V., Drozda V. F. Konstruiuvannia systemy rehuliuuvannia chyselnosti kompleksu plastynchastovusykh (Scarabaeidae, Melolonthinae) fitofahiv [Design of the system for regulating the number of the complex of plate-haired (Scarabaeidae, Melolonthinae) phytophages]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. *Tavrian Scientific Bulletin*. 2020. Vyp. 111. S. 88–95 [in Ukrainian].
5. Mostoviak I.I. Ekolohichna paradyhma intehrovanoho zakhystu Roslyn [Ecological paradigm of integrated plant protection]. *Karantyn i zakhyst roslyn*. *Quarantine and plant protection*. 2019. № 4-6. S. 12–16 [in Ukrainian].

6. Paniuta O.O., Shablii V.A., Belava V.N. Zhasmonova kislota ta yii uchast u zakhysnykh reaktsiakh roslynnoho orhanizmu [Jasmonic acid and its participation in the protective reactions of the plant organism]. *Ukrainskyi biokhimichnyi zhurnal. Ukrainian Biochemical Journal*. 2009. T. 81, № 2. S. 14–26 [in Ukrainian].

7. Sabluk V. T., Hryshchenko O.M., Smirnykh V.M. Samorehuliatyia naselennia komakh v ahrotsenozii bur-iakiv tsukrovykh – problema i shliakhy yii vyryshennia [Self-regulation of insect population in sugar beet agro-cenosis - problem and ways of its solution]. *Tsukrovi bur-iaky. Sugar beet*. 2017. № 3. S. 18–21. Rezhym dostupu: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Cb_2017_3_7 [in Ukrainian].

8. Stankevych S.V. Analiz rynku pestytsydiv Ukrainy [Analysis of the pesticide market of Ukraine]. *Visnyk Kharkivskoho Natsionalnoho ahrarnoho universytetu im. V.V. Dokuchaieva. Seriya «Entomolohiia ta fitopatolohiia»*. Kharkiv. Bulletin of Kharkiv National Agrarian University named after V.V. Dokuchaev. Series “Entomology and Phytopathology”. 2019. № 1–2. S. 155–191 [in Ukrainian].

9. Stankevych S.V. Zmina paradyhmy u zakhysti oliinykh kapustianykh kultur vid ripakovoho kvitkoida za ostanni 140 rokiv [Paradigm shift in the protection of oil cabbage crops from rapeseed borer over the past 140 years]. *Visnyk Kharkivskoho Natsionalnoho ahrarnoho universytetu im. V.V. Dokuchaieva. Seriya «Entomolohiia ta fitopatolohiia»*. Bulletin of Kharkiv National Agrarian University named after V.V. Dokuchaev. Series “Entomology and Phytopathology”. Kharkiv. 2018. №1–2. S. 127–145 [in Ukrainian].

10. Dolia, M., Khemelnytskyi, V., Moroz, S., Sakhnenko, D., Humeniuk, L., Mamchur, D. (2023). The biological and environmental features of reproduction and distribution of dominant harmful organisms in modern conditions. *EUREKA: Life Sciences*, 1, 26–32. doi: <https://doi.org/10.21303/2504-5695.2023.002749>.

11. Stankevych S.V., Yevtushenko M.D., Zabrodina I.V. et al. Pests of oil producing cabbage crops in the eastern forest-steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. 10(5). P. 223–232.

Доля М.М., Мороз С.Ю., Кострич Д.В., Мамчур Р.М., Бобонич Є.Ф. Популяційна адаптивність домінуючих комах-фітофагів і ентомофагів за прогресивних технологій захисту рослин в Україні

У 2008–2022 рр. за сучасних умов ведення рослинництва популяційна адаптивність домінуючих комах-фітофагів та ентомофагів залежала від комплексу технологічних чинників і періодичного повторення посух та суховіїв. Відомо, що за останні 50 років було понад 30 посушливих років, а в останні 10 років погодні умови виявилися вкрай не сприятливими для стійкості і механізмів самоуправління популяцій ентомокомплексів у посівах пшениці озимої соняшнику, кукурудзи, сої, нуту, овочевих та інших культур. Встановлено, що відсутність опадів за підвищених в останні роки температур у середньому на +1,5...2,5°C виявлено зниження показників життєздатності видів і рівнів популяції, що супроводжувалося рівнями вологості повітря та збільшення випаровування і виникненням повітряної та ґрунтової посухи. Це впливало на стійкість агроценозів в цілому. Так об'єктивна закономірність у контролі рівнів формування популяції комах та інших членистоногих набувала особливого

значення, що свідчить про важливість розробки та застосування новітніх технологій із реалізацією адаптивно-генетичного потенціалу трофічних ланцюгів, які забезпечують адаптивність і потенціал популяцій комах у сучасних умовах.

Співставлення даних щодо кількості опадів, а також структури ентомокомплексів і стійкості популяцій дозволяє встановити залежність цих показників і ефективно управляти за рівнями їх коливань у період вегетації сільськогосподарських культур, зокрема, заселення посівів комплексом шкідливих і корисних видів членистоногих. Модель таких змін забезпечить системи захисту і карантину рослин обґрунтованим показником щодо управління лімітуючими факторами, які впливають на популяції і отримання високих врожаїв польових, овочевих та інших культур. Ресурсоощадні системи захисту рослин від комплексу комах-фітофагів із ефективним механізмом самоуправління ентомокомплексів на видовому та популяційному рівнях сприяють контролю поширення, розвитку і шкідливості фітофагів, а також застосування прогнозу появи та строків формування окремих стадій розвитку. Це є основою у плануванні об'ємів робіт у посівах сільськогосподарських культур, а також оптимізації біологічно-орієнтованих заходів управління рівнями популяції.

Ключові слова: популяція, моніторинг, фітофаги, ентомофаги, захист рослин, прогноз.

Dolia M.M., Moroz S.Yu., Kostrych D.V., Popovych M.M., Mamchur R.F., Bobonych Ye. Population Adaptability of Dominant Phytophagous and Entomophagous Under Advanced Plant Protection Technologies in Ukraine

In 2008–2022, under current conditions of crop production, the population adaptability of dominant insect phytophages and entomophages depended on a complex of technological factors and the periodic recurrence of droughts and dry winds. It is known that over the past 50 years there have been more than 30 dry years, and in the past 10 years, weather conditions have been extremely unfavorable for the stability and self-management mechanisms of entomocomplex populations in winter wheat, sunflower, corn, soybeans, chickpeas, vegetables, and other crops. It was found that the absence of precipitation at temperatures increased in recent years by an average of +1.5...2.5°C revealed a decrease in the viability of species and population levels, which was accompanied by high humidity levels and increased evaporation and the occurrence of air and soil drought. This affected the sustainability of agrocenoses in general. Thus, the objective regularity in controlling the levels of population formation of insects and other arthropods became especially important, which indicates the importance of developing and applying the latest technologies with the realization of the adaptive genetic potential of trophic chains that ensure the adaptability and potential of insect populations in modern conditions.

Comparison of data on precipitation, as well as the structure of entomocomplexes and population stability, allows us to establish the dependence of these indicators and effectively manage their levels of fluctuation during the growing season of crops, in particular, the colonization of crops by a complex of harmful and beneficial arthropod species. The model of such changes will provide plant protection and quarantine systems with a reasonable indicator for managing the limiting factors that affect populations and obtaining high yields

of field, vegetable and other crops. Resource-saving systems of plant protection against insect-phytophage complexes with an effective mechanism of self-management of entomocomplexes at the species and population levels help to control the spread, development and harmfulness of phytophages, as well as to predict

the appearance and timing of individual developmental stages. This is the basis for planning the scope of work in crops, as well as optimizing biologically-based measures to manage population levels.

Key words: population, monitoring, phytophages, entomophages, plant protection, prediction.

ВПЛИВ ТИПУ СУБСТРАТУ ТА ТЕРМІНІВ ВИРОЩУВАННЯ НА ВИХІД ВЕГЕТУЮЧИХ САДЖАНЦІВ ВІНОГРАДУ

КОВАЛЬОВ М.М. – кандидат сільськогосподарських наук

orcid.org/0000-0003-4421-8960

Центральноукраїнський національний технічний університет

Постановка проблеми. При створенні високопродуктивних насаджень винограду особливо важливим є перехід галузі на високоефективні, низьковитратні, енергозберігаючі технології, що забезпечують максимальне використання екологічних ресурсів, що впливають на гарне приживання саджанців на плантації та високу врожайність винограду [1, с. 162]. Дослідження та практика показують, що вирощування вегетуючих саджанців є високоефективним та інтенсивним методом виробництва посадкового матеріалу для прискороного розмноження нових сортів винограду [2, с. 55].

Сучасні технології вирощування щеплених саджанців винограду не забезпечують їх збереження для закладання нових насаджень. Тому виникла необхідність розробки технології, яка б дозволила отримати якісно нові саджанці. Останнім часом основним способом боротьби з інфекційними хворобами рослин є використання хімічних препаратів. Актуальним завданням є розробка технологічних рішень, які б забезпечили можливість позбавлення сірої гнилі у щеплених саджанців винограду під час стратифікації без застосування отрутохімікатів [3, с. 41; 4, с. 79].

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Молоді вегетативні саджанці, є більш дешевим матеріалом, ніж дозрілі. Вирощування молодих вегетативних саджанців у теплицях та закладання ними виноградників дозволяють за короткий термін (35–40 днів) отримати повноцінні саджанці з найменшими витратами праці, збільшити їх вихід, закладати виноградники у більш сприятливі терміни (травень – червень), забезпечувати своєчасний ремонт насаджень та високу приживаність рослин [5, с. 22]. У виноградарстві технологію вирощування щеплених вегетативних саджанців із закритою кореневою системою намагалися розробляти у Молдавії. Щеплені живці після стратифікації та загартування висаджують у поліетиленові трубки або картонні стаканчики, а згодом висаджують на постійне місце у ґрунт [6, с. 57].

Основним способом вирощування виноградних саджанців на даний час є посадка живців у шкілку відкритого ґрунту, тому під розплідники щороку використовується велика кількість найродючіших земель [7, с. 12]. Зазначений метод на даному етапі не можна визнати раціональним, оскільки вирощування саджанців у шкілці пов'язані з великими трудовими витратами у найбільш напружений період польового сезону та вимагає обов'язкового зрошення. Однак вихід саджанців зі шкілки, навіть за високої культури агротехнічних заходів досить невеликий [8, с. 36; 9, с. 124].

Мета. Метою роботи була розробка елементів технології вирощування винограду на різних типах субстратів та їх якість.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводили у науковій лабораторії Гідропонного вирощування овочів в купольній теплиці кафедри загального землеробства Центральноукраїнського національного технічного університету протягом 2019–2021 років.

Схема досліду: 1 варіант досліду – стратифікація та вирощування в тирсі 40 днів (контроль);

2 варіант досліду – стратифікація та вирощування в тирсі 60 днів;

3 варіант досліду – стратифікація та вирощування у субстраті: тирса + агроперліт + каолінова глина 40 днів;

4 варіант досліду – стратифікація та вирощування в субстраті: тирса + агроперліт + каолінова глина 60 днів;

5 варіант досліду – стратифікація та вирощування в субстраті: тирса + ЕМ компост 40 днів;

6 варіант досліду – стратифікація та вирощування в субстраті: тирса + ЕМ компост 60 днів.

Застосування каолінової глини сприяє посиленню процесів нітрифікації у ґрунті, збільшує вміст рухомого фосфору та обмінного калію, покращує склад ґрунту. У каоліновій глині міститься до 60% окису кремнію, частина якого знаходиться в аморфному стані. Внесені в ґрунт силікати закріплюються у ґрунті у вигляді ацидоїду, у формі аморфної кремнекислоти та у вигляді зв'язаної кремнекислоти. Встановлено, що кремнекислота знижує здатність ґрунту фіксувати фосфати, а це призводить до збільшення доступного рослин фосфору. Дослід проводили згідно з рекомендаціями [10, с. 40].

Дослід проводився у шести варіантах у 3-кратній повторності, у кожній повторності – 100 щеплень. Для вирощування вегетуючих саджанців використовувалися поліетиленові мішечки, виготовлені з поліетиленового рукава товщиною 150 мк, розмір основи 80 × 80 мм, прищепа – сорти Аміра та Августин, підщепа – Кобер 5ББ.

Результати досліджень. Для підвищення виходу стандартних саджанців неоціненну роль відіграють субстрати, багаті на поживні елементи. Необхідно було виявити експериментальним шляхом оптимальні субстрати, терміни вирощування вегетуючих саджанців, що забезпечує високу приживаність їх на плантації [11, с. 122].

Сьогодні у виноградному розсадництві велике значення відіграють високоефективних технологій виробництва щеплених виноградних саджанців та

використання нових видів посадкового матеріалу. Серед них найбільший інтерес та значення для виробництва набуло вирощування щеплених вегетуючих саджанців. При вирощуванні посадкового матеріалу цим способом особливу увагу приділяють підбору оптимальних субстратів, забезпечених достатнім рівнем поживних та короткими термінами вирощування на них посадкового матеріалу [12, с. 25; 13, с. 33].

Головне завдання субстрату – забезпечити вкорінення щеплень, інтенсивний ріст у період вирощування їх у теплиці та високу приживаність рослин на постійному місці. В умовах постійного росту цін на мінеральні добрива, каолінова глина, що містить макро- та мікроелементи в легкодоступній формі,

могла б знайти широке застосування у виноградарстві нашої країни (див. табл. 1)

Для винограду сорту Аміра субстрати: тирса + каолінова глина, а також, агроперліт + тирса, відповідають цим якостям та забезпечують високий вихід вегетуючих саджанців на рівні 87,6 та 70,0%. Перед висадкою на плантацію саджанці виносили з теплиці на п'ятиденне загартування на відкрите повітря в затінене місце та обприскували 1% розчином ЕМ 5М [14, с. 138]. Закладку виноградників вегетуючими саджанцями проводили в 2–3-й декаді травня в лунки. Вища приживаемість саджанців на плантації була у варіантах 2 та 3, відповідно – 94,4 та 73,6% (див. табл.1).

Таблиця 1 – Вплив субстратів на вихід саджанців сорту Аміра, з підщепою Кобер 5ББ та розвиток їх у перший рік життя (середнє за 2019–2021 роки)

| Тип субстрату | Висадка щеплених саджанців, шт. | Вихід вегетуючих саджанців, % | Приріст на 20.05, см | Розвиток однорічних саджанців на кінець вегетації | | | |
|--|---------------------------------|-------------------------------|----------------------|---|-----------------------------|-----------------------|--|
| | | | | приживаемість на постійному місці, % | середній приріст пагону, см | визрівання пагонів, % | вміст вуглеводів в однорічних пагонах, % |
| 1. Тирса (контроль) | 100 | 54,6 | 13,3 | 57,2 | 155,6 | 71,2 | 16 |
| 2. Тирса + агроперліт + каолінова глина(1:1:1) | 100 | 87,6 | 19,9 | 94,4 | 182,0 | 74,5 | 21,3 |
| 3. Тирса + агроперліт(1:1) | 100 | 70,0 | 14,3 | 73,6 | 179,1 | 69,9 | 19,1 |
| НІР ₀₅ | - | 1,93 | 0,4 | 1,37 | 1,3 | 1,53 | 0,34 |

Таблиця 2 – Характер розвитку дворічних саджанців винограду сорту Аміра залежно від субстратів (середнє за 2019–2021 роки)

| Тип субстрату | Сумарна довжина пагонів на кущ, см | Діаметр пагону, мм | Визрівання пагонів, % | Площа листової поверхні, см ² |
|--|------------------------------------|--------------------|-----------------------|--|
| 1. Тирса (контроль) | 272,5 | 4,2 | 69,3 | 1178,3 |
| 2. Тирса + агроперліт + каолінова глина(1:1:1) | 325,6 | 5,6 | 78,6 | 1200,0 |
| 3. Тирса + агроперліт(1:1) | 314,0 | 4,9 | 64,7 | 1198,3 |
| НІР ₀₅ | 2,7 | 0,2 | 2,3 | 4,5 |

Таблиця 3 – Вплив субстратів на вихід щеплених вегетуючих саджанців, приживання на плантації та їх якісні показники (сорт Августин, 2019–2021 роки)

| Тип субстрату | Висадка щеплених саджанців, шт. | Вихід саджанців, % | Приріст на 20.05, см | Площа листової поверхні, см ² | Приживання та розвиток саджанців докінця вегетації | | | |
|--|---------------------------------|--------------------|----------------------|--|--|------------------------------------|-----------------------------------|--|
| | | | | | приживання на плантації, % | сумарна довжина пагонів на кущ, см | сумарна довжина корнів на кущ, см | Частка саджанців після зимівлі, % від висаджених |
| 1. Тирса (контроль) | 100 | 70,1 | 10,8 | 50,6 | 85,4 | 240,4 | 58 | 81,6 |
| 2. Тирса + агроперліт + каолінова глина(1:1:1) | 100 | 96,0 | 21,6 | 71,3 | 98,4 | 396 | 197,3 | 97,8 |
| 3. Тирса + агроперліт (1:1) | 100 | 90,0 | 14 | 60,4 | 86,9 | 311,8 | 174,4 | 84,4 |
| НІР ₀₅ | | 1,15 | 0,8 | 1,64 | 0,68 | 1,4 | 1,96 | 0,8 |

Таблиця 4 – Вплив різних субстратів та термінів вирощування на вихід та якість вегетуючих саджанців сорту Аміра (2019–2021 рр.)

| № п/п | Варіант досліджу | Вміст вологи в клітинах калуса,% | | Розвиток садженців перед висадкою на плантацію | | Вихід садженців, % |
|-------------------|---|----------------------------------|-----------------------------|--|----------------------|--------------------|
| | | кінець стратифікації | перед висадкою на плантацію | приріст, см | кількість корнів, шт | |
| 1 | Тирса, 40 днів | 90,4 | 87,7 | 15,9 | 7,1 | 35,4 |
| 2 | Тирса, 60 днів | 89,1 | 59,2 | 28,6 | 10,4 | 41,6 |
| 3 | Тирса + агроперліт, 40 днів | 84,5 | 80,4 | 21,6 | 11,9 | 39,6 |
| 4 | Тирса + агроперліт, 60 днів | 80,4 | 54,4 | 35,7 | 16,4 | 51,2 |
| 5 | Тирса + агроперліт + каолінова глина, 40 днів | 80,4 | 80,6 | 17,4 | 9,8 | 37,8 |
| 6 | Тирса + агроперліт + каолінова глина, 60 днів | 80,2 | 51,8 | 22,8 | 10,2 | 47,4 |
| НІР ₀₅ | | 1,82 | 5,6 | 2,9 | 3,8 | 5,1 |

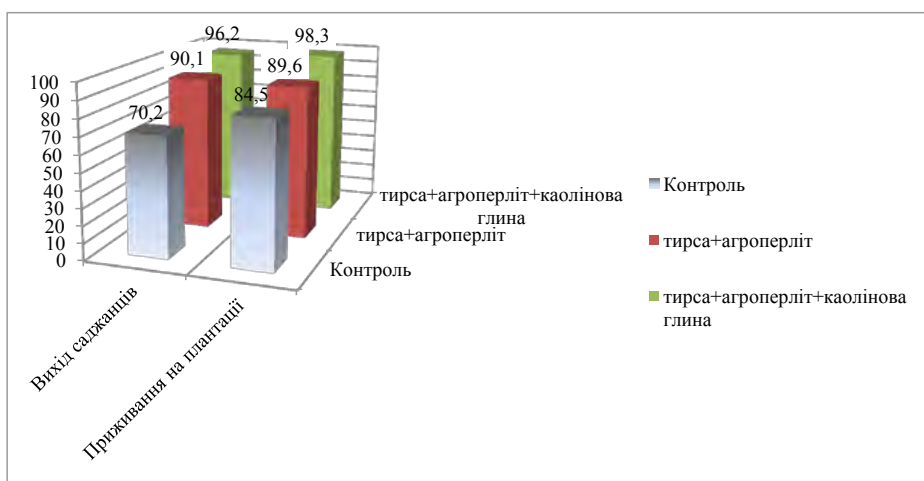


Рис. 1. Вплив субстратів на вихід щеплених вегетуючих саджанців сорту Августин та приживання їх на плантації

Восени найбільший приріст відмічений у рослин другого варіанту – 182 см, ніж на контролі на 26,4 см. Вихід вегетуючих саджанців у 2-му варіанті склав 87,6%, що вище на 33,0% у порівнянні з 1-м варіантом та на 17,6% з 3-м варіантом. Приживаемість на постійному місці діагностовано на рівні в другому варіанті 94,4%, що вище на 37,2% від контролю та вище на 20,8% від третього варіанту.

Найкраще визрівання лози та найбільший вміст вуглеводів відзначалося у варіанті 2. Визрівання лози на рівні 78,6%, що вище в порівнянні з іншими варіантами та контролем на 9,3%. Сумарна довжина пагонів на кущ у першому варіанті – 272,5 см, у другому – 325,6 см, у третьому – 314,0 см. Діаметр пагонів у 2 варіанті становив 5,6 мм, що вище порівняно з іншими варіантами та контролем на 14 мм (див. табл. 2).

Високу здатність до вкорінення щеплень, калусоутворення та зрощення з підщепою виявив сорт Августин. Так, у 2 варіанті досліджу вихід вегетуючих саджанців становив 96,0% (див. табл. 3). У цьому варіанті відзначалося найбільш інтенсивне нарост-

ання приросту листової поверхні, висока приживаемість на плантації, потужніший розвиток та кращий фізичний стан кущів після перезимівлі.

На другий рік після перезимівлі та в наступні роки набування та розпускання бруньок проходило на 6 – 10 днів раніше у 3 варіанті, де була потужніша коренева система при посадці на плантацію. Вплив субстрату також вплинув на сумарну довжину пагонів, їх діаметр, визрівання та площу листової поверхні (див. рис. 1).

Розвиток саджанців пов'язаний в першу чергу з утворенням кореневої системи та пагонів з листям [15, с. 280]. Ці новоутворення можуть виникнути лише за наявності достатньої кількості поживних речовин у субстраті та живцях. Органи, багаті на поживні речовини, утворювали більш потужну кореневу систему, ніж органи бідніші. Різні субстрати, різною мірою збагачені мінеральними речовинами, істотно впливали на динаміку росту та розвитку кореневої системи [16, с. 23; 17, с. 59].

При стратифікації та вирощуванні саджанців у субстраті (див. табл. 4).

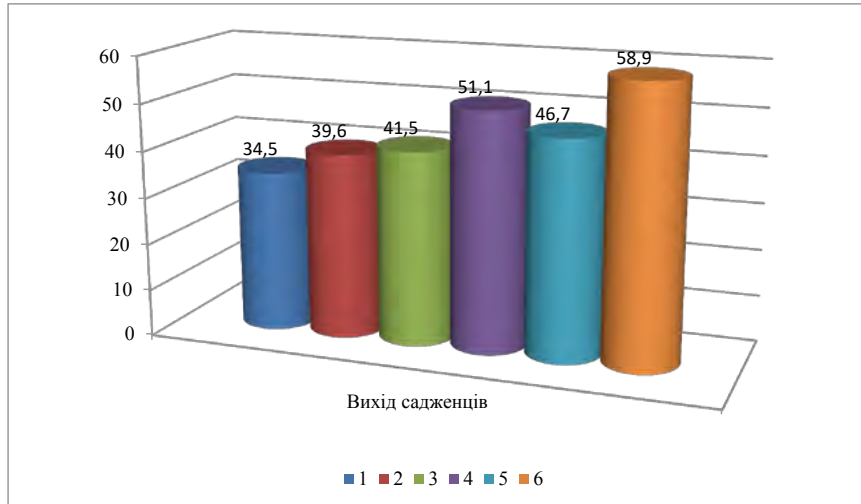


Рис. 2. Вплив різних субстратів та термінів вирощування вегетуючих саджанців на їх вихід

Таблиця 5 – Вплив різних субстратів при вирощуванні саджанців, що вегетують, на економічну ефективність їх виробництва (сорт Аміра, підщепа Кобер 5ББ, 2019–2021 роки)

| Показники | Тип субстрату | | |
|---|---------------------|---|-----------------------------|
| | 1. Тирса (контроль) | 2. тирса + агроперліт + каолінова глина (1:1:1) | 3. тирса + агроперліт (1:1) |
| Кількість саджанців у перерахунку на 1 га за варіантами досліджу, шт. | 642000 | 855000 | 703000 |
| Вихід саджанців з 1 га теплиць, % | 54,4 | 87,7 | 70,2 |
| Цена реалізації, грн. | 14,1 | 12,7 | 13,5 |
| Вартість саджанців із 1 га, тис. грн. | 23920 | 34540 | 27080 |
| Витрати на вирощування саджанців, тис. грн. | 6360 | 7063,2 | 6216,8 |
| Умовний чистий прибуток на 1 га/тис. грн. | 3864,8 | 6712,8 | 5051,2 |
| Рентабельність виробництва, % | 59,2 | 95,1 | 80,1 |
| Собівартість 1 саджанця, грн. | 2,45 | 2,28 | 2,54 |

Вирощування саджанців з проведеною стратифікацією на субстраті: тирса + агроперліт + каолінова глина протягом 60 днів, де за останні 18–20 днів температура повітря поступово знижується та вологість повітря досягла рівня 70–80%, створюються оптимальні умови для калусоутворення. Як видно з наведених даних таблиці 3, субстрати вплинули на вміст вологи в калусі. Вміст вологи в клітинах калусу на кінець стратифікації був найменшим – 80,2%, при використанні тирси з агроперлітом.

Найвищий вихід саджанців отримано в 6 варіанті при вирощуванні їх на субстраті: тирса + агроперліт + каолінова глина, та склав 58,9%, що вище, ніж у варіанті 1 на 24,4%, варіанті 2 на 19,3%, варіанті 3 на 17,4%, варіанті 4 на 7,8%, варіанті 5 на 12,2% (див. рис. 2).

Перетворення щеплених живців у саджанці пов'язане з утворенням кореневої системи та пагонів з листям [18, с. 79]. Ці новоутворення можуть виникнути лише за наявності достатньої кількості поживних речовин у субстраті та живцях. Варіант субстрату: тирса + агроперліт + каолінова глина,

істотно вплинув на динаміку росту коренів та загальний розвиток рослин.

Встановлено економічну ефективність та доцільність вирощування щеплених вегетуючих саджанців на різних субстратах (див. табл. 5).

Найбільший чистий дохід було отримано у варіанті з використанням якості субстрату тирса + агроперліт + каолінова глина (1:1:1) – 6712,8 тис. грн./га, що на 2748 тис. грн./га більше контролю. Рентабельність виробництва, 95,1%, найбільша з використанням цього ж типу субстрату, більше контролю на 35,9%, та на 15% більша, ніж з використанням якості субстрату тирса + агроперліт.

Висновки. В результаті проведених експериментальних досліджень встановлено, що оптимальним субстратом для вирощування вегетуючих саджанців є: тирса + агроперліт + каолінова глина у співвідношенні 1:1:1, а максимально сприятливий термін вирощування – 60 днів.

Висаджування щеплених живців у поліетиленовий рукав з субстратом тирса + агроперліт + каолінова глина у співвідношенні 1:1:1 до проведення

стратифікації дає кращу приживаність їх на плантації – 94,4 для сорту Аміра та 98,4% для сорту Августин, що вище за контроль на 37,2 та 13,0% відповідно. При цьому знижується ризик проникнення бактеріальної та іншої інфекції в тканини рослин під час посадки на постійне місце.

Найбільша рентабельність отримана при стратифікації та вирощуванні саджанців сорту Аміра на підщепі Кобер 5ББ у субстраті тирса + бентонітова глина + глауконіт – 95,1%, що вище за контроль на 35,9%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Cataldo E., Fucile M., Mattii G. B. Biostimulants in Viticulture: A Sustainable Approach against Biotic and Abiotic Stresses. Plants (Basel, Switzerland). 2022. Vol. 11, № 2. P. 162.

2. Зеленянська Н.М, Мандич О.М. Удосконалення етапу вимочування компонентів щеп винограду на основі застосування суспензії живої хлорели. *Таврійський науковий вісник : науковий журнал. Серія: Сільськогосподарські науки*. Вип. 126. Видавничий дім «Гельветика», 2022. С. 51–60. (с.55)

3. Зеленянська Н.М, Борун В.В. Формування листового апарату щеплених саджанців винограду за умов краплинного зрошення. *Таврійський науковий вісник : науковий журнал. Серія: Сільськогосподарські науки*. Вип. 103. Видавничий дім «Гельветика», 2018. С. 35–42. (с.41)

4. Vlasov V., Derendovskaia A., Shtirbu A., Sivak N., Olefir O. Effect of Gibberellic Acid on The Yield of Partenocarpic and Stenospermocarpic Grape Cultivars. *Ozet kitapçici Abstract Book: II Uluslararası congress (21–24 Kasım novembre 2019)*. 2019. P. 79.

5. Банковська М. Г. Оцінка стійкості генотипів винограду проти грибних хвороб. *Виноградарство і виноробство : міжвід. темат. наук. зб. Одеса : ННЦ «ІВіВ ім. В.Е. Таїрова», 2002. Вип. 45 (1). С. 20–24.*

6. Герус Л. В., Ковальова І. А., Салій О. В. [та ін.]. Генетична обумовленість рівня зимостійкості та виділення сортів-донорів адаптивності до низьких температур серед інтродукованого та власного генофонду. *Виноградарство і виноробство: міжвід. темат. наук. зб. Одеса : ННЦ «ІВіВ ім. В. Е. Таїрова», 2015. Вип. 52. С. 54–59.*

7. Якушина Н. А. Сучасні раціональні системи захисту винограду від хвороб та шкідників. *Виноград та виноробство*. Ялта, 2013. № 2. С. 12–13.

8. Тарабріна І. В. Хвороби та шкідники винограду на виноградниках України. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. Харків, 2011. № 51. С. 34–37.

9. Савін М. О., Кувшинов А. О., Сапожников А. М. До питання формування копуляційних зрівів при щепленні рослин. *Виноградарство і виноробство : міжвід. наук. темат. зб. Одеса : ННЦ «ІВіВ ім. В.Е. Таїрова», 2018. Вип. 55. С. 122–126.*

10. Методика державного сортопробування сільськогосподарських культур. Вип. 7. Київ, 2000. 144 с.

11. Гель І.М. Історія розвитку виноградарства. Навчальний посібник для студентів спеціальності «Садівництво і виноградарство» Львів, 2016. 246 с.

12. Каменева Н. Науково-практичні аспекти застосування фізіологічноактивних речовин у виноградарстві : монографія. Одеса: Видавничий дім «Гельветика». 2020. 124 с.

13. Banilas G., Korkas E. Rapid micro-propagation of grapevine (cv. Agiorgitiko) through lateral bud development. *E-Journal of Science & Technology*. 2007. Vol. 2. P. 31–38.

14. Ковальов М.М., Середенко Д.С. Вплив типу субстрату на вирощування живців винограду в DWC системах. Збірник тез доповідей здобувачів вищої освіти LV науково-технічної конференції «Наука в ЦНТУ: основні досягнення та перспективи розвитку» за підсумками проведення «Дня науки – 2021» 14 травня 2021 року. Кропивницький : ЦНТУ, 2021. С. 136–139.

15. Присталов А. І., Кулешова Л. Г. Розробка примусового насичення живців винограду різними середовищами методом вакуум-інфільтрації. International research and practice conference «Modern methodologies, innovations, and operational experience in the field of biological sciences»: матеріали конференції. 27–28 December 2017, Lublin, 2017. P. 278–282.

16. Скоряк Г. А. Своєчасне щеплення – запорука успіху. Дім сад город. Київ, 2022, № 5. С. 22–23.

17. Баранець Л. О. Весняний захист винограду. *Садівництво по-українськи*. 2016. № 6. С. 58–61.

18. Константинова М. С. Старі нові загрози багаторічним насадженням. Шкідники поліфаги в садах та виноградниках. *Пропозиція : Український журнал з питань агробізнесу*. 2016. № 1. С. 77–80.

REFERENCES:

1. Cataldo E., Fucile M., Mattii G. B. (2022). Biostimulants in Viticulture: A Sustainable Approach against Biotic and Abiotic Stresses. *Plants (Basel, Switzerland)*. Vol. 11, № 2. P. 162. Retrieved from: (<https://doi.org/10.3390/plants11020162>) accessed (April 21, 2023).

2. Zelenianska N.M, Mandych O.M. (2022) Udokonalennia etapu vymochuvannia komponentiv shchep vynohradu na osnovi zastosuvannia suspenszii zhyvoi khlorely [Improvement of the stage of soaking components of grape cuttings based on the use of live chlorella suspension] *Tavri Scientific Bulletin: Scientific Journal Agricultural Sciences*. Vol. 126, pp. 51–60 [in Ukrainian].

3. Zelenianska N.M, Borun V.V. (2018). Formuvannia lystkovoho aparatu shcheplynykh sadzhantsiv vynohradu za umov kraplynnoho zroshennia [Formation of the leaf apparatus of grafted grape seedlings under drip irrigation conditions]. *Tavri Scientific Bulletin: Scientific Journal Agricultural Sciences*. Vol. 103, pp. 35–42 [in Ukrainian].

4. Vlasov V., Derendovskaia A., Shtirbu A., Sivak N., Olefir O. (2019). Effect of Gibberellic Acid on The Yield of Partenocarpic and Stenospermocarpic Grape Cultivars. *Proceedings of the Ozet kitapçici Abstract Book: II Uluslararası congress (21–24 novembre 2019)*. Kasim, P. 79.

5. Bankovska M. H. (2002). Otsinka stiikosti henotypiv vynohradu proty hrybnykh khvorob [Evaluation of resistance of grape genotypes against fungal diseases]. *Viticulture and winemaking: interdisciplinary, subject of science coll. Odesa: NSC «IViV named after V.E. Tairov»*. Vol. 45, no. 1, pp. 20–24 [in Ukrainian].

6. Herus L. V., Kovalova I. A., Saliy O. V. ta in. (2015). Henetychna obumovlenist rivnia zymostiiikosti ta vydilennia sortiv-donoriv adaptivnosti do nyzkykh temperatur sered introdukovanoho ta vlasnoho henofondu [Genetic determination of the level of winter hardiness and the selection of donor varieties of adaptability to low tempera-

tures among the introduced and own gene pool]. *Viticulture and winemaking: interdisciplinary, subject of science coll. Odesa: NSC «IViV named after V.E. Tairov»*. Vol. 52. pp. 54–59 [in Ukrainian].

7. Yakushyna N. A. (2013). Suchasni ratsionalni systemy zakhystu vynuohradu vid khvorob ta shkidnykiv [Modern rational systems of grape protection against diseases and pests]. *Grapes and winemaking*. no. 2. pp. 12–13 [in Ukrainian].

8. Tarabrina I. V. (2011). Khvoroby ta shkidnyky vynuohradu na vynuohradnykakh Ukrainy [Diseases and pests of grapes in the vineyards of Ukraine]. *Eastern European Journal of Advanced Technologies*. no. 51. pp. 34–37 [in Ukrainian].

9. Savin M. O., Kuvshynov A. O., Sapozhnikov A. M. (2018). Do pytannia formuvannia kopuliatyinykh zrivy pry shcheplenni Roslyn [On the question of the formation of copulatory slices during plant grafting.]. *Viticulture and winemaking: interdisciplinary, subject of science coll. Odesa: NSC «IViV named after V.E. Tairov»*. Vol. 55. pp. 122–126 [in Ukrainian].

10. Metodyka derzhavnoho sortovyprobuvannya sil'skohospodars'kykh kul'tur (2000). [Methods of state variety testing of crops]. Kyiv : Derzhstandart Ukraine. [in Ukrainian].

11. Hel I.M.(2016). *Istoriia rozvytku vynuohradarstva. Navchalnyi posibnyk dlia studentiv spetsialnosti Sadivnytstvo i vynuohradarstvo* [History of the development of viticulture. Study guide for students of the specialty Horticulture and viticulture] Lviv. [in Ukrainian].

12. Kameneva N. (2020). *Naukovo-praktychni aspekty zastosuvannya fiziologichnoaktyvnykh rehovyn u vynuohradarstvi: monohrafiia* [Scientific and practical aspects of the use of physiologically active substances in viticulture: monograph]. Odesa: Helvetica Publishing House. [in Ukrainian].

13. Banilas G., Korkas E. (2007). Rapid micro-propagation of grapevine (cv. Agiorgitiko) through lateral bud development. *E-Journal of Science & Technology*. vol. 2. pp. 31–38.

14. Kovalov M.M., Seredenko D.S. (2021). Vplyv typu substratu na vyroshchuvannya zhyvtsiv vynuohradu v DWC systemakh [The influence of the type of substrate on the cultivation of grape cuttings in DWC systems]. *Proceedings of the LV scientific and technical conference Science at the Central National Technical University: main achievements and development prospects based on the results of the Day of Science – 2021 (Ukraine, Kropyvnytskyi, May 14, 2021)*, Kropyvnytskyi: National Technical University, pp. 136–139 [in Ukrainian].

15. Prystalov A. I., Kuleshova L. H. (2017). Rozrobka prymusovoho nasychennia zhyvtsiv vynuohradu riznymi seredovyshchamy metodom vakuum-infiltratsii [Development of forced saturation of grape cuttings with various environments by vacuum infiltration method]. *Proceedings of the International research and practice conference Modern methodologies, innovations, and operational experience in the field of biological sciences* (27–28 December, Lublin, 2017). Lublin, pp. 278–282.

16. Skoriak H. A. (2022). Svoiechasne shcheplennia – zaporuka uspiokhu [Timely vaccination is the key to success]. *House, garden, garden*, no. 5. pp. 22–23 [in Ukrainian].

17. Baranets L. O. (2016). Vesnianyi zakhyst vynuohradu [Spring protection of grapes]. *Sadivnytstvo po*

ukrayynski – Horticulture in Ukrainian, no. 6, pp. 58–61 [in Ukrainian]

18. Konstantynova M. S. (2016). Stari novi zahrozy bahatorichnym nasadzhenniam. Shkidnyky-polifahy v sadakh ta vynuohradnykakh [An old new threat to perennial plantings. Pests polyphages in gardens and vineyards]. *Proposal: Ukrainian Journal on Agribusiness*, no. 1, pp. 77–80 [in Ukrainian].

Ковальов М.М. Вплив типу субстрату та термінів вирощування на вихід вегетуючих саджанців винограду

При створенні високопродуктивних насаджень винограду особливо важливим є перехід галузі на високоефективні, низьковитратні, енергозберігаючі технології, що забезпечують максимальне використання екологічних ресурсів, що забезпечують високу приживаність саджанців на плантації та суттєвий приріст врожайності винограду. Дослідження показують, що вирощування вегетуючих саджанців є високоефективним та інтенсивним методом виробництва посадкового матеріалу для прискороного розмноження нових сортів винограду.

Метою роботи була розробка елементів технології вирощування винограду на різних типах субстратів та їх якість. **Результати.** За результатами досліджень розроблені рекомендації щодо технології виробництва щеплених вегетуючих саджанців та посадки їх на постійне місце вирощування. Сучасні технології вирощування щеплених саджанців винограду не забезпечують для закладання нових насаджень їх збереження на плантаціях при механізованому укритті, через що необхідно проводити її в умовах захищеного ґрунту. Тому розроблена нами технологія дозволила отримати якісно нові саджанці. При застосуванні субстрату тирса + агроперліт на другий рік після перезимівлі та в наступні роки набухання й розпускання бруньок проходило на 6–10 днів раніше за інші типи субстратів, що пов'язано в першу чергу з розвитком більш потужної кореневої системи. Вплив субстрату вплинув на сумарну довжину пагонів, їх діаметр, визрівання та площу листової поверхні. Перетворення щеплених живців у саджанці пов'язане з утворенням потужної кореневої системи та асиміляційного апарату. Ці новоутворення можуть виникнути лише за наявності достатньої кількості поживних речовин як в субстраті, так і в самих живцях. Максимально відповідав цим вимогам варіант субстрату: тирса + агроперліт + каолінова глина. Наявність в ньому поживних речовин та добрі водні та повітряні властивості значно вплинули на динаміку росту коренів та розвиток рослин в цілому.

Висновки. В результаті експериментальних досліджень встановлено, що висаджування щеплених живців у поліетиленовий рукав з субстратом тирса + агроперліт + каолінова глина у співвідношенні 1:1:1 до проведення стратифікації дає кращу приживаність їх на плантації – 94,4% для сорту Аміра та 98,4% для сорту Августин, що вище за контроль на 37,2 та 13,0% відповідно. Найбільша рентабельність отримана при стратифікації та вирощуванні саджанців сорту Аміра на підщепі Кобер 5ББ у субстраті тирса + бентонітова глина + глауконіт – 95,1%, що вище за контроль на 35,9%.

Ключові слова: щеплення винограду, субстрати, якість саджанців, економічна ефективність, ресурсозберігаюча технологія.

Kovalov M.M. The influence of the type of substrate and the terms of cultivation on the yield of vegetative grape seedlings

When creating highly productive grape plantations, the transition of the industry to highly efficient, low-cost, energy-saving technologies that ensure the maximum use of ecological resources, that ensure a high survival rate of seedlings on the plantation and a significant increase in grape yield is especially important. Research shows that growing vegetative seedlings is a highly effective and intensive method of producing planting material for accelerated propagation of new grape varieties. **The objective** The aim of the work was to develop the elements of grape growing technology on different types of substrates and their quality. **Results.** Based on the results of the research, recommendations were developed regarding the technology for the production of grafted vegetative seedlings and their planting at a permanent place of cultivation. Modern technologies for growing grafted grape seedlings do not ensure their preservation on plantations with mechanized shelter for the establishment of new plantations, which is why it is necessary to conduct it in protected soil conditions. Therefore, the technology developed by us made it possible to obtain qualitatively new seedlings. When using sawdust + agropelite substrate in the second year after overwintering and in subsequent years, swelling and budding took place 6–10 days

earlier than other types of substrates, which is primarily due to the development of a more powerful root system. The influence of the substrate affected the total length of the shoots, their diameter, maturation and the area of the leaf surface. The transformation of grafted cuttings into seedlings is associated with the formation of a powerful root system and assimilation apparatus. These neoplasms can occur only in the presence of a sufficient amount of nutrients both in the substrate and in the cuttings themselves. The substrate option best met these requirements: sawdust + agropelite + kaolin clay. The presence of nutrients and good water and air properties in it significantly influenced the dynamics of root growth and the development of plants in general. **Conclusions.** As a result of experimental studies, it was found that planting grafted cuttings in a polyethylene sleeve with a substrate of sawdust + agropelite + kaolin clay in a ratio of 1:1:1 before stratification gives better survival of them on the plantation – 94,4% for the Amira variety and 98,4% for the Augustyn variety, which is higher than the control by 37,2 and 13,0%, respectively. The highest profitability was obtained when stratifying and growing seedlings of the Amira variety on Kober 5BB rootstock in a substrate of sawdust + bentonite clay + glauconite – 95,1%, which is higher than the control by 35,9%.

Key words: grape grafting, substrates, seedling quality, economic efficiency, resource-saving technology.

АНАЛІЗ АГРОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ У ХЕРСОНСЬКІЙ ОБЛАСТІ ЗА 2022 РІК ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ЛИХОВИД П.В. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0002-0314-7644
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Вивчення агрокліматичних умов є передумовою раціонального підбору сільськогосподарських культур, розробки сівозмінних ротацій і формування агротехнологічних елементів, які повинні забезпечувати культурним рослинам максимальне розкриття їхнього генотипового потенціалу продуктивності в заданих екологічних умовах. Південь України в цілому та Херсонська область зокрема традиційно вважаються зонами ризикованого землеробства, оскільки рівень природного вологозабезпечення в регіоні знаходиться на низькому рівні. Втім, глобальні зміни клімату привели до стрімких змін у локальному кліматі Херсонщини, з тенденцією до подальшого посилення повітряної та ґрунтової посухи у вегетаційний період [1]. Наразі дані щодо агрокліматичної характеристики регіону охоплюють період до 2020–2021 року включно. Минулий 2022 рік мав свої особливості щодо природного розподілу вологи, а тому для доповнення історичного тренду кліматичних змін у Херсонській області варто виконати детальну аналітичну оцінку минулорічних метеорологічних умов. Для одержання більш об'єктивної картини було застосовано декілька засобів оцінки референтної евапотранспірації: авторський мобільний додаток Evapotranspiration Calculator (Ukraine), який виконує розрахунок метеорологічного індексу за величиною середньої температури повітря, та закордонну розробку AgSAT (надає автоматичні розрахунки за заданими параметрами та геолокацією) [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Зараз у наукових колах існує декілька різних підходів до оцінки агрокліматичних характеристик територій. Один із них базується на емпіричних математичних розрахунках дійсно можливої та максимальної продуктивності конкретних видів сільськогосподарських культур відповідно до природного забезпечення культурних рослин факторами життя, яких вони вимагають [3]. Цей підхід є вузькоспеціалізованим (оскільки районування територій здійснюється для конкретних видів) і націленим на агрономічних практиків. Другий підхід є менш практично орієнтованим, але має більше теоретичне значення для вивчення динамічних змін та об'єктивної оцінки кліматологічної ситуації, і базується на прямій оцінці метеорологічних умов за допомогою розрахунку відповідних агрометеорологічних індексів, наприклад, гідротермічного коефіцієнту за Селяніновим (ГТК) [4], стандартизованого індексу опадів та сумарного випаровування (SPEI) [5], індексу аридності (IA) [6], тощо. Таким чином, можна отримати теоретичні

знання щодо розподілу природної вологи на території, та виконати агрокліматичне районування відповідно до рівня вологозабезпеченості. У даній роботі було застосовано саме другий підхід до оцінки та характеристики агрокліматичних умов у Херсонській області, що склалися впродовж 2022 року, із застосуванням відкритих метеорологічних баз даних meteoblue (https://www.meteoblue.com/en/weather/historyclimate/weatherarchive/kherson_ukraine_706448), даних державних гідрометеорологічних станцій та інформаційних технологій (мобільних додатків, створених для автоматизованого та напівавтоматизованого розрахунку величини референтної евапотранспірації).

Мета. Метою роботи є аналітичний огляд агрокліматичних умов Херсонської області за 2022 рік у контексті вивчення балансу природної вологи та рівня посушливості клімату в регіоні шляхом встановлення показників референтної евапотранспірації у різних програмних середовищах – AgSAT та Evapotranspiration Calculator (Ukraine).

Матеріали та методика досліджень. Метеорологічні показники, такі як середньомісячна температура повітря (°C), швидкість вітру (м/с), кількість опадів (мм), відносна вологість повітря (%) було отримано на порталі meteoblue, де представлено деталізований архів метеорологічних даних по Херсонській області за період 2022-2023 рр. Дані з бази meteoblue було додатково уточнено наявними за початкові місяці 2022 року даними Херсонського обласного гідрометеорологічного центру.

Оцінку референтної евапотранспірації виконували за наявними метеорологічними даними у мобільному додатку Evapotranspiration Calculator (Ukraine) та додатку AgSAT (налаштування – трав'яний покрив, оскільки еталонні рівняння оцінюють евапотранспірацію саме для 30-см газонної трави або 30-см покриву люцерни). Розрахунок евапотранспірації проводили на добовій та середньомісячній основі (середньодобова та кумулятивна).

Розрахунок індексу аридності (IA) виконували за формулою (1):

$$IA = O / ETo \quad 1)$$

де: O – кількість опадів за період, мм; ETo – референтна евапотранспірація за період, мм.

Режим природного вологозабезпечення за кожним місяцем та в річному розрізі встановлювали відповідно до класифікації, запропонованої ЮНЕСКО [7].

Прямий дефіцит природної вологи (баланс вологи БВ) розраховували за формулою (2):

$$БВ = О - ЕТо \quad (2)$$

де: О – кількість опадів за період, мм; ЕТо – референтна евапотранспірація за період, мм.

Розрахунково-графічну роботу виконували в Microsoft Excel 365.

Результати досліджень. Результати аналізу референтної евапотранспірації та індексу аридності в Херсонській області за 2022 рік із використанням різних інформаційних технологій наведено нижче (табл. 1 та 2). Помітно, що результати розрахунку показника референтної евапотранспірації в мобільному додатку AgSAT є дещо заниженими, що у підсумку пом'якшує картину актуального рівня посушливості клімату в регіоні. Скоріше за все, це

пов'язано з тим, що даний додаток використовує супутникові дані щодо відбиття сонячного світла поверхнею для опосередкованої оцінки рівня референтної евапотранспірації з поверхні (культурних рослин, трав'янистого покриву), а тому можливі похибки при встановленні індексу на вільних від рослин, або вкритих відмерлими рослинами, територіях [8]. Тому для періодів Січень – Квітень та Жовтень – Грудень необхідно виконувати калібрування оціночної величини референтної евапотранспірації з поправкою на відсутність щільного рослинного покриву. У некаліброваному вигляді, на нашу думку, оціночні дані AgSAT можна використовувати лише у період Травень – Вересень.

Таблиця 1 – Характеристика агрокліматичних умов 2022 року на території Херсонської області (референтна евапотранспірація за AgSAT)

| Період | ЕТо (середнє), мм | ЕТо (кумулятивне), мм | Опади, мм | ІА | БВ | Клімат згідно ІА |
|---------------|-------------------|-----------------------|------------|-------------|----------------|------------------|
| Січень | 0,08 | 2,35 | 15,0 | 6,37 | 12,65 | ГВ |
| Лютий | 0,13 | 3,76 | 14,5 | 3,86 | 10,74 | ГВ |
| Березень | 0,31 | 9,63 | 9,5 | 0,99 | -0,13 | ГВ |
| Квітень | 0,45 | 13,63 | 37,0 | 2,71 | 23,37 | ГВ |
| Травень | 1,89 | 58,58 | 13,0 | 0,22 | -45,58 | НП |
| Червень | 6,58 | 197,48 | 7,0 | 0,04 | -190,48 | Пп |
| Липень | 6,70 | 207,79 | 5,0 | 0,02 | -202,79 | Пп |
| Серпень | 4,98 | 154,47 | 12,0 | 0,08 | -142,47 | П |
| Вересень | 1,67 | 49,98 | 7,0 | 0,14 | -42,98 | П |
| Жовтень | 1,29 | 40,02 | 19,0 | 0,47 | -21,02 | НП |
| Листопад | 0,14 | 4,08 | 28,0 | 6,87 | 23,93 | ГВ |
| Грудень | 0,08 | 2,44 | 44,0 | 18,04 | 41,56 | ГВ |
| Рік | 2,03 | 744,19 | 211,0 | 0,28 | -533,19 | НП |

(результат роботи авторів)

Примітки: курсив – періоди з мінімальною референтною евапотранспірацією та максимальним позитивним балансом природної вологи; напівжирним – періоди максимальної референтної евапотранспірації та максимального дефіциту природної вологи; типи клімату: ГВ – гіпервологий, НП – напівпосушливий, П – посушливий, Пп – пустельний.

Таблиця 2 – Характеристика агрокліматичних умов 2022 року на території Херсонської області (референтна евапотранспірація за Evapotranspiration Calculator (Ukraine))

| Період | ЕТо (середнє), мм | ЕТо (кумулятивне), мм | Опади, мм | ІА | БВ | Клімат згідно ІА |
|---------------|-------------------|-----------------------|------------|-------------|----------------|------------------|
| Січень | 0,05 | 1,55 | 15,0 | 9,68 | 13,45 | ГВ |
| Лютий | 0,82 | 22,96 | 14,5 | 0,63 | -8,46 | ПС |
| Березень | 3,92 | 121,52 | 9,5 | 0,08 | -112,02 | П |
| Квітень | 2,30 | 69,00 | 37,0 | 0,54 | -32,00 | ПС |
| Травень | 3,46 | 107,26 | 13,0 | 0,12 | -94,26 | П |
| Червень | 5,44 | 163,20 | 7,0 | 0,04 | -156,20 | Пп |
| Липень | 6,43 | 199,33 | 5,0 | 0,03 | -194,33 | Пп |
| Серпень | 6,31 | 195,61 | 12,0 | 0,06 | -183,61 | П |
| Вересень | 4,45 | 133,50 | 7,0 | 0,05 | -126,50 | Пп |
| Жовтень | 4,20 | 130,20 | 19,0 | 0,15 | -111,20 | П |
| Листопад | 1,36 | 40,80 | 28,0 | 0,69 | -12,80 | ПС |
| Грудень | 0,34 | 10,54 | 44,0 | 4,17 | 33,46 | ГВ |
| Рік | 3,26 | 1195,47 | 211,0 | 0,18 | -984,47 | П |

(результат роботи авторів)

Примітки: курсив – періоди з мінімальною референтною евапотранспірацією та максимальним позитивним балансом природної вологи; напівжирним – періоди максимальної референтної евапотранспірації та максимального дефіциту природної вологи; типи клімату: ГВ – гіпервологий, ПС – посушливий субвологий, НП – напівпосушливий, П – посушливий, Пп – пустельний.

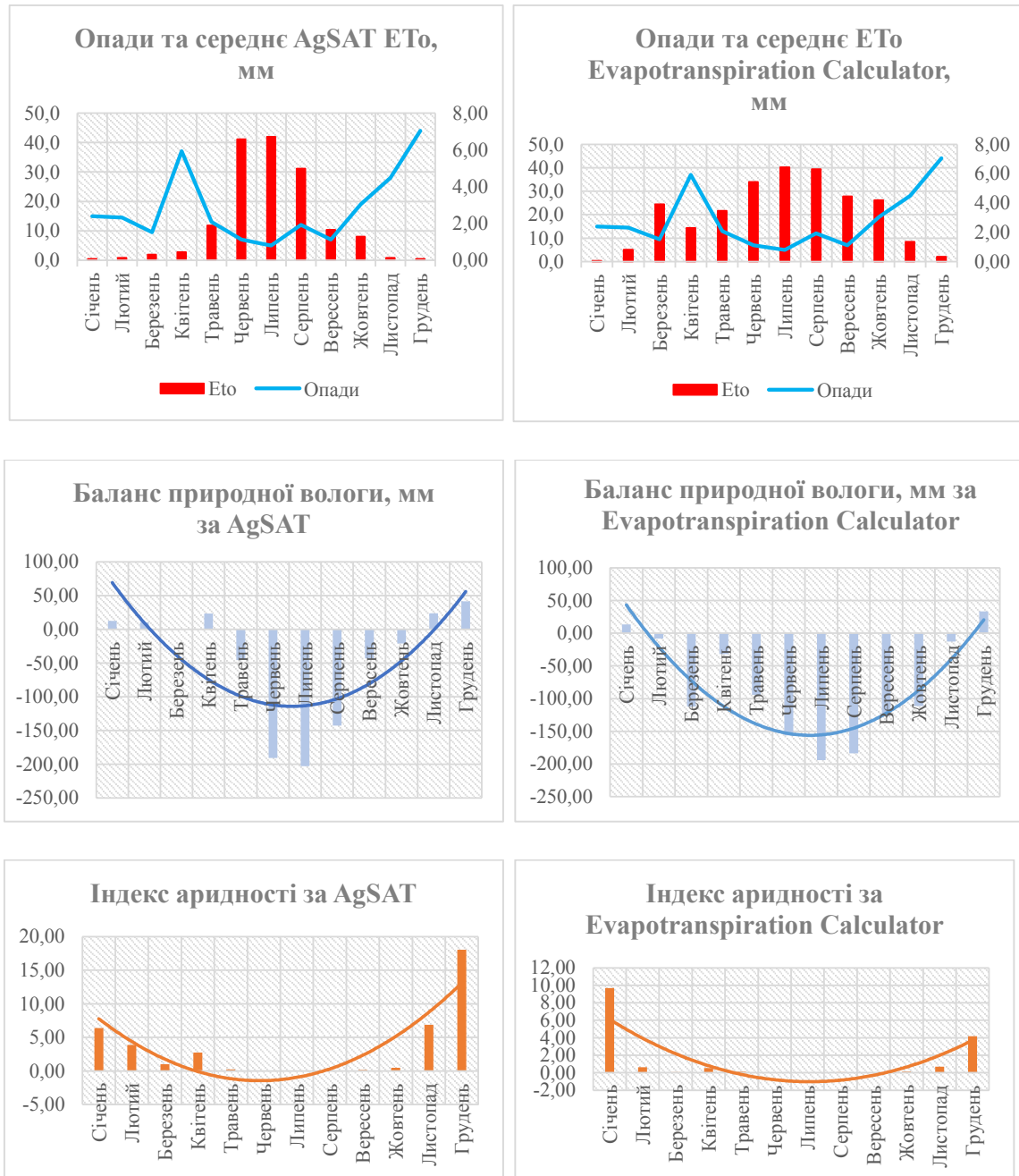


Рис. 1. Візуалізація відмінностей в оцінці агрокліматичних умов Херсонської області згідно розрахунків референтної евапотранспірації в AgSAT та Evapotranspiration calculator (Ukraine)

Відповідно до результатів аналітичної оцінки природного вологозабезпечення в регіоні встановлено, що більшість вегетаційного періоду (березень – листопад) на Херсонщині відповідає умовам посушливого клімату, причому влітку (період «червень – липень») він трансформується у пустельний. Щодо решти року, помітна певна невідповідність між кліматичною оцінкою водного балансу та аридності у двох інформаційних системах. AgSAT вказує на значно більш м'який період «березень – травень» та «серпень – листопад», аніж Evapotranspiration Calculator (Ukraine). Повна відповідність агрокліматичної оцінки відмічається

лише для періоду «червень – липень» та «грудень – січень». Важливо зазначити, що в такому випадку доцільніше орієнтуватися на результати Evapotranspiration Calculator (Ukraine), оскільки цей додаток пройшов відповідну калібрацію та пристосований до умов України [2], у той час як AgSAT не проходив калібрацію та вивчення в наших кліматичних умовах [8].

Наочно порівняльну характеристику оцінки агрокліматичних умов Херсонщини в обох додатках наведено на рис. 1. Загальний річний тренд щодо динаміки балансу вологи в регіоні є ідентичним для обох оціночних систем, лише з тією різницею, що

крива для Evapotranspiration Calculator (Ukraine) є більш крутою, аніж для AgSAT. Щодо індексу аридності, то тут спостерігається протилежна закономірність – крива для AgSAT має більшу кривизну.

Згідно проведеної розрахунково-аналітичної роботи встановлено, що мінімальний оціночний дефіцит природного зволоження в регіоні за 2022 рік склав 533,2 мм, тоді як більш реалістичний сценарій вказує на майже вдвічі більшу величину – 984,5 мм. Клімат регіону мав характеристики надзвичайно посушливого, і в окремі періоди року набував навіть пустельного характеру. Це погоджується зі встановленими вітчизняними дослідниками тенденціями до посилення ризиків опустелювання Півдня України внаслідок сучасних кліматичних змін, що потребуватиме масового впровадження зрошувальних меліорацій у регіоні для забезпечення сталого виробництва продукції рослинництва у найближчому майбутньому [9]. Варто відзначити екстремально низьку кількість опадів, які випали 2022 року на Херсонщині – лише 211 мм. Згідно середньо багаторічних даних за період 1994–2010 рр. в області випадало 367,5 мм опадів [10, с. 23], а за період 2011–2020 рр. – 387 мм [9]. Таким чином, у 2022 році випало лише 54,5–57,4% середньо багаторічної норми. Подібна аномалія спостерігалася і в 2019 році, коли річна кількість опадів склала лише 222 мм.

Висновки. Агрокліматична ситуація в Херсонській області станом на 2022 рік вказує на високу посушливість регіону – індекс аридності, за різними підрахунками, становив від 0,28 (напівпосушливий клімат) до 0,18 (посушливий клімат); прямиий дефіцит природного вологозабезпечення склав 533,2 та 984,5 мм, відповідно. Таким чином, у регіоні спостерігається тенденція до наростання посухи та зниження природного вологозабезпечення, що на тлі порушення природного балансу екосистем та погіршення стану водних і ґрунтових ресурсів області на тлі бойових дій ставить під загрозу стале виробництво продукції рослинництва в регіоні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Lykhovyd P. V. Irrigation needs in Ukraine according to current aridity level. *Journal of Ecological Engineering*. 2021. Vol. 22. No. 8. P. 11–18.
2. Lykhovyd P. Comparing reference evapotranspiration calculated in ETo Calculator (Ukraine) mobile app with the estimated by standard FAO-based approach. *AgriEngineering*. 2022. Vol. 4. P. 747–757.
3. Польовий А. М., Букарева С. А. Оцінка агрокліматичних ресурсів Херсонської області для формування озимої пшениці. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2011. № 9. С. 110–117.
4. Лагойда М. М., Яремко О. Є., Архипова Л. М. Тенденції часового розподілу кліматичних показників на території Івано-Франківської області. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування*. 2019. № 1(19). С. 34–42.
5. Єрмоленко Н. С., Хохлов В. М. Порівняння просторово-часових характеристик посух в Україні на початку та наприкінці ХХ сторіччя. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2012. № 10. С. 20–21.

6. Meng M., Ni J., Zhang Z. G. Aridity index and its applications in geo-ecological study. *Chinese Journal of Plant Ecology*. 2004. Vol. 28. No. 6. P. 853.

7. Haider S., Adnan S. Classification and assessment of aridity over Pakistan provinces (1960–2009). *International Journal of Environment*. 2014. Vol. 3. No. 4. P. 24–35.

8. Jaafar H., Mourad R., Hazimeh R., Sujud L. AgSAT: A smart irrigation application for field-scale daily crop ET and water requirements using satellite imagery. *Remote Sensing*. 2022. Vol. 14. No. 20. P. 5090.

9. Вожегова Р. А., Нетіс І. Т., Онуфран Л. І., Сахацький Г. І., Шарата, Н. Г. Зміна клімату та аридизація Південного Степу України. *Аграрні інновації*. 2021. № 7. С. 16–20.

10. Лавриненко Ю. О., Вожегова Р. А., Коковіхін С. В., Писаренко П. В., Найдьонов В. Г., Михаленко І. М. Кукурудза на зрошуваних землях Півдня України. Херсон : Айлант, 2011.

REFERENCES:

1. Lykhovyd, P. V. (2021). Irrigation needs in Ukraine according to current aridity level. *Journal of Ecological Engineering*, 22(8), 11–18.
2. Lykhovyd, P. (2022). Comparing reference evapotranspiration calculated in ETo Calculator (Ukraine) mobile app with the estimated by standard FAO-based approach. *AgriEngineering*, 4, 747–757.
3. Polevoy, A. N., & Bukareva, S. A. (2011). Ocinka agroklimatichnyh resursiv Hersonskoi oblasti dlja formuvannja ozymoi pshenyци [Evaluation of agroclimatic resources of the Kherson region in reference to winter wheat cultivation]. *Ukrainian hydrometeorological journal*, 9, 110–117 [in Ukrainian].
4. Lahoida, M., Yaremko, O., & Arkhypova, L. (2019). Tendencii chasovogo rozpodilu klimatichnyh pokaznykiv na terytorii Ivano-Frankivskoi oblasti [Tendencies of the time distribution of climatic indicators in Ivano-Frankivsk oblast]. *Ecological Safety and Balanced Use of Resources*, 1(19), 34–42 [in Ukrainian].
5. Yermolemko, N. S., & Khokhlov, V. M. (2012). Porivnjannja prostоровo-chasovyh harakterystyk posuh v Ukraini na pochatku ta naprykinci XX storichchja [Comparison of spatio-temporal features of droughts in Ukraine beginning and the end of the twentieth century]. *Ukrainian hydrometeorological journal*, 10, 65–72 [in Ukrainian].
6. Meng, M., Ni, J., & Zhang, Z. G. (2004). Aridity index and its applications in geo-ecological study. *Chinese Journal of Plant Ecology*, 28(6), 853.
7. Haider, S., & Adnan, S. (2014). Classification and assessment of aridity over Pakistan provinces (1960–2009). *International Journal of Environment*, 3(4), 24–35.
8. Fedorchuk, M. I., Fedorchuk, V. H., & Tkachova, Ye. S. (2019). Ahrotekhnichni osnovy produktyvnosti hisopu likarskoho (*Hyssopus officinalis* L.) [Agrotechnical bases of hyssop (*Hyssopus officinalis* L.) productivity]. *Medicinal plants: customs and prospects of investigation: proceedings of the IV International scientific conference dedicated to 140-anniversary from the birthday of P.I. Havsevych (Berezotocha, 13–14 June 2019)*. Lubny: Publishing house «Lubny». pp. 86–87 [in Ukrainian].
9. Vozhegova, R. A., Netis, I. T., Onufrin, L. I., Sakhaty, G. I., & Sharata, N. H. (2021). Zmina klimatu ta ary-

dyzacja Pivdenного Stepu Ukrainy [Climate change and aridization of the Southern Steppe of Ukraine]. *Agrarian innovations*, 7, 16–20 [in Ukrainian].

10. Lavrynenko, Yu. O., Vozhehova, R. A., Koko-vikhin, S. V., Pysarenko, P. V., Naidionov, V. H., Mykhalenko, I. M. (2011). Kukurudza na zroshuvanyh zemljah Pivdnja Ukrainy [Maize on the irrigated lands of the South of Ukraine]. *Kherson : Ailant* [in Ukrainian].

Лиховид П.В. Аналіз агрокліматичних умов у Херсонській області за 2022 рік із використанням сучасних інформаційних технологій

Мета. Виконати аналітичний огляд агрокліматичних умов Херсонської області за 2022 рік у контексті вивчення балансу природної вологи та рівня посушливості клімату в регіоні шляхом встановлення показників референтної евапотранспірації у різних програмних середовищах – AgSAT та Evapotranspiration Calculator (Ukraine).

Методи. Дані щодо метеорологічних умов у регіоні було отримано з відкритої бази метеорологічних даних meteoblue, а для початкового періоду 2022 року – уточнено даними Херсонського обласного гідрометеорологічного центру. Оцінку референтної евапотранспірації виконували у додатках AgSAT та Evapotranspiration Calculator (Ukraine). Індекс аридності розраховували за відношенням кількості опадів до референтної евапотранспірації, а баланс вологи – за різницею між референтною евапотранспірацією та кількістю опадів. Розрахунково-графічну роботу виконували в Microsoft Excel 365.

Результати. Встановлено відмінності в оцінці референтної евапотранспірації та, відповідно, посушливості клімату під час застосування різних інформаційних технологій для проведення розрахунків. AgSAT дає дещо занижені показники референтної евапотранспірації та вимагає калібрування. Динаміка агрокліматичних умов коректно відображається за використання будь-якого із тестованих мобільних додатків. Встановлено надзвичайно низький рівень надходження опадів у 2022 році на території Херсонської області, а режим клімату можна оцінити як посушливий, у літній період – навіть пустельний. Найбільш вологий період року – зимовий. Прямий дефіцит вологи за різними підрахунками знаходився в межах 533,2-984,5 мм, що вказує на пряму загрозу сталому виробництву продукції рослинництва в регіоні в незрошуваних умовах.

Висновки. Агрокліматична ситуація в Херсонській області станом на 2022 рік вказує на високу посушливість регіону – індекс аридності, за різними підрахунками, становив від 0,28 (напівпосушливий клімат) до 0,18 (посушливий клімат); прямий дефіцит природного вологозабезпечення склав 533,2 та 984,5 мм, відповідно. Таким чином, у регіоні спостерігається тенденція до наростання посухи та зниження природного вологозабезпечення, що на тлі порушення природного балансу екосистем та погіршення стану водних і ґрунтових ресурсів області на

тлі бойових дій ставить під загрозу стале виробництво продукції рослинництва в регіоні.

Ключові слова: глобальне потепління, дефіцит вологозабезпечення, зрошення, індекс аридності, посуха.

Lykhovyd P.V. Analysis of agroclimatic conditions in Kherson oblast for 2022 using modern information technologies

Purpose. To perform an analytical review of the agroclimatic conditions of the Kherson region for 2022 in the context of studying the balance of natural humidification and the level of climate aridity in the region by establishing reference evapotranspiration indicators in various software environments, AgSAT and Evapotranspiration Calculator (Ukraine).

Methods. Data on meteorological conditions in the region were collected from the meteoblue open meteorological data base, and for the initial period of 2022 – completed with the data from the Kherson Regional Hydrometeorological Centre. The assessment of reference evapotranspiration was performed in the AgSAT and Evapotranspiration Calculator (Ukraine) applications. The aridity index was calculated by the ratio of the amount of precipitation to the reference evapotranspiration, and the moisture balance was calculated by the difference between the reference evapotranspiration and the amount of precipitation. Calculation and graphic work were performed in Microsoft Excel 365.

Results. Differences in the assessment of reference evapotranspiration and, accordingly, the aridity of the climate have been established during the application of various information technologies for calculations. AgSAT gives slightly underestimated reference evapotranspiration and requires calibration. The dynamics of agroclimatic conditions are displayed correctly when using any of the tested mobile applications. An extremely low level of precipitation was established in 2022 in the territory of the Kherson region, and the climate regime can be assessed as arid, even deserted, in the summer. The wettest period of the year is winter. According to various calculations, the direct moisture deficit was in the range of 533.2-984.5 mm, indicating a direct threat to the sustainable production of plant products in the region in non-irrigated conditions.

Conclusions. The agroclimatic situation in the Kherson region as of 2022 indicates high aridity in the region – the aridity index, according to various calculations, was from 0.28 (semi-arid climate) to 0.18 (arid climate); the direct deficit of natural moisture supply amounted to 533.2 and 984.5 mm, respectively. Thus, there is a tendency in the region to increase drought and decrease natural moisture supply, which, in the context of disrupting the natural balance of ecosystems and the deterioration of the state of water and soil resources of the region in the context of hostilities, endangers the sustainable production of plant products in the region.

Key words: global warming, water supply deficit, irrigation, aridity index, drought.

УРОЖАЙНІСТЬ ЗЕРНА СОРТІВ СОЇ ЗА ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ ОРГАНІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ

НІМЕНКО С.С. – здобувач ступеня доктора філософії
orcid.org/0000-0003-1748-549X

Білоцерківський національний аграрний університет

ГРАБОВСЬКИЙ М.Б. – доктор сільськогосподарських наук, професор,
orcid.org/0000-0002-8494-7896

Білоцерківський національний аграрний університет

Постановка проблеми. Соя (*Glycine max* (L.) є однією з п'яти культур, які домінують у світовому сільському господарстві разом із кукурудзою, пшеницею, бавовною та рисом. Серед олійних культур соя займає перше місце у світі [1]. Соя демонструє найбільший потенціал приросту посівних площ через високий вміст протеїну в зерні (39–48%), можливість вирощування за широкого температурного діапазону і значної кількості агрономічних і біологічних даних по цій культурі [2]. У 2021–2022 рр. в понад 70 країнах світу було вироблено 355,7 млн т зерна сої. У 2020–2021 рр. в Європейському союзі було вироблено 2,7 млн т сої а в європейських країнах, що не входять до ЄС, ще 8,4 млн т [3]. Кілька територій у Європі, де вирощують сою, зосереджені між 45° і 50° північної широти, з найбільшим виробництвом в Східній Європі: Україна (3,7 млн т), Сербія (0,7 млн т), Румунія (0,4 млн т) та в Північному Середземномор'ї: Італія (1,0 млн. т), Франція (0,4 млн. т) [4].

В країнах ЄС стабільно зростає обсяг органічного виробництва рослинницької сировини для тваринництва. Площа сільськогосподарських угідь для органічного виробництва зросла в десять разів за останні 10 років. Очікується, що до 2030 р. квота на органічні продукти складе до 30%. Це позитивно вплине на навколишнє середовище, клімат, біорізноманіття та добробут тварин. Збільшення органічного землеробства також має прямий вплив на скорочення та припинення використання мінеральних добрив, пестицидів, фунгіцидів, генетично модифікованих організмів та використання антибіотиків [5].

В той же час органічно вирощена соя становить менше 0,1% від загального світового виробництва культури. У США в 2011 р. органічна сертифікована соя вирощувалася на 53 тис. га або 0,17% від загальної площі сої (32 млн га) [6]. Загалом у світі спостерігається поступове зростання виробництва органічно вирощеної сої. Це пов'язано із збільшенням споживання соєвих продуктів людиною а також зростанню попиту на органічний соєвий шрот для виробництва органічних продуктів тваринного походження [7].

Україна є країною з недостатньо розвинутим сектором органічного сільського господарства. Головною причиною цього є обмежена купівельна спроможність вітчизняного населення [8]. Станом на 2017 р. загальна частка органічних сільськогосподарських угідь була незначною (менше 1%

від загальної сільськогосподарських земель) в той же час наша держава посідає 11 місце в Європі за площею сільськогосподарських угідь з органічним виробництвом [9]. За 2013–2017 рр. площі під органічним виробництвом зросли в 1,5 разів. Близько 45,5% усіх органічних площ у 2017 р. було засіяно зерновими культурами [10]. При цьому зростання органічного виробництва в Україні є одним із найвищих у світі: темпи зростання перевищують європейські у 5,5 разів та світові у 4,9 разів [11]. В органічному секторі в 2012–2017 рр. частка зернових та зернобобових культур скоротилася на 2,5% а сої навпаки зросла на 5,1% [12].

Розвиток органічного виробництва в Україні вимагає проведення відповідних досліджень з технології вирощування сої як однієї з важливих сільськогосподарських культур в органічних сівозмінах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Кліматичні умови, насамперед температура та кількість опадів, є факторами, які обмежують урожайність сої [13]. Адаптація сільськогосподарських культур до змін клімату має особливе значення для бобових культур які демонструють низьку стабільність врожаю [14]. Сучасні кліматичні зміни змушують вчених проводити постійні дослідження щодо оптимізації вирощування сої. Дослідження мають бути зосереджені на розробці технологій які є екологічно чистими та економічно вигідними [15].

Важливим в органічному виробництві є підбір сортів сої, які мають наступні характеристики: швидку та ефективну фіксацію азоту і високу конкурентну стійкість до бур'янів [16]. На основі оцінки 12 сортів сої за 10 років було перевірено взаємодію генотип×середовищем для ряду компонентів врожайності сої. Що допомогло ідентифікувати сорти які мають вище вказані характеристики [17].

Одним із важливих моментів у вирощуванні сої є боротьба з бур'янами. Через повільний ріст в початковий період вона особливо чутлива до конкуренції з бур'янами від двох до восьми тижнів після появи сходів [18]. Конкуренція за такі ресурси, як світло, вода та елементи живлення може призвести до значних втрат урожаю а також погіршити його якісні показники [19]. Вплив бур'янів на рослини сої вже достатньо вивчено, що демонструє важливість ефективних методів боротьби з ними [20]. Подальші дослідження з розробки нових механічних заходів боротьби з бур'янами допоможуть підвищити їх ефективність і збільшити врожайність сої.

За даними отриманими в Канаді в 2014–2015 рр. втрати врожаю органічно вирощеної сої через бур'яни становили від 20 до 44%, при цьому ці втрати були меншими за своєчасного видалення бур'янів. Середня врожайність сортів сої коливалася в межах від 1,38 до 1,81 т/га. Більший вплив на врожайність органічної сої мали умови вирощування та в меншій сортові особливості [21].

Механічна боротьба з бур'янами безпосередньо впливає на бур'яни але не призводить до повного видалення сегетальної рослинності [22]. Механічна боротьба з бур'янами залежить від обладнання і є компромісом між їй оптимізацією та мінімізацією пошкодження рослин сої. Місцеві кліматичні та ґрунтові умови, початковий розвиток і стадія розвитку бур'янів є факторами, що впливають на успіхи механічного видалення бур'янів і на врожайність сої [23].

Незамінною ланкою поряд з механічним обробітком ґрунту в процесі захисту посівів сої від бур'янів є сівозна, роль якої в органічному землеробстві не обмежується впливом на вміст поживних речовин у ґрунті та боротьбою зі шкідниками. На етапі переходу від звичайного до органічного способу вирощування важливим стає науково обґрунтоване планування розміщення культур [24].

Альтернативні механічному знищенню бур'янів методи, такі як мульчування ґрунту та сумісні посіви були досліджені, але показали незначну ефективність через специфічні умови навколишнього середовища [25]. Сумісні посіви можна розглядати як перспективний метод боротьби з бур'янами. Для сої це передбачає сумісне вирощування з рослинами, що здатні конкурувати з бур'янами але не сильно з рослинами сої [26].

Спалювання сегетальної рослинності пропаном у поєднанні з культивацією може бути потенційним альтернативним інструментом боротьби з бур'янами за органічного вирощування сої. Комбінація механічного обробітку та вогневих культиваторів було найкращим варіантом, який забезпечив знищення 80–82% бур'янів та отримання врожайності сої на рівні 3,41–3,67 т/га [27].

За результатами досліджень проведених в Люксембурзі в 2018–2019 рр. встановлено, що врожайність зерна сої була практично однаковою на варіантах з міжрядним обробітком і ручними прополюваннями а також була подібною між обробітком голчастими бородами і без бур'яновим контролем [28].

В Правобережному Лісостепу України максимальний рівень урожайності сої за органічної технології вирощування формується у варіанті, який передбачає інокулювання насіння фосфонітрагіном, позакореневе підживлення азотофітом на фоні обробітку агрегатом з дисковими робочими органами. У сорту Легенда він становив 2,76 т/га, сорту Устя – 2,89 т/га, Київська 98 – 3,17 т/га [29].

Метою наших досліджень було вивчення впливу заходів контролювання чисельності бур'янів і інокуляції насіння на врожайність сортів сої за органічного вирощування.

Матеріал та методика досліджень. Дослідження були проведені в 2020–2022 рр. в умовах Науково-виробничого центру Білоцерківського

національного аграрного університету за наступною схемою: Фактор А. Сорти сої. 1. ранньостиглий Таурус; 2. середньоранній ЕС Тенор; 3. середньостиглий Сігалія. Фактор Б. Заходи контролювання чисельності бур'янів. 1. без проведення (контроль); 2. міжрядний обробіток; 3. підгортання рослин сої у фазі сім'ядоль; 4. підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка. Фактор В. Інокулювання насіння. 1. без інокуляції (контроль); 2. Легум Фікс; 3. Біоінокулянт БТУ-т; 4. Біомаг соя.

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий вилугований, середньоглибокий, малогумусний, грубопилувато-легкосуглинковий на карбонатному лесі. Площа посівної ділянки – 30 м², облікова – 25 м², повторність досліду триразова, розміщення варіантів систематичне.

Дослідження проводилися згідно методичних рекомендацій [30–31]. Попередник – пшениця озима. Спосіб сівби – широкорядний з шириною міжрядь 45 см. Густота стояння рослин 600 тис. шт/га. Міжрядний обробіток ґрунту проводили у фазу першого трійчастого листка та перед змиканням рядків. Решту заходів контролювання чисельності бур'янів виконували згідно схеми досліду. Збирання сої проводили подільноночно, методом суцільного обмолоту комбайном Massey Ferguson 16 MF за повного дозрівання зерна.

Результати досліджень. На основі аналізу отриманих даних встановлено вплив досліджуваних факторів (сорт, заходи контролювання чисельності бур'янів і інокулювання насіння) на формування урожайності зерна сої як по рокам проведення досліджень так і в середньому за три роки. Слід відмітити вплив умов року на продуктивність культури і відповідну реакцію досліджуваних сортів сої на зміну кліматичних показників (табл. 1). Так, в 2020 і 2021 рр. погодні умови були сприятливими для росту і розвитку рослин сої. Сума опадів перевищувала середньобогаторічні показники на 50,3 і 23,4% а температура повітря була вищою на 0,9 і 0,5 °С. В 2021 р. спостерігали нестачу опадів в 2 і 3 декади липня і серпня, що зумовило незначне зменшення продуктивності культури.

В 2022 р. під час всього періоду вегетації сої спостерігався дефіцит опадів, крім квітня і вересня. На фоні високих температур повітря в червні (+1,5°С), липні (2,0°С) і серпні (+ 6,0°С) це негативно позначилося на ростових процесах рослин та урожайності сої.

В 2020 р., за достатньої та в окремі місяці надмірної кількості опадів та невисоких температур рівень урожайності сої мав максимальні значення за роки досліджень і становив у сорту Таурус 1,11–2,61 т/га, сорту ЕС Тенор – 1,63–2,81 т/га і у сорту Сігалія – 1,95–2,93 т/га, відповідно (табл. 2–4). В 2021 р. врожайність зерна сої у сорту Таурус варіювала від 1,29 до 2,41 т/га, сорту ЕС Тенор – від 1,54 до 2,69, сорту Сігалія – від 1,69 до 2,77 т/га. В 2022 р. під впливом несприятливих кліматичних умов продуктивність сої була меншою на 12,0–26,1% у ранньостиглого сорту, на 8,6–20,0% у середньораннього і на 11,4–30,2% у середньостиглого, порівняно з попередніми роками. Сорт ЕС Тенор виявився більш

адаптованим до стресових умов вирощування і коливання урожайності у нього було найменшим.

У середньому за три роки максимальний рівень урожайності отримано на варіантах із проведенням передпосівної інокуляції насіння препаратом Біомаг соя. Урожайність зерна, в середньому по заходах контролювання чисельності бур'янів, становила у сорту Таурус – 2,05 т/га, сорту ЕС Тенор – 2,33 т/га і Сігалія – 2,45 т/га за значень на контрольних варіантах – 1,70, 1,99 і 2,12 т/га. При використанні препаратів Легум Фікс і Біоінокулянт БТУ-т показники врожайності становили у досліджуваних сортів 2,01, 2,26 і 2,40 т/га та 2,02, 2,29 і 2,42 т/га, відповідно. Приріст урожайності від інокулювання насіння Легум Фікс, залежно від сорту та заходів контролювання чисельності бур'янів коливався в межах від 0,24 до 0,31 т/га, Біоінокулянт БТУ-т – від 0,28 до 0,33 т/га, Біомаг соя – від 0,30 до 0,41 т/га. Слід відмітити відсутність достовірної різниці у роки проведення досліджень між варіантами з інокуля-

цією насіння Біоінокулянт БТУ-т і Біомаг соя, яка в багатьох випадках була в межах похибки $НІР_{0,5}$. За використання препарату Легум Фікс врожайність зерна була меншою на 0,03–0,07 т/га ніж на третьому і четвертому варіантах з проведенням інокулювання насіння. Але за міжрядних обробітків спостерігається тенденція до її зростання, порівняно з ділянками де вирощували насіння оброблене Біоінокулянт БТУ-т.

Досліджувані сорти сої позитивно реагували на проведення заходів контролювання чисельності бур'янів. Так, при використанні міжрядного обробітку у сортів Таурус, ЕС Тенор і Сігалія приріст урожайності зерна сої становив 0,40–0,43, 0,48–0,52 і 0,46–0,49 т/га, порівняно з контролем. За підгортання рослин сої у фазі сім'ядоль це збільшення складало 0,62–0,64, 0,64–0,68 і 0,58–0,66 т/га. Найвищу продуктивність культури отримано за підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка – 2,24, 2,54 і 2,61 т/га, що на 0,72–0,81 т/га вище контр-

Таблиця 1 – Сума опадів та температура повітря в роки досліджень (за даними Білоцерківської метеостанції)

| Місяць | 2020 р. | | 2021 р. | | 2022 р. | | Середньобогаторічні показники | |
|----------|----------|-------------------------|----------|-------------------------|----------|-------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| | опад, мм | температура повітря, °С | опад, мм | температура повітря, °С | опад, мм | температура повітря, °С | опад, мм | температура повітря, °С |
| Квітень | 58,8 | 8,6 | 43,9 | 7,3 | 41,2 | 8,5 | 40,3 | 8,4 |
| Травень | 128,0 | 11,2 | 81,0 | 12,5 | 24,9 | 13,1 | 55,2 | 14,9 |
| Червень | 102,5 | 19,4 | 64,4 | 18,1 | 33,9 | 19,3 | 63,2 | 17,8 |
| Липень | 51,7 | 20,1 | 88,4 | 22,3 | 30,2 | 21,1 | 61,4 | 19,1 |
| Серпень | 55,2 | 19,9 | 90,5 | 21,3 | 23,3 | 24,4 | 39,5 | 18,4 |
| Вересень | 62,2 | 18,7 | 7,9 | 14,1 | 108,0 | 13,5 | 45,3 | 13,8 |
| Сума | 458,4 | 16,3 | 376,1 | 15,9 | 261,5 | 16,7 | 304,9 | 15,4 |

Таблиця 2 – Урожайність зерна сорту сої Таурус залежно від технології вирощування, т/га

| Заходи контролювання чисельності бур'янів (Фактор А) | Інокулювання насіння (Фактор В) | 2020 р. | 2021 р. | 2022 р. | Середня |
|---|---------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| контроль | без інокуляції | 1,41 | 1,29 | 1,08 | 1,26 |
| | Легум Фікс | 1,68 | 1,55 | 1,38 | 1,54 |
| | Біоінокулянт БТУ-т | 1,72 | 1,59 | 1,41 | 1,57 |
| | Біомаг соя | 1,75 | 1,62 | 1,42 | 1,60 |
| міжрядний обробіток | без інокуляції | 1,89 | 1,73 | 1,46 | 1,69 |
| | Легум Фікс | 2,27 | 1,99 | 1,71 | 1,99 |
| | Біоінокулянт БТУ-т | 2,25 | 1,98 | 1,70 | 1,98 |
| | Біомаг соя | 2,30 | 2,01 | 1,70 | 2,00 |
| підгортання рослин сої у фазі сім'ядоль | без інокуляції | 2,06 | 1,92 | 1,67 | 1,88 |
| | Легум Фікс | 2,42 | 2,23 | 1,88 | 2,18 |
| | Біоінокулянт БТУ-т | 2,46 | 2,26 | 1,90 | 2,21 |
| | Біомаг соя | 2,50 | 2,28 | 1,91 | 2,23 |
| підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка | без інокуляції | 2,12 | 2,02 | 1,78 | 1,97 |
| | Легум Фікс | 2,48 | 2,31 | 2,05 | 2,28 |
| | Біоінокулянт БТУ-т | 2,55 | 2,37 | 2,09 | 2,34 |
| | Біомаг соя | 2,61 | 2,41 | 2,12 | 2,38 |
| $НІР_{0,5}$, т/га, для | А | 0,05 | 0,08 | 0,07 | |
| | В | 0,04 | 0,03 | 0,03 | |
| | АВ | 0,10 | 0,12 | 0,09 | |

ольних варіантів. Тобто четвертий варіант заходів контролювання чисельності бур'янів забезпечує врожайність зерна сої вищу на 10,7–17,1 і 3,5–6,4%, порівняно з другим і третім.

В дослідженнях В. В. Пиндуса [29] за органічного вирощування сої, встановлено вищу ефек-

тивність дискування міжрядь культиватором Naquwu-1032 RS/L2,1, порівняно з УСМК-5,4, яка складала для сорту Легенда на фоні без позако-реневого підживлення – 4,6%, за обробки насіння фосфонітрагіном – 9,2%, при позакореновому підживлення препаратом азотофіт 4,2–7,6%.

Таблиця 3 – Урожайність зерна сорту сої ЕС Тенор залежно від технології вирощування, т/га

| Заходи контролювання чисельності бур'янів (Фактор А) | Інокулювання насіння (Фактор В) | 2020 р. | 2021 р. | 2022 р. | Середня |
|---|---------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| контроль | без інокуляції | 1,63 | 1,54 | 1,35 | 1,51 |
| | Легум Фікс | 1,93 | 1,79 | 1,60 | 1,77 |
| | Біоінокулянт БТУ-т | 1,96 | 1,84 | 1,62 | 1,81 |
| | Біомаг соя | 1,98 | 1,86 | 1,63 | 1,82 |
| міжрядний обробіток | без інокуляції | 2,20 | 2,05 | 1,71 | 1,99 |
| | Легум Фікс | 2,46 | 2,39 | 2,01 | 2,29 |
| | Біоінокулянт БТУ-т | 2,45 | 2,39 | 1,98 | 2,27 |
| | Біомаг соя | 2,55 | 2,45 | 2,04 | 2,35 |
| підгортання рослин сої у фазі сім'ядоль | без інокуляції | 2,38 | 2,22 | 1,92 | 2,17 |
| | Легум Фікс | 2,63 | 2,48 | 2,12 | 2,41 |
| | Біоінокулянт БТУ-т | 2,66 | 2,53 | 2,16 | 2,45 |
| | Біомаг соя | 2,71 | 2,58 | 2,23 | 2,51 |
| підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка | без інокуляції | 2,50 | 2,35 | 2,03 | 2,29 |
| | Легум Фікс | 2,75 | 2,62 | 2,38 | 2,58 |
| | Біоінокулянт БТУ-т | 2,78 | 2,66 | 2,42 | 2,62 |
| | Біомаг соя | 2,81 | 2,69 | 2,46 | 2,65 |
| НІР _{0,5} , т/га, для | А | 0,06 | 0,07 | 0,06 | |
| | В | 0,03 | 0,03 | 0,04 | |
| | АВ | 0,11 | 0,10 | 0,11 | |

Таблиця 4 – Урожайність зерна сорту сої Сігалія залежно від технології вирощування, т/га

| Заходи контролювання чисельності бур'янів (Фактор А) | Інокулювання насіння (Фактор В) | 2020 р. | 2021 р. | 2022 р. | Середня |
|---|---------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| контроль | без інокуляції | 1,95 | 1,69 | 1,42 | 1,69 |
| | Легум Фікс | 2,26 | 1,96 | 1,59 | 1,94 |
| | Біоінокулянт БТУ-т | 2,29 | 2,01 | 1,61 | 1,97 |
| | Біомаг соя | 2,32 | 2,02 | 1,62 | 1,99 |
| міжрядний обробіток | без інокуляції | 2,38 | 2,25 | 1,82 | 2,15 |
| | Легум Фікс | 2,61 | 2,52 | 2,12 | 2,42 |
| | Біоінокулянт БТУ-т | 2,63 | 2,50 | 2,08 | 2,40 |
| | Біомаг соя | 2,68 | 2,54 | 2,16 | 2,46 |
| підгортання рослин сої у фазі сім'ядоль | без інокуляції | 2,50 | 2,37 | 1,94 | 2,27 |
| | Легум Фікс | 2,82 | 2,69 | 2,19 | 2,57 |
| | Біоінокулянт БТУ-т | 2,85 | 2,73 | 2,23 | 2,60 |
| | Біомаг соя | 2,90 | 2,78 | 2,26 | 2,65 |
| підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка | без інокуляції | 2,61 | 2,50 | 2,03 | 2,38 |
| | Легум Фікс | 2,85 | 2,72 | 2,41 | 2,66 |
| | Біоінокулянт БТУ-т | 2,89 | 2,75 | 2,42 | 2,69 |
| | Біомаг соя | 2,93 | 2,77 | 2,44 | 2,71 |
| НІР _{0,5} , т/га, для | А | 0,07 | 0,06 | 0,06 | |
| | В | 0,03 | 0,03 | 0,02 | |
| | АВ | 0,13 | 0,10 | 0,10 | |

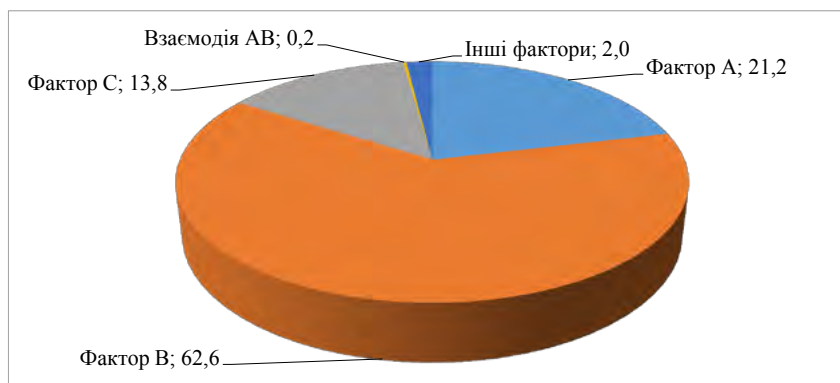


Рис. 1. Частка впливу досліджуваних факторів на урожайність зерна сої (середнє за 2020-2022 рр.), %. Фактор А – сорти сої, Фактор В – Заходи контролювання чисельності бур'янів, Фактор С – Інокулювання насіння

Серед сортів, в середньому за три роки, найвищу врожайність зерна отримано у середньостиглого Сігалія – 2,35 т/га, у середньораннього ЕС Тенор вона становила 2,22 т/га а у ранньостиглого Таурус – 1,94 т/га. Тобто різниця між середньораннім і середньостиглим сортом складала 0,13 т/га або 5,4% а в несприятливому 2022 р. вона взагалі була в межах 0,04 т/га (2%). Тому враховуючи це більш адаптованим до вирощування за органічною технологією є середньоранній сорт ЕС Тенор.

Вплив досліджуваних елементів органічної технології вирощування на формування урожайності зерна сої визначався реакцією сортів на дію факторів життя рослин. За результатами дисперсійного аналізу встановлено, в середньому по досліді, що на формування рівня урожайності зерна сої найбільший вплив мали заходи контролювання чисельності бур'янів (62,6%) (рис. 1).

Генотип (сорт) мав менший вплив на формування продуктивності – 21,2% а дільова частка фактору С (інокулювання насіння) у формуванні врожаю сої становила 13,8%. Взаємодія досліджуваних факторів була незначною (0,04–0,2%).

Подібні результати були отримані в Лісостепу України, згідно яких, найбільший вплив серед досліджуваних факторів на формування рівня урожайності сої за органічного вирощування мав міжрядний обробіток, частка участі якого у сорту Київська 98 складала 35,5%, у сорту Легенда –34,9% та у сорту Устя – 33,4%, частка участі інокулювання насіння – 12,1–14,2%, позакореневого підживлення – 18,1–21,5% [29].

Висновки. За результатами проведених досліджень встановлено, що максимальний рівень урожайності зерна у сортів Таурус, ЕС Тенор і Сігалія отримано за підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка – 2,24, 2,54 і 2,61 т/га, що на 0,72–0,81 т/га вище ніж на контрольних варіантах. На четвертому варіанті заходів контролювання чисельності бур'янів цей показник був вищим на 10,7–17,1 і 3,5–6,4%, порівняно з другим і третім. Серед досліджуваних інокулянтів найбільш ефективним виявився Біомаг соя. Урожайність зерна становила за його застосування у сорту Таурус – 2,05 т/га, сорту

ЕС Тенор – 2,33 т/га і Сігалія – 2,45 т/га. При цьому в роки досліджень не спостерігалось достовірної різниці між варіантами з інокуляцією насіння Біоінокулянт БТУ-т і Біомаг соя.

На основі дисперсійного аналізу виявлено, що на формування рівня урожайності зерна сої найбільший вплив мали заходи контролювання чисельності бур'янів – 62,6%, генотип (сорт) впливав на рівні 21,2% а інокулювання насіння на 13,8%. Серед сортів сої найвищу врожайність зерна отримано у Сігалія – 2,35 т/га, у ЕС Тенор вона становила 2,22 т/га, а у Таурус – 1,94 т/га. Різниця по зерновій продуктивності між середньостиглим і середньораннім сортом складала 0,13 т/га або 5,4%. Рекомендується вирощувати за органічною технологією середньоранній сорт ЕС Тенор з інокуляцією насіння препаратом Біомаг соя та підгортанням рослин сої у фазі 1-го справжнього листка.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Nendel C., Reckling M., Debaeke P., Schulz S., Berg-Mohnicke M., Constantin J., Battisti R. Future area expansion outweighs increasing drought risk for soybean in Europe. *Global Change Biology*. 2023. № 29(5). pp. 1340–1358.
2. Karges K., Bellingrath-Kimura S. D., Watson C. A., Stoddard F. L., Halwani M., Reckling M. Agro-economic prospects for expanding soybean production beyond its current northerly limit in Europe. *European Journal of Agronomy*. 2022. № 133. P. 126415.
3. Eurostat. (2021). European Commission. URL: <http://ec.europa.eu/eurostat>
4. FAOSTAT. (2019). Statistics Database of the Food and Agriculture Organization of the United Nations. URL: <http://www.fao.org/statistics/databases/en/>
5. Von der Crone C. Supply of organic soy from EU production for more sustainability. *Gazdaság és társadalom*. 2022. Т. 14. № 1. pp. 62–76.
6. Willer H., Lernoud J. The world of organic agriculture. Statistics and emerging trends 2017. Research Institute of Organic Agriculture FiBL and IFOAM-Organics International. 2017. pp. 1–336.
7. Hartman G. L., Pawlowski M. L., Herman T. K., Eastburn D. Organically grown soybean production in the

USA: Constraints and management of pathogens and insect pests. *Agronomy*. 2016. № 6(1). p. 16.

8. Voskobiinyk Y. P., Havaza I. V. Capacity of the organic produce market in Ukraine. *Agroinkom*. 2013. № 4. 7–10.

9. Грабовська Т., Лавров В., Грабовський М. Чи варто довіряти органічній продукції? *Екологічний вісник*. 2021. № 5 (129). С. 22–26.

10. AgroPolit.com. Organic Production in Ukraine is Growing 5 Times Faster than in the EU. 17 June 2019. URL: <https://agropolit.com/news/12556-organichne-virobnitstvo-v-ukrayini-zrostaye-u-5-raziv-shvidshe-nij-v-yes>

11. AgroPortal. Organic Ukraine in Infographic. 13 March 2019. URL: <https://agroportal.ua/en/publishing/infografika/organicheskaya-ukraina-v-infografike/>

12. Ostapenko R., Herasymenko Y., Nitsenko V., Koliadenko S., Balezentis T., Streimikiene D. Analysis of production and sales of organic products in Ukrainian agricultural enterprises. *Sustainability*. 2020. № 12(8). 3416.

13. Ohnishi S., Miyoshi T., Shirai S. Low temperature stress at different flower developmental stages affects pollen development, pollination, and pod set in soybean. *Environmental and Experimental Botany*. 2010. T. 69. № 1. pp. 56–62.

14. Reckling M., Döring T. F., Bergkvist G., Stoddard F. L., Watson C. A., Seddig S., Bachinger J. Grain legume yields are as stable as other spring crops in long-term experiments across northern Europe. *Agronomy for sustainable development*. 2018. № 38. pp. 1–10.

15. Gawęda D., Nowak A., Haliniarz M., Woźniak A. Yield and economic effectiveness of soybean grown under different cropping systems. *International journal of plant production*. 2020. № 14(3). pp. 475–485.

16. Vollmann J., Wagentristl H., Hartl W. The effects of simulated weed pressure on early maturity soybeans. *European Journal of Agronomy*. 2010. T. 32. № 4. pp. 243–248.

17. Cober E. R., Morrison M. J. Genetic Improvement Estimates, from Cultivar^x Crop Management Trials, Are Larger in High-Yield Cropping Environments. *Crop Science*. 2015. T. 55. № 4. pp. 1425–1434.

18. Absy R., Yacoub I. H. Prediction of Critical Periods for Weed Interference in Soybean. *Journal of Plant Production*. 2020. T. 11. № 1. pp. 25–34.

19. Rüdell E. C., Petrolli I. D. S., Santos F. M. D., Frandaloso D., Silva D. R. O. D. Weed interference capacity on soybean yield. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*. 2021. № 74(2). pp. 9541–9547.

20. Ball M. G., Caldwell B. A., DiTommaso A., Drinkwater L. E., Mohler C. L., Smith R. G., Ryan M. R. Weed community structure and soybean yields in a long-term organic cropping systems experiment. *Weed Science*. 2019. № 67(6). 673–681.

21. Carkner M. K., Entz M. H. Growing environment contributes more to soybean yield than cultivar under organic management. *Field Crops Research*. 2017. T. 207. pp. 42–51.

22. Malone R. W., O'Brien P. L., Herbstritt S., Emmett B. D., Karlen D. L., Kaspar T. C., Richard T. L. Rye-soybean double-crop: planting method and N fertilization effects in the North Central US. *Renewable Agriculture and Food Systems*. 2022. № 37(5). pp. 445–456.

23. Gonçalves S. L., Farias J. R. B., Sibaldelli R. N. R. Soybean production and yield in the context of glo-

bal climatic changes. *CABI Reviews*. 2021. <https://doi.org/10.1079/PAVSNNR20211601>

24. Плаксюк Л. Б., Вдовиченко А. В., Терновий Ю. В. Оцінка гербологічної ситуації на посівах сої у перехідному періоді до органічного землеробства в умовах зміни клімату. *Збалансоване природокористування*. 2017. № 1. С. 123–126.

25. Datta A., Ullah H., Tursun N., Pornprom T., Knezevic S. Z., Chauhan B. S. Managing weeds using crop competition in soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). *Crop protection*. 2017. № 95. pp. 60–68.

26. Cheriére T., Lorin M., Corre-Hellou G. Species choice and spatial arrangement in soybean-based intercropping: Levers that drive yield and weed control. *Field Crops Research*. 2020. T. 256. pp. 107923.

27. Stepanovic S., Datta A., Neilson B., Bruening C., Shapiro C., Gogos G., Knezevic S. Z. The effectiveness of flame weeding and cultivation on weed control, yield and yield components of organic soybean as influenced by manure application. *Renewable Agriculture and Food Systems*. 2016. № 31(4). pp. 288–299.

28. Richard D., Leimbrock-Rosch L., Keßler S., Stoll E., Zimmer S. Soybean yield response to different mechanical weed control methods in organic agriculture in Luxembourg. *European Journal of Agronomy*. 2023. № 147. 126842.

29. Пиндус В. В. Формування продуктивності сортів сої за органічного землеробства в умовах Правобережного Лісостепу України : автореф. дис. канд. с.-г. наук. ННЦ «Інститут землеробства НААН». Київ, 2014. 20 с.

30. Основи наукових досліджень в агрономії / за ред. Єщенко В. О. Вінниця : ПП «ТД «Едельвейс і К»», 2014. 332 с.

31. Рекомендації по ефективному застосуванню мікробіологічних препаратів у сучасному ресурсозберігаючому землеробстві. Чернігів, 1999. 22 с.

REFERENCES:

1. Nendel, C., Reckling, M., Debaeke, P., Schulz, S., Berg-Mohnicke, M., Constantin, J., & Battisti, R. (2023). Future area expansion outweighs increasing drought risk for soybean in Europe. *Global Change Biology*, 29(5), 1340–1358

2. Karges, K., Bellingrath-Kimura, S. D., Watson, C. A., Stoddard, F. L., Halwani, M., Reckling, M. (2022). Agro-economic prospects for expanding soybean production beyond its current northerly limit in Europe. *European Journal of Agronomy*, 133, 126415

3. Eurostat. (2021). European Commission. URL: <http://ec.europa.eu/eurostat>

4. FAOSTAT. (2019). Statistics Database of the Food and Agriculture Organization of the United Nations. URL: <http://www.fao.org/statistics/databases/en/>

5. Von der Crone, C. (2022). Supply of organic soy from EU production for more sustainability. *Gazdaság és társadalom*, 14(1), 62–76

6. Willer, H., & Lernoud, J. (2017). The world of organic agriculture. Statistics and emerging trends 2017. Research Institute of Organic Agriculture FiBL and IFOAM-Organics International, 1–336

7. Hartman, G.L., Pawlowski, M.L., Herman, T.K., & Eastburn, D. (2016). Organically grown soybean production in the USA: Constraints and management of pathogens and insect pests. *Agronomy*, 6(1), 16

8. Voskobiinyk, Y.P., & Havaza, I.V. (2013). Capacity of the organic produce market in Ukraine. *Agroikom*, 4, 7–10.
9. Grabovska, T., Lavrov, V., Grabovskyi, M. (2021). Chy varto doviryaty orhanichnii produktsii? [Should we trust organic products]? *Environmental Herald*, 5 (129), 22–26 [in Ukrainian].
10. AgroPolit.com. Organic Production in Ukraine is Growing 5 Times Faster than in the EU. 17 June 2019. URL: <https://agropolit.com/news/12556-organichne-virobnitstvo-v-ukrayini-zrostaye-u-5-raziv-shvidshe-nij-v-yes>
11. AgroPortal. Organic Ukraine in Infographic. 13 March 2019. URL: <https://agroportal.ua/en/publishing/infografika/organicheskaya-ukraina-v-infografike/>
12. Ostapenko, R., Herasymenko, Y., Nitsenko, V., Koliadenko, S., Balezentis, T., & Streimikiene, D. (2020). Analysis of production and sales of organic products in Ukrainian agricultural enterprises. *Sustainability*, 12(8), 3416
13. Ohnishi, S., Miyoshi, T., & Shirai, S. (2010). Low temperature stress at different flower developmental stages affects pollen development, pollination, and pod set in soybean. *Environmental and Experimental Botany*, 69(1), 56–62
14. Reckling, M., Döring, T. F., Bergkvist, G., Stoddard, F. L., Watson, C. A., Seddig, S., & Bachinger, J. (2018). Grain legume yields are as stable as other spring crops in long-term experiments across northern Europe. *Agronomy for sustainable development*, 38, 1–10
15. Gawęda, D., Nowak, A., Haliniarz, M., Woźniak, A. (2020). Yield and economic effectiveness of soybean grown under different cropping systems. *International journal of plant production*, 14(3), 475–485
16. Vollmann, J., Wagentristsl, H., & Hartl, W. (2010). The effects of simulated weed pressure on early maturity soybeans. *European Journal of Agronomy*, 32(4), 243–248
17. Cober, E. R., & Morrison, M. J. (2015). Genetic Improvement Estimates, from Cultivar × Crop Management Trials, Are Larger in High-Yield Cropping Environments. *Crop Science*, 55(4), 1425–1434
18. Absy, R., & Yacoub, I. H. (2020). Prediction of Critical Periods for Weed Interference in Soybean. *Journal of Plant Production*, 11(1), 25–34
19. Rüdell, E. C., Petrolli, I. D. S., Santos, F. M. D., Frandaloso, D., & Silva, D. R. O. D. (2021). Weed interference capacity on soybean yield. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 74(2), 9541–9547
20. Ball, M. G., Caldwell, B. A., DiTommaso, A., Drinkwater, L. E., Mohler, C. L., Smith, R. G., & Ryan, M. R. (2019). Weed community structure and soybean yields in a long-term organic cropping systems experiment. *Weed Science*, № 67(6), 673–681
21. Carkner, M. K., & Entz, M. H. (2017). Growing environment contributes more to soybean yield than cultivar under organic management. *Field Crops Research*, 207, 42–51
22. Malone, R. W., O'Brien, P. L., Herbstritt, S., Emmett, B. D., Karlen, D. L., Kaspar, T. C., & Richard, T. L. (2022). Rye-soybean double-crop: planting method and N fertilization effects in the North Central US. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 37(5), 445–456
23. Gonçalves, S. L., Farias, J. R. B., & Sibaldelli, R. N. R. (2021). Soybean production and yield in the context of global climatic changes. *CABI Reviews*. <https://doi.org/10.1079/PAVSNNR20211601>
24. Plaksyuk, L. B., Vdovichenko, A. V., & Ternovy, Yu. V. (2017). Otsinka herbolohichnoi sytuatsii na posivakh soi u perekhidnomu periodi do orhanichnoho zemlerobstva v umovakh zminy klimatu [Evaluation of the herbolohichnoi situation on soybean crops in the transition period to organic farming in the conditions of climate change]. *Balanced nature management*, 1, 123–126 [in Ukrainian].
25. Datta, A., Ullah, H., Tursun, N., Pornprom, T., Knezevic, S. Z., Chauhan, B. S. (2017). Managing weeds using crop competition in soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). *Crop protection*, 95, 60–68
26. Cherie, T., Lorin, M., & Corre-Hellou, G. (2020). Species choice and spatial arrangement in soybean-based intercropping: Levers that drive yield and weed control. *Field Crops Research*, 256, 107923
27. Stepanovic, S., Datta, A., Neilson, B., Bruening, C., Shapiro, C., Gogos, G., & Knezevic, S. Z. (2016). The effectiveness of flame weeding and cultivation on weed control, yield and yield components of organic soybean as influenced by manure application. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 31(4), 288–299
28. Richard, D., Leimbrock-Rosch, L., Keßler, S., Stoll, E., & Zimmer, S. (2023). Soybean yield response to different mechanical weed control methods in organic agriculture in Luxembourg. *European Journal of Agronomy*, 147, 126842
29. Pindus, V. V. (2014). Formuvannya produktyvnosti sortiv soi za orhanichnoho zemlerobstva v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrayiny [Formation of productivity of soybean varieties under organic farming in the conditions of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine]. *Extended abstract of candidate's thesis*, Kyiv [in Ukrainian].
30. Yeshchenko, V.O. (Ed.). (2014). *Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomiyi [Basics of scientific research in agronomy]*. Vinnytsia: "Edelweiss and K" [in Ukrainian].
31. *Rekomendatsiyi po efektyvnomu zastosuvannya mikrobiolohichnykh preparativ u suchasnomu resursozberihayuchomu zemlerobstvi [Recommendations for the effective use of microbiological preparations in modern resource-saving agriculture]* (1999). Chernihiv, 22 [in Ukrainian].

Німенко С.С., Грабовський М.Б. Урожайність зерна сортів сої за залежності від елементів органічної технології вирощування

Метою досліджень було вивчення впливу заходів контролювання чисельності бур'янів і інокуляції насіння на врожайність сортів сої за органічного вирощування. **Методи.** Польовий, аналітичний та статистичний. Дослідження проводились в 2020–2022 рр. в умовах Науково-виробничого центру Білоцерківського національного аграрного університету за наступною схемою: Фактор А. Сорти сої. 1. ранньостиглий Таурус; 2. середньоранній ЕС Тенор; 3. середньостиглий Сігалія. Фактор Б. Заходи контролювання чисельності бур'янів. 1. без проведення (контроль); 2. міжрядний обробіток; 3. підгортання рослин сої у фазі сім'ядоль; 4. підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка. Фактор В. Інокулювання насіння. 1. без інокуляції (контроль); 2. Легум Фікс; 3. Біоінокулянт БТУ-т; 4. Біомаг соя. Технологія вирощування сої в досліді відповідала

основним принципам органічного виробництва. **Результати.** За результатами проведених досліджень встановлено, що максимальний рівень урожайності зерна у сортів Таурус, ЕС Тенор і Сігалія отримано за підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка – 2,24, 2,54 і 2,61 т/га, що на 0,72–0,81 т/га вище ніж на контрольних варіантах. На четвертому варіанті заходів контролювання чисельності бур'янів цей показник був вищим на 10,7–17,1 і 3,5–6,4%, порівняно з другим і третім. Серед досліджуваних інокулянтів найбільш ефективним виявився Біомаг соя. Урожайність зерна становила у сорту Таурус – 2,05 т/га, сорту ЕС Тенор – 2,33 т/га і Сігалія – 2,45 т/га. При цьому в роки досліджень не спостерігалось достовірної різниці між варіантами з інокуляцією насіння Біоінокулянт БТУ-т і Біомаг соя. **Висновки.** На основі дисперсійного аналізу виявлено, що на формування рівня урожайності зерна сої найбільший вплив мали заходи контролювання чисельності бур'янів – 62,6%, генотип (сорт) впливав на рівні 21,2% а інокулювання насіння на 13,8%. Серед сортів сої найвищу врожайність зерна отримано у Сігалія – 2,35 т/га, у ЕС Тенор вона становила 2,22 т/га а у Таурус – 1,94 т/га. Рекомендується вирощувати за органічною технологією середньоранній сорт ЕС Тенор з інокуляцією насіння препаратом Біомаг соя та підгортанням рослин сої у фазі 1-го справжнього листка.

Ключові слова: органічна технологія, інокулювання насіння, підгортання рослин, міжрядний обробіток ґрунту, продуктивність.

Nimenko S.S., Grabovskyi M.B. Grain yield of soybean varieties depends on elements of organic growing technology

The purpose of the research was to study the impact of weed control measures and seed inoculation on the yield of soybean varieties under organic cultivation.

Methods. Field, analytical and statistical. The research was conducted in 2020–2022 in the conditions of the

Scientific and Production Center of the Bila Tserkva National Agrarian University according to the following scheme: Factor A. Soybean varieties. 1. Taurus; 2. ES Tenor; 3. Sigalia. Factor B. Weed control measures. 1. without conducting (control); 2. inter-row processing; 3. uprooting of soybean plants in the cotyledon phase; 4. uprooting of soybean plants in the phase of the 1-st true leaf. Factor B. Seed inoculation. 1. without inoculation (control); 2. Legum Fix; 3. Bioinoculant BTU-t; 4. Biomag soybean. The technology of growing soybeans in the experiment corresponded to the basic principles of organic production. **Results.** According to the results of the conducted research, it was established that the maximum level of grain yield of the varieties Taurus, EC Tenor and Sigalia was obtained of uprooting soybean plants in the phase of the 1-st true leaf – 2.24, 2.54 and 2.61 t/ha, which is 0.72–0.81 t/ha higher than on the control variants. In the fourth variant of measures to control the number of weeds, this indicator was higher by 10.7–17.1 and 3.5–6.4%, compared to the second and third. Among the studied inoculants, Biomag soybean proved to be the most effective. The grain yield of the variety Taurus was 2.05 t/ha the EC Tenor variety was 2.33 t/ha and Sigalia was 2.45 t/ha. At the same time, during the years of research, no significant difference was observed between the variants with seed inoculation Bioinoculant BTU-t and Biomag soybean. **Conclusions.** On the basis of variance analysis, it was found that weed control measures had the greatest influence on the formation of soybean grain yield – 62.6%, genotype had an influence on the level of 21.2% and seed inoculation on 13.8%. Among soybean varieties the highest grain yield was obtained in Sigalia – 2.35 t/ha, EC Tenor it was 2.22 t/ha, and Taurus – 1.94 t/ha. It is recommended to grow according to organic technology the mid-early variety EC Tenor with inoculation of seeds Biomag soybean and uprooting soybean plants in the phase of the 1-st true leaf.

Key words: organic technology, seed inoculation, tillering of plants, inter-row tillage, productivity.

ВРОЖАЙНІСТЬ ТА ЗАЛЕЖНІСТЬ ЇЇ ВІД МОРФОМЕТРІЇ У ВИНОГРАДУ СТОЛОВОГО В ЗАКРИТОМУ ҐРУНТІ

ПЕТРЕНКО А.І. – аспірант

orcid.org/0009-0005-6755-3667

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

НАЗАРЕНКО М.М. – доктор сільськогосподарських наук

orcid.org/0000-0002-6604-0123

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Постановка проблеми. Використання сучасних сортів винограду надає змогу суттєво підвищити врожайні та якісні властивості цієї стратегічної культури. Особливе значення має вирощування її в умовах закритого ґрунту, оскільки це дає можливість підвищити стабільність отриманих врожаїв, використати продукції раніше та за зовсім іншими розцінками, уникнути ризиків, пов'язаних з заморозками, особливо пізніми, котрі останнім часом трапляються все частіше та частіше. Весна в регіоні дедалі гірша в плані стабілізації плюсового температурного режиму, заморозки зміщаються далі до травня, плюсова температура нестабільна, тривалі періоди з падіння майже до нуля, тому для Дніпропетровщини це має особливе значення. Вирощені в умовах захищеного ґрунту ягоди столового винограду мають відносно вищу цукристість, товарну якість продукції, лежкість, кращі смакові якості. Виноград при вирощуванні в теплицях починає давати врожай раніше. Ступень інтенсифікації господарства зростає [1; 3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При вирощуванні в захищеному ґрунті, навіть за умов відсутності опалення в теплицях під час зимового періоду столовий виноград захищений від несприятливих умов та зникає ризик повного вимерзання, а під час активної вегетації виноград не залежить від граду та можливих весняних заморозків. За таких умов він досягає на 3-4 тижні раніше, ніж ті самі сорти, що ростуть у відкритому ґрунті, а через це й реалізувати отриману товарну продукцію можна з суттєво більшою економічною вигодою (на 20-30% дорожче). Також, за рахунок вирощування в закритому ґрунті суттєво зростає товарність та цукристість ягід винограду, географія вирощування сортів столового винограду значно розширюється на північ країни. Для цього варто враховувати такі вагомий показник як сума активних температур, лімітуючи вже стає лише він [6; 7].

Вважається, що сорти винограду столового в умовах захищеного ґрунту починають родити вже на другий рік при вирощуванні, що рік раніше ніж у відкритому та може давати врожай до 50 тон з гектару при коректній технології вирощування. Основним фактором, що забезпечує високу врожайність та якість залишається сорт [4; 5].

Вважається, що серед сортів при вирощуванні в закритому ґрунті, переваги мають ранні двостатеві. При цьому суттєво необхідності в опаленні

закритих приміщень немає, оскільки для рослин настільки страшним є сам мороз як морозний вітер. Більш того, при вирощуванні під плівкою, навпаки, треба боятися надлишку тепла, бо бруньки можуть пробудитися раніше строку. Для зниження надмірної температури через накопичення сонячної радіації конструкційні штанги фарбують у білий колір, використовуємо плівку, що захищає від надлишку ультрафіолету. Важливим елементом є наявність в теплицях системи крапельного зрошення та антифросту (насичення приміщення туманом). Таким чином можна суттєво відрегулювати температуру та полегшити обробку від шкідників [8, 9].

Разом з тим, слід зауважити, що зовсім не всі сорти що демонструють високу продуктивність та якість при звичайних умовах вирощування, здатні показати такі ж результати в порівнянні при вирощуванні в захищеному ґрунті. Особливості розвитку, що зумовлюють високу врожайність та цукристість при звичайній технології вирощування можуть вплинути навіть негативно та відносна успішність сортів в реалізації генетично-обумовленого потенціалу може суттєво змінитися [2; 9].

Мета. Метою було встановити особливості формування врожайності представленого набору сортів столового винограду та визначити елементи структури врожайності та особливості формування кущів винограду при вирощуванні в захищеному ґрунті, дослідити вагомість окремих ознак для продуктивності сортів.

Матеріали та методика досліджень. Досліджували врожайні та морфометричні параметри п'яти сортів винограду столового Аркадія, Надєжда АЗОС, Преображеніє, Дубовський розовий, Румейка.

Дослідження проводили на базі ТОВ «Агросільпром» Новомосковського району Дніпропетровської області. Насадження закладено у теплицях у 2020 році за схемою садіння 3,0 × 1,5 м. Площа теплиці становила 0,045 га з посадкою 100 кущів винограду столового на теплицю. Теплиці не опалювали. Кущі формували за шпалерною технологією вирощування, з пасинкуванням вторинних пагонів. Повторність досліду трьохкратна. Ділянки розміщено послідовно, у кожній з яких було висаджено по десять облікових кущів. Теплиці застелені агротекстилем. Вирощувався на краплинному зрошенні, на початку 100 літрів на кущ однократно, нормування бруньок 30 літрів на кущ щотижнево

до початку цвітіння, потім 30 літрів на три дні. ТОВ «Агросільпром» знаходиться в підзоні Північного Степу України.

Обліки і спостереження проводили згідно загальноприйнятих методик, статистичну обробку отриманих даних — методом факторного аналізу за допомогою модуля ANOVA, дискримінантним аналізом (Statistica 10.0).

Результати досліджень. Протягом 2020 року (с закладання досліджу) по 2022 роки як період активної вегетації та формування продуктивності лози винограду столового проводили аналіз довжини пагону. Ця ознака, як видно з таблиці, доволі значимо зростає й після настання масового плодоношення (2022 рік, перша товарна продукція отримана на рік раніше, ніж при вирощуванні на відкритому ґрунті – 2021 рік). Генотипова варіативність була значима ($F=8,92$; $F_{0,05}=3,84$; $P=0,01$), річні темпи зростання були ще більш значимі ($F=89,17$; $F_{0,05}=4,45$; $P=3.17 \cdot 10^{-6}$).

Значно повільніше від інших сортів зростали сорти Надежда АЗОС, Дубовський розовий, більш інтенсивно (але лише на другий, переважно навіть третій рік вирощування) сорти Аркадія, Преображеніє, Румейка.

Важливими мофрометричними ознаками є параметри пагону, що показують особливості росту вино-

градної лози та здатні впливати на формування врожайності (Таблиця 2). Встановлено, що генотипова варіативність була для першого показника ($F=2,17$; $F_{0,05}=3,84$; $P=0,10$) та другого ($F=2,00$; $F_{0,05}=3,84$; $P=0,11$) статистично недостовірна, для третього вже була значима ($F=5,17$; $F_{0,05}=3,84$; $P=0,03$).

Так за першим показником при попарному порів'янні усі генотипи не відрізнялися один від одного, теж саме стосується другого параметру. Лише за об'ємом пагону суттєво відрізнялися сорти Преображеніє (в позитивну сторону) ($F=6,22$; $F_{0,05}=4,45$; $P=0,01$) та Дубовський розовий ($F=5,37$; $F_{0,05}=4,45$; $P=0,03$) (в сторону зменшення), але як наслідок, за сформованим в ході онтогенезу об'ємом вегетативної частини сорт Преображеніє переважали традиційний сорт Аркадія на 12%, що доволі значимо.

Дані, які показують ефективність цієї вегетативної маси в формуванні безпосередньо врожаю в таблиці 3. У сортів Аркадія ($F=7,17$; $F_{0,05}=4,45$; $P=0,01$) та Преображеніє (перевищує й попередній) ($F=8,91$; $F_{0,05}=4,45$; $P=0,01$), статистично достовірно вища, ніж для інших сортів, для ознаки дозрілої частини пагону до них доєднується сорт Румейка. Взагалі, як ми бачимо, доволі чітко відрізняється позитивно група сортів Аркадія, Преображеніє та Румейка, з перевагою за дослідженими ознаками для сорту Преображеніє.

Таблиця 1 – Середня довжина пагонів сортів винограду при крапельному зрошенні у теплиці, см ($\bar{x} \pm SD$, n = 10)

| Сорт | Рік вирощування | | | Середня | % до стандарту |
|--------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------|
| | 2020 | 2021 | 2022 | | |
| Аркадія | 71,52±0,34 ^a | 77,87±0,35 ^a | 92,17±0,12 ^a | 80,52±0,24 ^a | 100,00 |
| Надежда АЗОС | 70,16±0,30 ^a | 74,13±0,24 ^b | 87,14±0,18 ^b | 77,14±0,20 ^b | 95,81 |
| Преображеніє | 72,33±0,25 ^a | 78,11±0,20 ^a | 93,17±0,19 ^a | 81,20±0,21 ^a | 100,85 |
| Дубовський розовий | 64,23±0,26 ^b | 70,17±0,32 ^c | 82,13±0,20 ^c | 72,18±0,25 ^c | 89,64 |
| Румейка | 69,93±0,17 ^{ab} | 76,17±0,25 ^a | 89,20±0,40 ^a | 78,43±0,31 ^{ab} | 97,41 |

Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA за концентраціями при $P_{0,05}$.

Таблиця 2 – Параметри онтогенезу пагону сортів винограду столового (2020–2022 рр.) ($\bar{x} \pm SD$, n = 10)

| Сорт | Діаметр пагону, см. | Площа поперечного перерізу см ² | Об'єм, см ³ | |
|--------------------|------------------------|--|-------------------------|---------------|
| | | | см ³ | % до контролю |
| Аркадія | 0,75±0,05 ^a | 0,41±0,03 ^a | 28,57±0,47 ^a | 100,00 |
| Надежда АЗОС | 0,73±0,05 ^a | 0,41±0,03 ^a | 28,10±0,58 ^a | 98,35 |
| Преображеніє | 0,76±0,06 ^a | 0,43±0,03 ^a | 32,17±0,45 ^b | 112,60 |
| Дубовський розовий | 0,78±0,05 ^a | 0,40±0,03 ^a | 25,41±0,42 ^c | 88,94 |
| Румейка | 0,74±0,05 ^a | 0,39±0,02 ^a | 28,69±0,47 ^a | 100,42 |

Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA за концентраціями при $P_{0,05}$.

Таблиця 3 – Особливості дозрівання пагонів винограду столового (2020–2022 рр.) ($\bar{x} \pm SD$, n = 10)

| Сорт | Середня довжина пагону, см | Дозріла частина лози | | % до контролю |
|--------------------|----------------------------|-------------------------|-------|---------------|
| | | см | % | |
| Аркадія | 84,32±0,31 ^a | 68,22±1,01 ^a | 80,91 | 100,00 |
| Надежда АЗОС | 82,03±0,30 ^b | 63,17±1,00 ^b | 77,01 | 92,60 |
| Преображеніє | 86,16±0,32 ^c | 71,99±0,98 ^c | 83,55 | 105,53 |
| Дубовський розовий | 82,19±0,25 ^b | 62,41±1,09 ^b | 75,93 | 91,48 |
| Румейка | 82,16±0,31 ^b | 67,12±1,00 ^a | 81,69 | 98,39 |

Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA за концентраціями при $P_{0,05}$.

Таблиця 4 – Параметри врожайності кущів винограду при вирощування в теплицях (2021–2022 рр.)
($\bar{x} \pm SD$, n = 10)

| Сорт | Кількість грон, шт./кущ | Середня маса грона, г | Продуктивність, кг/кущ | Продуктивність, т/га |
|--------------------|-------------------------|----------------------------|------------------------|-------------------------|
| Аркадія | 8,19±0,26 ^a | 780,12±19,42 ^a | 5,66±0,12 ^a | 14,62±0,22 ^a |
| Наdejда АЗОС | 7,12±0,20 ^b | 652,14±21,00 ^b | 4,27±0,11 ^b | 11,04±0,22 ^b |
| Преображеніє | 8,63±0,22 ^a | 834,14±25,12 ^c | 6,34±0,19 ^c | 14,52±0,21 ^a |
| Дубовський розовий | 7,26±0,21 ^b | 722,15±22,17 ^{ab} | 4,92±0,15 ^d | 11,37±0,21 ^b |
| Румейка | 8,78±0,21 ^a | 892,33±24,19 ^d | 6,97±0,26 ^e | 17,34±0,24 ^c |

Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA за концентраціями при $P_{0,05}$.

Таблиця 5 – Вагомість ознак у формуванні врожайних якостей

| Параметр в моделі | Wilks Lambda λ | Часткова Lambda | F-критичне (4,45) | p-рівень |
|----------------------------|------------------------|-----------------|-------------------|----------|
| Довжина пагонів | 0,72 | 0,17 | 1,52 | 0,17 |
| Діаметр пагону | 0,65 | 0,21 | 2,11 | 0,15 |
| Площа поперечного перерізу | 0,61 | 0,24 | 2,67 | 0,12 |
| Об'єм | 0,47 | 0,31 | 2,99 | 0,10 |
| Середня довжина пагону | 0,21 | 0,65 | 4,34 | 0,06 |
| Визріла частина лози | 0,05 | 0,89 | 29,14 | 0,01 |
| Кількість грон | 0,10 | 0,81 | 14,17 | 0,01 |
| Середня маса грона | 0,07 | 0,87 | 24,99 | 0,01 |
| Продуктивність, кг/кущ | 0,04 | 0,95 | 47,19 | 0,01 |

Таким чином, значимим для продуктивності є два моменти – пришвидшення лінійного наростання вегетативної маси в онтогенезі на другий, більше третій рік культивування та відносно використання частки цієї маси для формування товарної продукції. Варіації за сортом була статистично значимі ($F=12,17$; $F_{0,05}=3,84$; $P=0,002$).

При вивченні ознак структури врожайності (Таблиця 4), за кількістю грон з куща вищим показник був у сорту Румейка ($F=8,01$; $F_{0,05}=4,45$; $P=0,002$), але статистично значимо до цієї ж групи з високим показником відносилися сорти Аркадія та Преображеніє ($F=6,78$; $F_{0,05}=4,25$; $P=0,01$). Інші два сорти значно поступалися. Генотипова варіативність була значима ($F=11,92$; $F_{0,05}=3,84$; $P=1,23 \cdot 10^{-3}$), мінливість по роках була недостовірна ($F=3,03$; $F_{0,05}=4,45$; $P=0,09$).

За показником середньої маси грона кращим був знову сорт Румейка ($F=11,17$; $F_{0,05}=4,45$; $P=2,17 \cdot 10^{-3}$), потім йшла група з високим показником, до котрої відносилися сорти Аркадія та Преображеніє ($F=7,79$; $F_{0,05}=4,25$; $P=0,005$). Сорт Дубовський розовий був на рівні сорту Аркадія, сорт Надежда АЗОС поступився усім іншим. Генотипова варіативність була значима ($F=13,17$; $F_{0,05}=3,84$; $P=2,56 \cdot 10^{-4}$), мінливість по роках була недостовірна ($F=2,11$; $F_{0,05}=4,45$; $P=0,08$).

За показником продуктивності (вага винограду з куща) найвищим був показник у сорту Румейка ($F=10,13$; $F_{0,05}=4,45$; $P=0,001$), потім сорт Преображеніє ($F=9,47$; $F_{0,05}=4,45$; $P=0,006$), сорт Аркадія ($F=6,16$; $F_{0,05}=4,45$; $P=0,02$), значно поступаються сорти Дубовський розовий та Надежда АЗОС, котрий продемонстрував найгірші показники. Генотипова варіативність була значима ($F=23,34$; $F_{0,05}=3,84$; $P=3,16 \cdot 10^{-5}$), мінливість по роках була недостовірна ($F=1,99$; $F_{0,05}=4,45$; $P=0,12$).

За показником врожайності з одиниці площі суттєву перевагу мала група сортів Аркадія та Преображеніє, ($F=14,17$; $F_{0,05}=4,25$; $P=0,002$), що остаточно підтвердили свою більш високу продуктивність при вирощуванні в умовах регіону та можуть бути рекомендовані як більш продуктивні для підзони Півночі Степу України, але особливо рекордний врожай та особливу придатність до умов показав сорт Румейка ($F=16,34$; $F_{0,05}=4,45$; $P=0,001$). Генотипова варіативність була значима ($F=26,37$; $F_{0,05}=3,84$; $P=1,99 \cdot 10^{-3}$), мінливість за роками була недостовірна ($F=4,11$; $F_{0,05}=4,45$; $P=0,06$).

Суттєвим є визначення які саме з визначених та вивчених параметрів впливають на формування товарної продуктивності. Для цього було проведено дискримінантний аналіз (Таблиця 5) за котрим було встановлено відносно значення окремих ознак та їх вплив на врожайність з одиниці площі.

Такі ознаки як довжина пагонів, діаметр пагону, площа поперечного перерізу, його об'єм та середня довжина пагону з вивчених морфометричних ознак суттєво не вплинули на врожайність. Лише ознака дозріла частина грона вже була статистично достовірна в своєму впливі. Серед ознак, що безпосередньо відносяться до структури врожайності статистично значимо вплинули всі, але більше значення мали середня маса грона та продуктивність з куща. Саме вони обумовили перевищення за врожайністю трьох сортів Аркадія, Преображеніє та, особливо, Румейка.

Висновки. В результаті досліджень встановлено, що суттєво при вирощуванні у закритому ґрунті на крапельному зрошенні підвищення продуктивності показали три з п'яти досліджених сортів, а саме Аркадія, Преображеніє та Румейка, причому змінилися дві позиції з трьох по відношенню до відкритого ґрунту, а сорт Преображеніє показав

високу продуктивність як в умовах закритого так і відкритого ґрунту. Рекордний успіх показав сорт Румейка, котрий у відкритому ґрунті був з найгірший, що ще раз свідчить про різні вимоги в умовах регіоні до цих двох кардинально різних груп умов. Ключовими параметрами, що перевищували у цих сортів були такі ознаки як довжина пагону (частково, на другому та, особливо, на третьому році вирощування) та визріла частина грона (усі сорти, особливо Преображеніє) з морфометричних та показники кількості грон (крім випадку відсутності різниці між сортом Аркадія та Дубовський розовий), середня маса грона (крім знов відсутності різниці між сортом Аркадія та Дубовський розовий) та продуктивність з куща (більш значимий з елементів структури врожайності ніж попередній). Сорт Румейка сформував рекордну врожайність за рахунок усіх трьох найвищих показників, але тільки по останнім двом переважав всі сорти достовірно. В майбутньому планується провести аналіз якості врожаю вирощуваних сортів в умовах закритого та відкритого ґрунту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Adams D. Phenolics and Ripening in Grape Berries. *American Journal of Enology and Viticulture*. 2006. 57 (3). P. 249–256.
2. Aroosa K., Sharma M. K., Nowsheen N., Rifat B., Sundouri A. S., Saba B., Kouser J. Impact of Fertilizer and Micronutrients Levels on Growth, Yield and Quality of Grape cv. Sahebi. *Current Journal of Applied Science and Technology*. 2018. 27(5). P. 1–9.
3. Bindon K. A., Dry P. R., Loveys B. R. Influence of plant water status on the production of C13-norisoprenoid precursors in *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon grape berries/ *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 2007. 55. P. 4493–4500.
4. Conde A, Pimentel D., Neves A., Dinis L. T., Bernardo S., Correia C.M., Gerós H., Moutinho-Pereira Kaolin foliar application has a stimulatory effect on phenylpropanoids and flavonoid pathways in grape berries. *Journal of Frontier Plant Science*. 2016. 7. P. 38–43.
5. Deloire A. Predicting harvest date using berry sugar accumulation. *Practical Winery and Vineyard Journal*. 2013. 4. P. 58–62.
6. Gutiérrez-Gamboa G., Garde-Cerdán T., Carrasco-Quiroz M., Martínez-Gil A. M., Moreno-Simunovic Y. Improvement of wine volatile composition through foliar nitrogen applications to 'Cabernet Sauvignon' grapevines in a warm climate. *Chilean journal of agricultural research*. 2018. 78(2). P. 216–227.
7. Keller M. The Science of Grapevines: Anatomy and Physiology. The Science of Grapevines. Academic Press: San Diego, USA. 2015. P. 4–6.
8. Williams P. J., Cynkar W., Francis L. Quantification of glycosides in grapes, juices, and wines through a determination of glycosyl glucose. *Journal of agricultural and food chemistry*. 1995. 43. P. 121–128.
9. Wong D. Berry Sensory Analysis. A common language for describing maturity. *Vineyard and winery management*. 2015. 2. P. 54–58.

REFERENCES:

1. Adams D. Phenolics and Ripening in Grape Berries. *American Journal of Enology and Viticulture*. 2006. 57 (3). P. 249–256.
2. Aroosa K., Sharma M. K., Nowsheen N., Rifat B., Sundouri A. S., Saba B., Kouser J. Impact of Fertilizer and Micronutrients Levels on Growth, Yield and Quality of Grape cv. Sahebi. *Current Journal of Applied Science and Technology*. 2018. 27(5). P. 1–9.
3. Bindon K. A., Dry P. R., Loveys B. R. Influence of plant water status on the production of C13-norisoprenoid precursors in *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon grape berries/ *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 2007. 55. P. 4493–4500.
4. Conde A, Pimentel D., Neves A., Dinis L. T., Bernardo S., Correia C.M., Gerós H., Moutinho-Pereira Kaolin foliar application has a stimulatory effect on phenylpropanoids and flavonoid pathways in grape berries. *Journal of Frontier Plant Science*. 2016. 7. P. 38–43.
5. Deloire A. Predicting harvest date using berry sugar accumulation. *Practical Winery and Vineyard Journal*. 2013. 4. P. 58–62.
6. Gutiérrez-Gamboa G., Garde-Cerdán T., Carrasco-Quiroz M., Martínez-Gil A. M., Moreno-Simunovic Y. Improvement of wine volatile composition through foliar nitrogen applications to 'Cabernet Sauvignon' grapevines in a warm climate. *Chilean journal of agricultural research*. 2018. 78(2). P. 216–227.
7. Keller M. The Science of Grapevines: Anatomy and Physiology. The Science of Grapevines. Academic Press: San Diego, USA. 2015. P. 4–6.
8. Williams P. J., Cynkar W., Francis L. Quantification of glycosides in grapes, juices, and wines through a determination of glycosyl glucose. *Journal of agricultural and food chemistry*. 1995. 43. P. 121–128.
9. Wong D. Berry Sensory Analysis. A common language for describing maturity. *Vineyard and winery management*. 2015. 2. P. 54–58.

Петренко А.І., Назаренко М.М. Врожайність та залежність її від морфометрії у винограду столового в закритому ґрунті

Особливе значення має вирощування сучасних сортів винограду в умовах закритого ґрунту, оскільки це дає можливість підвищити стабільність отриманих врожаїв, використати продукції раніше та за зовсім іншими розцінками, уникнути ризиків, пов'язаних з заморозками, особливо пізніми. **Мета.** Встановити особливості формування врожайності представленого набору сортів столового винограду та визначити елементи структури врожайності та особливості формування кущів винограду при вирощуванні в захищеному ґрунті, дослідити вагомість окремих ознак для продуктивності сортів. **Методи:** Досліджували врожайні та морфометричні параметри п'яти сортів винограду столового Аркадія, Надежда АЗОС, Преображеніє, Дубовський розовий, Румейка. Дослідження проводили на базі ТОВ «Агросільпром» Новомосковського району Дніпропетровської області. Насадження закладено у теплицях у 2020 році за схемою садіння 3,0 × 1,5 м. Кущі формували за шпалерною технологією вирощування. Повторність дослідів трьохкратна. **Результати.** Значно повільніше від інших сортів зростали

сортів Надежда АЗОС, Дубовський розовий, більш інтенсивно сорти Аркадія, Преображеніє, Румейка. Дані, які показують ефективність вегетативної маси в формуванні безпосередньо врожаю показали, що відрізняється позитивно група сортів Аркадія, Преображеніє та Румейка. Значимим для продуктивності є пришвидшення лінійного наростання вегетативної маси в онтогенезі на другий, більше третій рік культивування та відносно використання частки цієї маси для формування товарної продукції. За кількістю грон з куща вищим показник був у сорту Румейка, також відносилися сорти Аркадія та Преображеніє. За показником середньої маси грона кращим був знову сорт Румейка потім йшли сорти Аркадія та Преображеніє. За показником продуктивності (вага винограду з куща) найвищим був показник у сорту Румейка, потім сорт Преображеніє, сорт Аркадія. За показником врожайності з одиниці площі суттєву перевагу мала група сортів Аркадія та Преображеніє, рекордний врожай та особливу придатність до умов показав сорт Румейка. Довжина пагонів, діаметр пагону, площа поперечного перерізу, його об'єм та середня довжина пагону з вивчених морфометричних ознак суттєво не вплинули на врожайність. Лише ознака дозріла частина грона вже була статистично достовірна в своєму впливі. Серед ознак, що безпосередньо відносяться до структури врожайності статистично значимо вплинули всі, але більше значення мали середня маса грона та продуктивність з куща. **Висновки.** В результаті досліджень встановлено, що суттєво при вирощуванні у закритому ґрунті на крапельному зрошенні підвищення продуктивності показали три з п'яти досліджених сортів, а саме Аркадія, Преображеніє та Румейка, причому сорт Преображеніє показав високу продуктивність як в умовах закритого так і відкритого ґрунту. Ключовими параметрами були такі ознаки довжина пагону та визріла частина грона з морфометричних та показники кількість грон, середня маса грона та продуктивність з куща. Сорт Румейка сформував рекордну врожайність за рахунок усіх трьох найвищих показників.

Ключові слова: виноград столовий, сорт, врожай, структура врожайності, закритий ґрунт.

Petrenko A.I., Nazarenko M.M. Yield and its dependence on morphometry for table grapes in closed soilless system

Cultivation of modern grape varieties in closed soil conditions is of particular importance, as it makes it possible to increase the stability of the obtained crops, to use the products earlier and at completely different prices, to avoid the risks associated with frosts, especially late ones. **Purpose.** To establish the traits of yield formation of the presented set of table grape varieties and to determine the elements of the yield structure and the features of the formation of grape

bushes when grown in protected soil, to investigate the importance of individual characteristics for the productivity of varieties. **Methods.** The yield and morphometric parameters of five varieties of table grapes Arkadia, Nadezhda AZOS, Preobrazhenie, Dubovsky rozovyi and Rumeika were studied. The research was conducted on the basis of LLC "Agrosilprom" of the Novomoskovsk district of the Dnipropetrovsk region. The plantings were planted in greenhouses in 2020 according to the planting scheme of 3.0 × 1.5 m. The bushes were formed using trellis growing technology. The experiment was repeated three times. **Results.** The varieties Nadezhda AZOS, Dubovsky rozovyi grew much more slowly than the other varieties, while the Arkadia, varieties Preobrazhenie, and Rumeika grew more intensively. The data showing the effectiveness of the vegetative mass in the formation of the crop directly showed that the group of varieties Arkadiya, Preobrazhenie and Rumeika differed positively. Significant for productivity is the acceleration of the linear growth of the vegetative mass in the ontogeny for the second, more than the third year of cultivation and the relative use of a share of this mass for the formation of marketable products. In terms of the number of bunches per bush, the variety Rumeika had the highest rate, as did the varieties Arkadiya and Preobrazheniye. According to the indicator of the average weight of the bunch, the Rumeika variety was the best, followed by the varieties Arkadiya and Preobrazheniye. According to the indicator of productivity (weight of grapes per bush), the variety Rumeika was the highest, followed by the variety Preobrazhenie and the variety Arkadiya. In terms of yield per unit area, the Arkadiya and Preobrazheniye group had a significant advantage, the variety Rumeika showed a record yield and a special adaptability to the conditions. The length of the shoots, diameter of the shoot, cross-sectional area, its volume and the average length of the shoot from the studied morphometric features did not significantly affect the yield. Only the sign of the ripe part of the bunch was already statistically reliable in its influence. Among the signs directly related to the yield structure, all had a statistically significant effect, but the average weight of bunches and productivity per bush were more important. **Findings.** As a result of the research, it was found that three of the five studied varieties, namely Arkadiya, Preobrazhenie and Rumeika, showed a significant increase in productivity when grown in closed soil on drip irrigation, and the variety Preobrazhenie showed high productivity both in closed and open soil conditions. The key parameters were the length of the shoot and the ripe part of the bunch from the morphometric indicators and the number of bunches, the average weight of the bunch and productivity from the bush. The variety Rumeika formed a record yield due to all three of the highest traits.

Key words: table grapes, variety, yield, yield structure, closed soilless system.

ПРОДУКТИВНІСТЬ ОДНОРІЧНИХ КОРМОВИХ АГРОЦЕНОЗІВ ЗАЛЕЖНО ВІД ЇХ СКЛАДУ Й СПОСОБУ ВИКОРИСТАННЯ В ПІВДЕННОМУ СТЕПУ УКРАЇНИ

СИДОРОВ С.М. – аспірант

orcid.org/0000-0003-4745-9532

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

ГОЛОБОРОДЬКО С.П. – доктор сільськогосподарських наук, професор, г.н.с.

orcid.org/0000-0002-6968-985X

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

ДУБИНСЬКА О.Д. – доктор філософії, с.н.с.

orcid.org/0000-0002-5572-0094

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

Актуальність досліджень. Ефективний розвиток агропромислового комплексу Південного Степу України, в сучасних умовах господарювання, можливий лише за комплексного вирішення науково обґрунтованої системи кормовиробництва для галузі тваринництва, яка у даний час ще залишилася.

Згідно державного земельного обліку, проведеного у 1990 році, в Україні нараховувалося 60,3 млн га земель усіх категорій, у тому числі сільськогосподарських угідь – 41,8 млн га, ріллі – 33,4; сінокосів та пасовищ – 7,5; лісів – 10,4 млн га. За інтенсивного ведення сільськогосподарського виробництва зернові й зернобобові культури займали 14583,0 тис. га (45,26%), соняшник – 1636,0 (5,08); інші технічні – 325,0 (1,01); картопля та овоче-баштанні – 1885,0 (5,85) й кормові куль-

тури – 11999,0 тис. га або 37,24% до загальної посівної площі сільськогосподарських культур (табл. 1).

Згідно даних Державної служби статистики України посівна площа кормових культур у 2020 р., в порівнянні з 1990 р., суттєво зменшилася. Якщо загальна площа кормових культур в 1990 році у всіх категоріях господарств становила 11999,0 тис. га, то в 2020 році посівні площі їх знизилися до 1638,5 тис. га, або скоротилися на 10360,5 тис.га (86,3%) [11]. При цьому, якщо посівна площа багаторічних трав у 1990 році в Україні складала 3986,6 тис. га, то в 2020 році вона не перевищувала 869,3 тис. га, тобто зменшилася на 3117,3 тис. га або на 78,2%.

Загальна посівна площа сільськогосподарських культур в Україні, без урахування тимчасово окупованої території АР Крим, м. Севастополя та частини

**Таблиця 1 – Структура посівних площ сільськогосподарських культур в Україні
(за даними Державної служби статистики України)**

| Сільськогосподарські культури | Посівна площа сільськогосподарських культур | | | |
|---|---|--------------|----------------|--------------|
| | 1990 р. | | 2020 р.* | |
| | тис. га | % | тис. га | % |
| Загальна посівна площа сільськогосподарських культур, у т.ч.: | 32218,0 | 100,0 | 27973,2 | 100,00 |
| Зернові та зернобобові культури | 14583,0 | 45,26 | 15364,7 | 54,92 |
| у т.ч.: пшениця озима та яра | 5480,0 | 17,01 | 6571,3 | 23,49 |
| кукурудза | 1200,0 | 3,72 | 5451,3 | 19,49 |
| ячмінь ярий та озимий | 3003,0 | 9,32 | 2384,9 | 8,52 |
| інші зернові та зернобобові | 4900,0 | 15,21 | 957,2 | 3,42 |
| Технічні культури | 3751,0 | 11,65 | 9127,6 | 32,63 |
| у т.ч.: соняшник | 1636,0 | 5,08 | 6383,3 | 22,82 |
| буряк цукровий | 1607,0 | 4,99 | 218,9 | 0,78 |
| соя | 93,0 | 0,29 | 1340,5 | 4,79 |
| ріпак озимий та ярий | 90,0 | 0,28 | 1115,2 | 3,99 |
| інші технічні | 325,0 | 1,01 | 69,7 | 0,25 |
| Картопля та овоче-баштанні культури | 1885,0 | 5,85 | 1842,4 | 6,59 |
| Кормові культури | 11999,0 | 37,24 | 1638,5 | 5,86 |

* Примітка: Без урахування тимчасово окупованої території АР Крим, м. Севастополя та частини земель у зоні проведення антитерористичної операції.

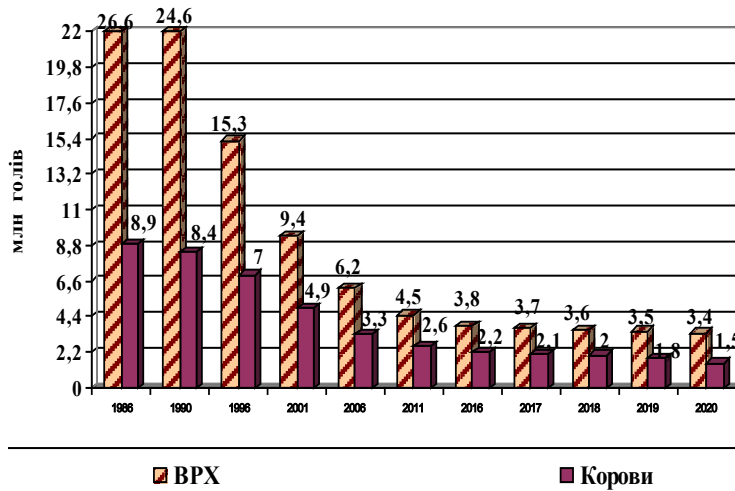


Рис. 1. Чисельність поголів'я великої рогатої худоби в Україні (за даними Державної служби статистики України)

земель у зоні проведення антитерористичної операції у 2020 р., складала 27973,2 тис. га. Посівна площа зернових та зернобобових культур досягала 15364,7 тис. га (54,92%), із них пшениця озима та яра – 6571,3 (23,49%); ячмінь ярий та озимий – 2384,9 (8,52%); кукурудза – 5451,3 тис. га (19,49%), інші зернові та зернобобові – 957,2 (3,42%). Із технічних культур найбільшу посівну площу займали соняшник – 6383,3 тис. га (22,82%) і соя – 1340,5 тис. га (4,79%).

За таких умов господарювання система кормовиробництва, як комплекс організаційно-економічних, агрономічних та зоотехнічних заходів, спрямованих на максимальний обсяг виробництва кормів високої якості за найменших витрат праці й засобів виробництва на одиницю корму, що виробляється в сучасних умовах господарювання, є складною й недостатньо вивченою проблемою [3]. Останнє пов'язано з основним напрямом розвитку сільського господарства впродовж 1991-2020 рр., який супроводжувався істотними змінами співвідношення між виробництвом рослинницької й тваринницької продукції на користь першої. За рахунок суттєвого зменшення посівних площ кормових культур й, насамперед, багаторічних бобових трав протягом останніх років в степовій зоні України основне місце в структурі посівної площі стали займати пшениця озима і яра, ячмінь озимий і ярий, кукурудза, соняшник та ріпак озимий і ярий. У зв'язку з цим спостерігалось широкомасштабне скорочення поголів'я великої рогатої худоби, а також свиней, овець та кіз, внаслідок чого відбувалося істотне зниження обсягів виробництва тваринницької продукції.

Значне скорочення поголів'я великої рогатої худоби призвело до зниження виробництва тваринницької продукції, а отже й до недостатнього задоволення попиту населення в продуктах харчування [10]. Тому сучасний стан виробництва продукції тваринницької галузі в господарствах усіх форм власності в Україні не відповідає фізіологічним потребам населення в харчуванні, а також у формуванні експорту продовольчих товарів, що пов'язано з органі-

заційною формою господарювання товаровиробників тваринницької галузі.

Перетворення в кінці XIX століття природних степових ландшафтів Південного Степу на стабільну зону з виробництва зернових культур, а на початку XXI століття – й технічних, за значного скорочення посівних площ кормових культур, спричинило глобальні негативні явища в існуючих агроландшафтах, наслідки яких неможливо було передбачити як у далекому минулому так і надзвичайно складно ліквідувати у даний час. Поряд з наведеним через суттєве антропогенне навантаження на сільськогосподарські угіддя за тривалого розширення площі орних земель, придатних для використання у сільськогосподарському виробництві, почався інтенсивний розвиток деградаційних процесів існуючих типів ґрунтів і, як наслідок, істотне зниження їх екологічного стану й родючості [2, 4, 6]. Тому в даний час відродження тваринницької галузі й забезпечення її кормами, згідно існуючих раціонів годівлі тварин, в сучасних умовах господарювання є однією з найбільш актуальних проблем у галузі кормовиробництва [13].

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Сучасний стан тваринницької галузі в Україні характеризується як кризовий. Недостатня підтримка державою ефективного розвитку приватного тваринництва протягом 1991–2020 рр., й, передусім, виробництва кормів привело до значного скорочення поголів'я великої рогатої худоби (ВРХ) й, відповідно, до істотного зниження обсягів виробництва тваринницької продукції. Якщо у 1986 р. чисельність поголів'я ВРХ досягала 26,6 млн голів, то на 01.01.2020 р. вона не перевищувала 3,4 млн голів, тобто скоротилася на 23,2 млн голів (87,2%), в т.ч. корів, відповідно, – 8,9 та 1,5, або на 7,4 млн голів (83,1%). У великих сільськогосподарських підприємствах чисельність молочного стада зменшилася з 6,2 млн до 0,88 млн голів, тобто на 85,8% (рис. 1) [7; 8].

Внаслідок скорочення поголів'я ВРХ, в тому числі й корів, виробництво продукції молока і яловичини на сьогоднішній день з точки зору національної

продовольчої безпеки в Україні стало критичним. Згідно науково обґрунтованих норм харчування для забезпечення продовольчої безпеки країни, в розрахунок на одного мешканця в середньому за рік, необхідно споживати до 380 кг молока, 82 кг м'яса, в тому числі 31,3 кг яловичини й телятини, 270 штук яєць та 19,5 кг риби і рибопродуктів [10]. Проте протягом останніх років на одну особу виробництво м'яса (у забійній вазі) не перевищував 35,7 кг, або 47,0% до медичних норм харчування, і 42,5% до виробництва у 1990 році, відповідно, молока – 81,6% і 60,5% та яєць – 88,9% і 76,4%. Згідно Національного проекту «Відроджене скотарство» дефіцит тваринницької продукції, до норми споживання населенням України, у даний час по молоку складає 6231 тис. тонн у рік (35,6%) і 1012 тис. тонн (70,3%) – по споживанню яловичини (табл. 2).

Внаслідок цього фактичний рівень споживання, порівняно з нормативами МОЗ, на одну особу за рік складає – молока 206,4 кг (54,3%), а яловичини – лише 9,8 кг або 31,3% (табл. 3).

У зв'язку з цим енергетична цінність середньодобового харчового раціону на душу населення за норми 3597 ккал протягом останніх років зменшилась до 2567 ккал, або на 28,6%. Вказаний стан та подальше катастрофічне зниження розвитку тваринницької галузі спричинені, передусім нехтуванням сільськогосподарськими виробниками південної частини зони Степу, як і України в цілому, науково обґрунтованої системи кормовиробництва, яка у даний час є основою підвищення ефективності галузі тваринництва.

Ефективний розвиток тваринницької галузі, в сучасних умовах господарювання, можливий лише за створення регіональної системи кормовиробництва, основна діяльність якої повинна бути направлена на максимальний обсяг виробництва кормів високої якості за найменших витрат виробничих та енергетичних ресурсів. Поставлена задача є надзвичайно складною через те, що протягом 1991–2020 рр. у сільському господарстві України істотно змінилося співвідношення між виробництвом рослинницької й тваринницької продукції, на

користь першої. Нераціональне використання сільськогосподарських угідь в усіх природно-кліматичних зонах України пов'язано, насамперед, з суттєвою зміною структури посівних площ, яка склалася протягом останніх років в Україні.

Мета досліджень. Агробіологічне обґрунтування сучасного стану галузі кормовиробництва й визначення в умовах природного зволоження (без зрошення) південної частини зони Степу кормової продуктивності ранніх ярих зернофуражних і олійних культур польового кормовиробництва за різного складу агроценозів й способу їх використання.

Матеріали і методи. Польовий дослід по встановленню кормової продуктивності однорічних ранніх ярих зернофуражних культур в одновидових посівах й бінарних злаково–капустяних сумішках проводився на темно-каштановому ґрунті Інституту тваринництва степових районів «Асканія–Нова» НААН України. Двофакторний польовий дослід закладено методом розщеплених ділянок, де головні ділянки (ділянки першого порядку, фактор А) – спосіб використання агроценозу – на зелену масу та сінаж, субділянки (ділянки другого порядку, фактор В) – склад агроценозу: 1 – Ячмінь ярий (сорт Адапт); 2 – Ячмінь + Ріпак ярий (сорт Микитинецький); 3 – Ячмінь + Гірчиця біла (сорт Принцеса Біла); 4 – Овес посівний (сорт Бусол); 5 – Овес + Ріпак ярий (сорт Микитинецький); 6 – Овес + Гірчиця біла (сорт Принцеса Біла). Площа посівної ділянки – 100,0 м², облікової – 10 м², повторність дослідів чотириразова. Норма висіву насіння одновидових посівів ячменю – 4,5 млн шт/га, відповідно, вівса – 4,0 млн шт/га. У складі бінарних сумішок норма висіву насіння ячменю й вівса складала 4,0 млн шт/га, ріпаку ярого – 13,0 кг/га, відповідно, гірчиці білої – 16,0 кг/га. Сівба проводилася сівалкою “Dohn Deer”–1590, загальна ширина захвату – 4,5 м. Площа посівної ділянки – 100 м² (7,2x14), облікової – 10 м², повторність чотирьох разова. Сівба проводилася сівалкою “Dohn Deer”–1590, загальна ширина захвату – 4,5 м. Строк сівби вказаних культур польового дослідів – ранньовесняний. Збирання урожаю проводили укисним методом. Густоту сходів

Таблиця 2 – Фактичне й необхідне виробництво тваринницької продукції в Україні, тис. тонн у рік [10]

| Продукція | Фактичне виробництво | | | Потреба згідно нормативів МОЗ | Дефіцит до норми споживання |
|-----------|-----------------------|------------------------|--------|-------------------------------|-----------------------------|
| | сільгосп-підприємства | господарства населення | всього | | |
| Молоко | 2217 | 9032 | 11249 | 17480 | – 6231 |
| Яловичина | 105 | 323 | 428 | 1440 | – 1012 |

Таблиця 3 – Фактичний і необхідний рівень споживання продуктів молочного й м'ясного скотарства населенням України [10]

| Показник | Рівень споживання на 1 особу за рік, кг | | | |
|-----------|---|----------|--------------|------|
| | норматив МОЗ | фактично | до нормативу | |
| | | | (+ / –) | % |
| Молоко | 380,0 | 206,4 | – 173,6 | 54,3 |
| Яловичина | 31,3 | 9,8 | – 21,5 | 31,3 |

по варіантам польового дослідження визначали щорічно ранньою весною на фіксованих ділянках 50 x 50 см у двох несуміжних повтореннях.

Облік урожаю зеленої маси по варіантам польового дослідження проводили укiсним методом з площі 10 м² із подальшим її зважуванням. Вміст сухої речовини в зеленій масі визначали термостатно-ваговим методом шляхом висушування зразків у сушильній шафі при температурі 105°C до постійної ваги. Статистичний аналіз отриманих урожайних даних польового дослідження проводили методом дисперсійного аналізу [14].

Повний зоотехнічний аналіз кормів визначали у зразках відібраних при збиранні урожаю зеленої маси й висушеної її до постійної ваги у повітряно-сухому стану й перемелених на стаціонарних мельницях:

– загальний азот у кормах – за К'ельдалем – Іодльбауером (ДСТУ 7169:2010 Корми, комбикорми, комбикормова сировина. Методи визначення вмісту азоту і сирого протеїну;

– сирий протеїн – перерахунком;

– сира клітковина – методом лужного та кислотного гідролізу;

– сирий жир – методом обезжиреного залишку за Русковським;

– сира зола – сухим озоленням в муфельній печі;

– БЕР (безазотисті екстрактивні речовини) – розрахунком (ДСТУ 4674:2006 Сіно. Технічні умови);

фосфор після сухого озолення – колориметрично;

кальцій вуглекислий – по ДСТУ 4530;

– калій після мокрого озолення на полум'яному фотометрі;

– розрахунок кормових одиниць – за даними хімічного складу кормових культур та їх сумішок;

– валову й обмінну енергію – за І.І. Ібатуллінім і О.М. Жукорським [5];

коефіцієнти перетравності й показники повноцінності – за Є.Ф. Петуховою та ін. (1981);

Кормову поживність одновидових посівів ранніх ярих зернофуражних культур та їх сумішок з капустяними культурами (ріпак ярий і гірчиця біла) проводили шляхом визначення хімічного складу згідно варіантів польового дослідження. Хімічний склад кормів проводили щорічно в яких визначали вміст у сухій речовині кормових одиниць, сирого протеїну, сирого жиру, сирої клітковини, сирої золи, безазотистих екстрактивних речовин, валової й обмінної енергії та мінеральний склад кормів.

Економічну ефективність вирощування однорічних зернофуражних культур в моновидових посівах й бінарних сумішках розраховували за фактичними витратами, які передбачалися технологією їх вирощування в умовах Південного Степу України [12]. Для оцінки економічної ефективності приймали загальноприйняті показники: собівартість, умовно чистий прибуток, рівень рентабельності. Облік прямих витрат технології вирощування одновидових посівів зернофуражних культур та їх сумішок з ріпаком ярим та гірчицею білою проводили за зональними нормами виробітку й тарифними ставками для механізаторів й різноробочих, рекомендованих

у дослідному господарстві Інституту тваринництва степових районів «Асканія–Нова» НААН України.

Визначення енергетичних витрат за варіантами польового дослідження проводили шляхом складання технологічних карт з набором марочного складу машин й сільськогосподарської техніки, яка є в наявності у господарстві з використанням прийнятих норм їх виробітку й енергетичних еквівалентів 1 години експлуатаційного часу. Розрахунок витрат сукупної енергії та вихід з 1 га валової й обмінної енергії проводили за енергетичними еквівалентами, рекомендованими для застосування в Україні.

Статистичний аналіз врожаю сухої речовини кормових агроценозів зернофуражних і олійних культур проводили методом дисперсійного аналізу за В.О. Ушкаренком [14], енергетичний аналіз – за О.К. Медведовським [9].

Результати досліджень і їх обговорення. Продуктивність одновидових посівів ячменю ярого й вівса посівного та бінарних сумішок вказаних культур з ріпаком ярим та гірчицею білою в умовах природного зволоження Південного Степу в найбільшій мірі залежала від видового складу агроценозу і способу їх використання та кількості атмосферних опадів, що випадали протягом їх вегетаційного періоду.

Урожайність абсолютно сухої речовини одновидових посівів ячменю ярого при використанні на зелену масу складала 3,53 т/га і, відповідно, вівса посівного – 4,02 т/га. Вихід абсолютно сухої речовини з сумішних посівів ячмінь ярий + ріпак ярий та ячмінь ярий + гірчиця біла при використанні на зелену масу, порівняно з моновидовими посівами ячменю ярого, істотно зростав і складав 3,64–3,84 т/га. Урожайність абсолютно сухої речовини бінарних посівів овес посівний + ріпак ярий та овес посівний + гірчиця біла також був достатньо високим і досягав 4,18–4,54 т/га. Поряд з впливом на продуктивність агроценозів видового складу й способу їх використання, при проведенні польового дослідження в умовах природного зволоження (без зрошення), враховували й істотну залежність і від гідротермічних умов вегетаційного періоду, що склалися у роки проведення дослідів.

Урожайність абсолютно сухої речовини одновидових посівів ячменю ярого й вівса посівного при використанні агроценозів на сінаж, порівняно з використанням на зелену масу, суттєво зростала і, незалежно від складу агроценозу, досягала 4,01–5,25 т/га. Збір кормових одиниць з одновидових посівів ячменю ярого й вівса посівного при використанні на зелену масу складав 2,61–2,81 т/га й, відповідно, 2,92–3,71 т/га на сінаж. Продуктивність бінарних посівів: ячмінь ярий + ріпак ярий та ячмінь ярий + гірчиця біла була достатньо високою і, за елімінації способу використання агроценозів, зростала до 2,88–3,61 т/га корм. од. і 2,54–3,49 й, відповідно, овес + ріпак ярий – 2,95–4,31 та овес + гірчиця біла – 3,23–4,22 т/га корм. од. (табл. 4).

Достатньо високий вихід поживних речовин отримано за вирощування бінарного агроценозу овес посівний + ріпак ярий, який за використання на зелену масу складав: абсолютно сухої речовини – 4,18 т/га, корм. од. – 2,95 т/га; валової енер-

Таблиця 4 – Продуктивність ранніх ярих зернових культур залежно від способу використання й складу агроценозу (середнє за 2021–2022 рр.)

| Варіанти | | Вихід з 1 га | | | |
|-------------------------|----------------------|--------------------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|
| Спосіб використання (А) | Склад агроценозу (В) | абсолютно сухої речовини, т/га | кормових одиниць, т/га | валової енергії, ГДж | обмінної енергії, ГДж |
| Зелену масу | Ячмінь ярий | 3,53 | 2,61 | 65,6 | 37,5 |
| | Ячмінь+ріпак ярий | 3,84 | 2,88 | 70,5 | 40,3 |
| | Ячмінь+ гірчиця біла | 3,64 | 2,54 | 67,6 | 38,6 |
| | Овес | 4,02 | 2,81 | 74,3 | 42,4 |
| | Овес+ ріпак ярий | 4,18 | 2,95 | 75,3 | 43,1 |
| | Овес+гірчиця біла | 4,54 | 3,23 | 84,1 | 48,1 |
| Сінаж | Ячмінь ярий | 4,01 | 2,92 | 73,7 | 42,0 |
| | Ячмінь+ріпак ярий | 5,10 | 3,61 | 93,5 | 53,4 |
| | Ячмінь+ гірчиця біла | 4,89 | 3,49 | 89,9 | 51,4 |
| | Овес | 5,25 | 3,71 | 96,2 | 55,0 |
| | Овес+ ріпак ярий | 6,19 | 4,31 | 115,7 | 66,1 |
| | Овес+гірчиця біла | 5,89 | 4,22 | 106,9 | 62,3 |

А. Оцінка істотності часткових відмінностей:

НІР₀₅ – способу використання, т/га 1,33 0,92 14,8 14,4
 НІР₀₅ – склад агроценозу, т/га 0,58 0,39 10,7 6,2.

Таблиця 5 – Хімічний склад кормових агроценозів залежно від їх складу й способу використання, % до абсолютно сухої речовини (середнє за 2021–2022 рр.)

| Спосіб використання (А) | Склад агроценозу (В) | Сирий протеїн | Сира клітчатка | Сирий жир | Сира зола | БЕР | N | P | Ca |
|-------------------------|-----------------------|---------------|----------------|-----------|-----------|-------|-------|-------|-------|
| Зелену масу | Ячмінь ярий | 10,69 | 27,13 | 3,40 | 5,78 | 53,00 | 1,71 | 0,16 | 0,31 |
| | Ячмінь+Ріпак ярий | 12,37 | 26,95 | 2,77 | 6,84 | 51,07 | 1,98 | 0,18 | 0,36 |
| | Ячмінь+Гірчиця біла | 10,15 | 29,32 | 3,15 | 6,14 | 51,24 | 1,62 | 0,14 | 0,38 |
| | Овес посівний | 12,37 | 32,64 | 3,20 | 7,54 | 44,25 | 1,98 | 0,17 | 0,34 |
| | Овес+Ріпак ярий | 11,87 | 34,34 | 3,42 | 7,98 | 42,39 | 1,90 | 0,20 | 0,45 |
| | Овес+Гірчиця біла | 12,37 | 31,57 | 3,53 | 7,34 | 45,19 | 1,98 | 0,27 | 0,49 |
| Сінаж | Ячмінь ярий | 10,53 | 26,37 | 3,07 | 6,68 | 53,35 | 1,68 | 0,17 | 0,32 |
| | Ячмінь+Ріпак ярий | 12,58 | 27,67 | 2,61 | 7,36 | 49,78 | 2,01 | 0,19 | 0,38 |
| | Ячмінь+Гірчиця біла | 10,99 | 26,16 | 2,70 | 6,56 | 53,59 | 1,76 | 0,16 | 0,40 |
| | Овес посівний | 12,17 | 28,27 | 2,73 | 7,57 | 49,26 | 1,95 | 0,18 | 0,29 |
| | Овес+Ріпак ярий | 10,45 | 30,18 | 2,74 | 8,11 | 48,52 | 1,67 | 0,21 | 0,28 |
| | Овес+Гірчиця біла | 10,79 | 26,45 | 2,88 | 8,25 | 51,63 | 1,73 | 0,27 | 0,39 |
| | НІР ₀₅ , % | 0,70 | 1,99 | 0,24 | 3,13 | 3,13 | 0,34 | 0,10 | 0,04 |
| | V, % | 7,93 | 10,12 | 11,13 | 10,28 | 12,02 | 22,72 | 64,32 | 17,22 |
| | Sx, % | 2,29 | 2,92 | 3,21 | 2,97 | 3,46 | 6,56 | 18,57 | 4,97 |

гії – 75,3 ГДж/га й обмінної енергії – 43,1 ГДж/га. За використання вказаного агроценозу на сінаж вихід поживних речовин досягав, відповідно, – 6,19 т/га; 4,31 т/га та 115,7 ГДж/га і 66,1 ГДж/га.

В цілому двокомпонентний склад агроценозу овес посівний + ріпак ярий при використанні на сінаж за виходом поживних речовин, порівняно з використанням його на зелену масу, перевищував: абсолютно сухої речовини на 32,8%, відповідно, кормових одиниць – 25,3; валової енергії – 32,6 і обмінної енергії на 32,5%.

Важливим показником якості кормів, вирощуваних у південній частині зони Степу на неполивних землях є хімічний склад від якого залежить вміст рослинного білка, а також стійкість врожаю кормових

культур при його формуванні в умовах регіональної зміни клімату [3]. За вмістом основних поживних речовин якість вирощених кормів за роки досліджень суттєво залежала від року забезпеченості опадами і була достатньо високою. Встановлено, що вміст сирого протеїну в одновидових посівах ячменю ярого, вирощуваного на кормовій цілі, за елімінації способу використання, не перевищував 10,53–10,69%, відповідно, у вівса посівного 12,17–12,37% до абсолютно сухої речовини (табл. 5).

У складі двокомпонентних посівів ранніх ярих злакових культур з ріпаком ярим й гірчицею білою вміст сирого протеїну, порівняно з одновидовими посівами ячменю ярого й вівса посівного, істотно збільшувався й незалежно від способу викорис-

тання агроценозів складав 12,37–12,58%. При цьому коефіцієнт варіації за середньої похибки вибіркової середньої рівної 2,29% не перевищував 7,93%. Останнє свідчить про те, що мінливість вмісту сирого протеїну у вирощуваних культурах була типовою для даної вибіркової сукупності в агроценозах. За величини коефіцієнта варіації рівному $V = 5,0\%$ варіювання вважається слабким, відповідно, за $V = 6,0\text{--}10,0\%$ – помірним; $V = 11,0\text{--}20,0\%$ – значним; $V = 21,0\text{--}50,0\%$ – великим і за $V > 50,0\%$ – дуже великим [14]. При цьому встановлено, що чим більший коефіцієнт варіації, тим меншою є його середня однарідна вибірка сукупність, тобто типова сукупність даної вибірки є малою. Для малих вибірок величина коефіцієнта варіації повинна бути не більше 33,3%.

Важливим показником якості кормів є вміст у них сирій клітковини, наявність якої визначається інтенсивністю синтезу низькомолекулярних жирних кислот (оцтова, пропіонова, масляна), які є основними показниками молочного жиру тварин. Вміст сирій клітковини у варіантах польового дослідження, що вивчалися встановлено достатньо високою, яка у одновидових посівах ячменю ярого, незалежно від способу використання агроценозів, складала 26,37–27,13% й, відповідно, у посівах вівса – 28,27–32,64% до абсолютно сухої речовини. У бінарних агроценозах ярих зернових культур з ріпаком ярий вміст сирій клітковини, при коефіцієнті варіації вибіркової середньої рівному 10,12%, за елімінування способу використання агроценозів, складав 30,18–34,34%, відповідно, з гірчицею білою – 26,45–31,57% до абсолютно сухої речовини.

Важливе значення для годівлі великої рогатої худоби поряд з сирим протеїном й сирією клітчаткою має сирій жир, оскільки при окисненні в організмі тварин 1 грама жиру звільняється в межах 9,3–9,5 ккал, у той час як при окисненні 1 грама вуглеводів і білка – лише 4,5–4,7 ккал. Вміст сирого жиру в одновидових посівах ячменю ярого, незалежно від способу використання агроценозу, складав 3,07–3,40%, відповідно, у моновидових посівах вівса посівного – 2,73–3,20% до абсолютно сухої речовини. У бінарних агроценозах ячмінь ярий + ріпак ярий вміст сирого жиру не перевищував 2,61–2,77%. У сумісних агроценозах овес посівний + гірчиця біла вміст сирого жиру, при коефіцієнті варіації 11,13%, досягав 2,88–3,53% до абсолютно сухої речовини.

Надзвичайно важливим джерелом енергії в кормах є вміст безазотистих екстрактивних речовин (БЕР), оскільки в 1 кг сухої речовини у більшості кормових культур їх вміст досягає 40–50%. При розщепленні 1 грама БЕР виділяється енергія, яка дорівнює 3,5–4,2 ккал. У одновидових посівах ячменю ярого вміст безазотистих екстрактивних речовин (БЕР) був достатньо високим і, за елімінування способу використання агроценозу, складав 53,00–53,35%. У одновидових посівах вівса посівного вміст БЕР, за коефіцієнта варіації – 10,28%, досягав 44,25–49,26% до абсолютно сухої речовини. У бінарних посівах ячмінь ярий + ріпак ярий, вирощуваних на неполивних землях Південного Степу вміст БЕР, незалежно від способу використання

агроценозів, не перевищував 49,78–51,07%, відповідно, овес посівний + гірчиця біла – 45,19–51,63% до абсолютно сухої речовини.

Поряд з вмістом органічних речовин важливе значення для годівлі тварин має мінеральний склад кормів за недостачі у яких, передусім, кальцію й фосфору різко знижується їх молочна та м'ясна продуктивність. За низького вмісту в раціонах великої рогатої худоби (ВРХ) вказаних мінеральних сполук негативно впливає на ріст і розвиток молодняка ВРХ, а також суттєво знижується молочна й м'ясна продуктивність, що в цілому наносить велику шкоду тваринницькій галузі. Кальцій і фосфор необхідні, насамперед, для росту кісток і зубів, без яких не може існувати нормальний обмін речовин в організмі ВРХ. При цьому найбільша недостача кальцію й фосфору проявляється в зимових раціонах годівлі тварин, особливо в господарствах, у яких відсутні якісно заготовлені грубі корми із багаторічних бобових трав. За низького вмісту вказаних мінеральних сполук в рослинах до основного раціону ВРХ рекомендується проводити фосфорно-кальцієве підживлення макроелементами (кормова крейда, кістяна мука, вапно, кормовий обезфторений фосфат, дикальцій – фосфат та інші).

Вміст фосфору (в перерахунку на Р) у одновидових посівах ячменю ярого сорту Адапт, незалежно від способу використання агроценозів, був невисоким й не перевищував – 0,16–0,17% до абсолютно сухої речовини. У рослинах моновидового агроценозу вівса посівного сорту Бусол вміст фосфору, за елімінування способу використання агроценозу, складав 0,17–0,18%. У сумісних посівах ячмінь ярий + ріпак ярий, за елімінування способу використання агроценозів, вміст фосфору в рослинах досягав 0,18–0,19% й, відповідно, у бінарних посівах ячмінь ярий + гірчиця біла вміст фосфору не перевищував ав 0,14–0,16% до абсолютно сухої речовини.

У сухій речовині варіанту овес посівний + ріпак ярий вміст фосфору при використанні агроценозу на зелену масу досягав 0,20% й, відповідно, у агроценозі овес посівний + гірчиця біла – 0,27% до абсолютно сухої речовини при використанні на сінаж. За високого коефіцієнта варіації (64,32%), отриманого при аналізі середнього показника вмісту фосфору (0,24%) в агроценозах, що вивчалися його середня вибірка сукупність вмісту фосфору в рослинах, була достатньо малою.

Вміст кальцію (в розрахунку на Са) у складі сирій золи одновидових посівів ячменю ярого у середньому за два роки проведення наукових досліджень (2021–2022 рр), незалежно від способу використання агроценозу, складав – 0,31–0,32% й, відповідно, вівсу посівному 0,29–0,34% до абсолютно сухої речовини. У бінарних агроценозах ячмінь ярий + ріпак ярий та ячмінь ярий + гірчиця біла, за елімінування способу використання агроценозів, вміст кальцію в рослинах суттєво підвищувався до 0,36–0,38% та 0,38–0,40% до абсолютно сухої речовини. У сумісних посівах овес посівний + ріпак ярий та овес посівний + гірчиця біла вміст кальцію, незалежно від способу використання агроценозів, складав 0,28–0,45% та 0,39–0,49% до абсолютно сухої

Таблиця 6 – Економічна та енергетична ефективність кормових агроценозів залежно від їх складу й способу використання (середнє за 2021–2022 рр.)

| Варіанти | | Вартість урожаю, грн | Затрати на 1 га, грн | Собівартість 1 т корм. од., грн. | Умовно чистий прибуток з 1 га, грн. | Витрати обмінної енергії на 1 кг корм. од., МДж |
|-------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------------------|-------------------------------------|---|
| Спосіб використання (А) | Склад агроценозу (В) | | | | | |
| Зелену масу | ячмінь ярий | 12267 | 2247,1 | 860,9 | 10019,9 | 14,37 |
| | ячмінь+ріпак ярий | 13536 | 2371,7 | 823,5 | 11164,3 | 13,99 |
| | ячмінь+гірчиця біла | 11938 | 2418,4 | 952,1 | 9519,6 | 15,20 |
| | овес | 13207 | 2351,9 | 837,0 | 10855,1 | 15,09 |
| | овес+ріпак ярий | 13865 | 2406,9 | 815,9 | 11458,1 | 14,61 |
| | овес+гірчиця біла | 15181 | 2410,0 | 746,1 | 12771,0 | 14,89 |
| Сінаж | ячмінь ярий | 13724 | 2396,8 | 820,8 | 11327,2 | 14,38 |
| | ячмінь+ріпак ярий | 16967 | 2579,5 | 714,5 | 14387,5 | 14,79 |
| | ячмінь+гірчиця біла | 16403 | 2626,2 | 752,5 | 13776,8 | 14,73 |
| | овес | 17437 | 2559,7 | 689,9 | 14877,3 | 14,82 |
| | овес+ріпак ярий | 20257 | 2614,7 | 606,7 | 17642,3 | 15,34 |
| | овес+гірчиця біла | 19834 | 2615,0 | 619,7 | 17219,0 | 14,76 |

* Примітка: 1) Способи використання: А₁ – на зелену масу; А₂ – на сінаж.; 2) Вартість 1 корм. од. дорівнює 4,7 грн (20% вартості 1 кг молока).

речовини відповідно. За середнього вмісту кальцію усієї вибіркової сукупності рівному 0,37% й коефіцієнта варіації 17,22% можна стверджувати, що його середня однорідна вибіркова сукупність вмісту кальцію в рослинах, була значною.

Економічну й енергетичну ефективність вирощування одновидових і бінарних посівів кормових агроценозів за різних способів їх використання проводили за основними показниками: вартість урожаю, собівартість, умовно чистий прибуток та встановлення енергетичних витрат на виробництво 1 кг корм. од.

Розрахунок витрат на 1 га посівної площі проведено шляхом складання технологічних карт з урахуванням тарифних ставок та норм виробітку, які прийняті для механізаторів й робочих у ДП ДГ «Асканія-Нова» Інституту тваринництва степових районів «Асканія-Нова» НААН України. При цьому враховували також сучасну вартість пально-мастильних матеріалів, насіння, мінеральних добрив й незавершеного виробництва, які припадали на вирощування і збір урожаю сїяних агроценозів ранніх ярих зернових культур залежно від способу їх використання. Вартість 1 корм. од. дорівнювала 4,7 грн, або 20% вартості 1 літра молока, що складалася протягом звітного року в ДП ДГ «Асканія-Нова» з врахуванням витрат корм. од. на виробництво 1 кг молока й питомої ваги кормів у собівартості молока.

Собівартість 1 тонни кормових одиниць одновидових посівів ячменю ярого й вівса посівного при використанні на зелену масу складала 837,0–860,9 грн, відповідно, умовно чистий прибуток з 1 га – 10019,9–10855,1 грн і витрат енергії на виробництво 1 кг корм. од. – 14,37–15,09 МДж (табл. 6).

При використанні моновидових посівів ячменю ярого й вівса посівного на сінаж собівартість 1 тонни корм. од. досягала 689,9–820,8 грн, відповідно, бінарних сумішок ячмінь + ріпак ярий та овес + ріпак ярий – 606,7–714,5 грн і ячмінь ярий + гірчиця біла та овес + гірчиця біла – 619,7–752,5 грн.

Умовно чистий прибуток отриманий з одновидових посівів ячменю ярого й вівса посівного при використанні на зелену масу складав 10019,9–10855,1 грн/га і, відповідно, з бінарних посівів ячмінь ярий + ріпак ярий та овес посівний + ріпак ярий – 11164,3–11458,1 і ячмінь ярий + гірчиця біла та овес + гірчиця біла – 9519,6–12771,0 грн/га. При використанні одновидових посівів ячменю ярого й вівса посівного на сінаж умовно чистий прибуток зростав до 11327,2–14877,3 грн/га, відповідно, з бінарних посівів ячмінь ярий + ріпак ярий та овес посівний + ріпак ярий – 14387,5–17642,3 і ячмінь ярий + гірчиця біла та овес посівний + гірчиця біла – 13776,8–17219,0 грн/га.

Витрати обмінної енергії на виробництво 1 кг корм. од. при вирощуванні одновидових посівів ячменю ярого й вівса посівного за використання агроценозів на зелену масу складали 14,37–15,09 МДж. За вирощування бінарних посівів ячмінь ярий + ріпак ярий та овес посівний + ріпак ярий витрати обмінної енергії на виробництво 1 кг корм. од., незалежно від способу їх використання, складали 13,99–14,61 МДж, відповідно, ячмінь ярий + гірчиця біла – 14,89–15,20 МДж. За вирощування сумісних посівів овес посівний + ріпак ярий витрати енергії на виробництво 1 кг корм. од., за елімінавання способу використання агроценозів, досягав 14,61–15,34 МДж, відповідно, овес + гірчиця біла знижувалися до 14,76–14,89 МДж.

Висновки

1. Сучасний стан галузі кормовиробництва в південній частині зони Степу не відповідає оптимальним нормам годівлі більшості видів тварин, що привело протягом останніх років до істотного скорочення поголів'я великої рогатої худоби. Пов'язано останнє також з край недостатньою площею кормових культур, яку вони займають в структурі посівної площі у цілому в Україні. Ефективний розвиток тваринницької галузі можливий лише за комплек-

сного вирішення економічних й агротехнологічних заходів ведення науково обґрунтованих систем кормовиробництва, як і систем землеробства в цілому.

2. За тривалого використання в умовах неполивного землеробства південної частини зони Степу науково необґрунтованої й енергозатратної системи кормовиробництва в сучасних умовах господарювання призвело до значного скорочення поголів'я великої рогатої худоби й, відповідно, до зниження виробництва тваринницької продукції та недостатнього задоволення попиту населення України в продуктах харчування.

3. Вихід абсолютно сухої речовини одновидових посівів ячменю ярого при використанні на зелену масу не перевищував 3,53 т/га і вівса посівного – 4,02 т/га, відповідно, сумісних посівів ячміль ярий + ріпак ярий – 3,84 і ячміль ярий + гірчиця біла складав 3,64 т/га. Збір абсолютно сухої речовини з бінарних посівів овес посівний + ріпак ярий не перевищував 4,18 т/га й овес посівний + гірчиця біла також був достатньо високим і досягав 4,54 т/га.

4. При використанні кормових агроценозів на сінаж урожайність абсолютно сухої речовини одновидових посівів ячменю ярого складала 4,01 т/га й, відповідно, вівса посівного – 5,25 т/га. Вихід абсолютно сухої речовини з бінарного агроценозу ячміль ярий + ріпак ярий складав 5,10 т/га і ячміль ярий + гірчиця біла – 4,89 т/га й, відповідно, овес посівний + ріпак ярий зростав до 6,19 т/га й овес посівний + гірчиця біла – 5,89 т/га.

5. За вмістом основних поживних речовин якості вирощених кормів суттєво залежала й від року забезпеченості опадами і була достатньо високою. Встановлено, що вміст сирого протеїну в одновидових посівах ячменю ярого, вирощуваного на кормові цілі, незалежно від способу його використання, не перевищував 10,53–10,69% й, відповідно, у вівса – 12,17–12,37% до абсолютно сухої речовини.

6. У складі сумісних посівів ранніх ярих зернових культур з ріпаком ярим та гірчицею білою вміст сирого протеїну, порівняно з моновидовими посівами ячменю ярого й вівса посівного, істотно збільшувався і за елімінування способу використання агроценозів складав 12,37–12,58%. За коефіцієнта варіації рівному 7,93% й похибки вибіркової середньої – 2,29% мінливості вмісту сирого протеїну у вирощуваних культурах була типовою для даної вибіркової сукупності.

7. Вміст сирого клітковини у одновидових посівах ячменю ярого, незалежно від способу використання агроценозів, досягала 26,37–27,13% й, відповідно, у посівах вівса посівного – 28,27–32,64% до абсолютно сухої речовини. У бінарних агроценозах з ріпаком ярим вміст сирого клітковини, при коефіцієнті варіації вибіркової середньої рівному 10,12%, незалежно від способу використання агроценозів, складав 26,95–27,67%, відповідно, з гірчицею білою – 26,16–29,32% до абсолютно сухої речовини.

8. Вміст сирого жиру в одновидових посівах ячменю ярого, за елімінування способу викорис-

тання агроценозу, не перевищував 3,07–3,40%, відповідно, у моновидових посівах вівса посівного – 2,73–3,20% до абсолютно сухої речовини. У бінарних агроценозах ячміль ярий + ріпак ярий вміст сирого жиру складав 2,61–2,77%. У сумісних агроценозах овес посівний + гірчиця біла вміст сирого жиру, за коефіцієнта варіації рівному 11,13%, досягав 2,70–3,15% до абсолютно сухої речовини.

9. Збір кормових одиниць з моновидових посівів ячменю ярого й вівса посівного при використанні на зелену масу складав 2,61–2,81 т/га й, відповідно, 2,92–3,71 т/га при використанні на сінаж. Продуктивність бінарних посівів: ячміль ярий + ріпак ярий та ячміль ярий + гірчиця біла також була достатньо високою і, за елімінування способу використання агроценозів, складала 2,88–3,61 т/га корм. од., й відповідно, овес посівний + ріпак ярий – 2,95–4,31 та овес посівний + гірчиця біла – 3,23–4,22 т/га кормових одиниць.

10. Собівартість 1 тонни кормових одиниць одновидових посівів ячменю ярого й вівса посівного при використанні на зелену масу складала 837,0–860,9 грн, відповідно, умовно чистий прибуток з 1 га – 10019,9–10855,1 грн і витратах сукупної енергії на виробництво 1 кг корм. од. – 14,37–15,09 МДж. При використанні моновидових посівів ячменю ярого й вівса посівного на сінаж собівартість 1 тонни корм. од. досягала 689,9–820,8 грн, відповідно, бінарних сумішок ячміль + ріпак ярий та овес + ріпак ярий – 606,7–714,5 грн і ячміль ярий + гірчиця біла та овес + гірчиця біла – 619,7–752,5 грн.

11. Умовно чистий прибуток отриманий з одновидових посівів ячменю ярого й вівса посівного при використанні на зелену масу складав 10019,9–10855,1 грн/га, відповідно, з бінарних посівів ячміль ярий + ріпак ярий та овес посівний + ріпак ярий – 11164,3–11458,1 і ячміль ярий + гірчиця біла та овес + гірчиця біла – 9519,6–12771,0 грн/га. При використанні одновидових посівів ячменю ярого й вівса посівного на сінаж умовно чистий прибуток зростав до 11327,2–14877,3 грн/га, відповідно, з бінарних посівів ячміль ярий + ріпак ярий та овес посівний + ріпак ярий – 14387,3–17642,3 і ячміль ярий + гірчиця біла та овес посівний + гірчиця біла – 13776,8–17219,0 грн/га.

12. Витрати сукупної енергії на виробництво 1 кг корм. од. найбільш високими були при вирощуванні одновидових посівів ячменю ярого й вівса посівного, які при елімінуванні способу використання агроценозів, досягали 14,37–14,38 МДж. При вирощуванні бінарних посівів ячміль ярий + ріпак ярий та овес посівний + ріпак ярий витрати енергії на виробництво 1 кг корм. од., незалежно від способу їх використання, складала 13,99–14,79 МДж, відповідно, ячміль ярий + гірчиця біла та 14,73–15,20 МДж. За вирощування сумісних посівів овес посівний + ріпак ярий витрати енергії на виробництво 1 кг корм. од., при елімінуванні способу використання агроценозів, не перевищували 14,61–15,34 МДж й, відповідно, овес + гірчиця біла 14,76–14,89 МДж.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Бабич А. О., Петриченко В. Ф. Рослинний білок і соевий пояс України. *Вісник аграрної науки*. 1992. № 7. С. 1–5.
2. Балюк С. А., Медведєв В. В., Тараріко О. Г. та ін. Національна доповідь "Про стан родючості ґрунтів України". *Посібник українського хлібороба*. Київ: Академ. прес., 2011. С. 41–69.
3. Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Димов О. М. Наукові основи підвищення продуктивності систем кормовиробництва на зрошуваних і неполивних землях Південного Степу. *Зрошуване землеробство*. 2020. № 73. С. 14–29.
4. Голобородько С. П., Димов О. М. Сучасний стан та шляхи підвищення родючості ґрунтів південно-степової зони України. *Вісник аграрної науки*. 2021. № 4. С. 33–39.
5. Ібатуллін І. І., Жукорський О. М. Довідник з повноцінної годівлі сільськогосподарських тварин. Київ: ІТ НААН, 2016. 300 с.
6. Лайко П. та ін. Екологія і продовольча безпека в Україні і в світі. *Економіка АПК*. 2006. № 1. С. 54–60.
7. Лазнюк І. Статистика: офіційна демонстрація зростання на тлі загального зубожіння. *Пропозиція*. 2008. № 12. С. 37–39.
8. Мадісон В. Проблеми українського скотарства: погляд зсередини і ззовні. *Пропозиція*. 2007. № 4. С. 134–136.
9. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ: Урожай, 1988. 206 с.
10. Національний проект "Відроджене скотарство". Київ: ДІА, 2011. 44 с.
11. Організація виробництва сільськогосподарської продукції в Україні. *Статистична інформація*. URL: https://ukrstat.gov.ua/metaopus/2019/2_03_07_06_2019.htm (дата звернення : 30.05.2023).
12. Перегуда В. Л., Арсенєва О. П. Вивчення економічної ефективності кормовиробництва в особистих господарствах населення. *Корми і кормовиробництво*. 2001. № 47. С. 292–294.
13. Сайко В. Ф., Бойко П. І. Сівозміни у землеробстві України. Київ: Аграрна наука, 2002. 146 с.
14. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Статистичний аналіз результатів польових дослідів у землеробстві. Херсон: Айлант, 2013. 381 с.

REFERENCES:

1. Babych, A. O., & Petrychenko, V. F. (1992). Roslynnyi bilok i soevyi poias Ukrainy [Vegetable protein and soybean belt of Ukraine]. *Visnyk ahrranoi nauky – Bulletin of agricultural science*, 7, 1–5 [in Ukrainian].
2. Baliuk, S. A., Medvediev, V. V., & Tarariko, O. H. et. al. (2011). Natsionalna dopovid "Pro stan rodiuchosti hruntiv Ukrainy" [National report "On the state of soil fertility of Ukraine"]. *Posibnyk ukrainskoho khliboroba – Ukrainian farmer's guide*. Kyiv : Akadem. Pres., 41–69 [in Ukrainian].
3. Vozhehova, R. A., Holoborodko, S. P., & Dymov, O. M. (2020). Naukovi osnovy pidvyshchennia produktyvnosti system kormovyrobnytstva na zroshuvanykh i nepolyvnykh zemliakh Pivdennoho Stepu [Scientific foundations of increasing the productivity of fodder production systems on irrigated and non-irrigated lands of the Southern Steppe]. *Zroshuvane zemlerobstvo – Irrigated agriculture*, 73, 14–29 [in Ukrainian].

4. Holoborodko, S. P. & Dymov, O. M. (2021). Suchasnyi stan ta shliakhy pidvyshchennia rodiuchosti hruntiv pivdenno-stepovoi zony Ukrainy [Current state and ways of increasing soil fertility in the southern steppe zone of Ukraine]. *Visnyk ahrranoi nauky – Bulletin of agricultural science*, 4, 33–39 [in Ukrainian].
5. Ibatullin, I. I., & Zhukorskyi, O. M. (2016). *Dovidnyk z povnotsinnoi hodivli silskohospodarskykh tvaryn [Handbook of complete feeding of farm animals]*. Kyiv: IT NAAN [in Ukrainian].
6. Laiko, P. et. al. (2006). Ekolohiia i prodovolcha bezpeka v Ukraini i v sviti [Ecology and food security in Ukraine and in the world]. *Ekonomika APK – Economy of agro-industrial complex*, 1, 54–60 [in Ukrainian].
7. Laznyuk, I. (2008). Statystyka: ofitsiina demonstratsiia zrostannia na tli zahalnoho zubozhinnia [Statistics: official demonstration of growth against the background of general impoverishment]. *Propozytsiia – Offer*, 12, 37–39 [in Ukrainian].
8. Madison, V. (2007). Problemy ukrainskoho skotarstva: pohliad zseredyny i zovni [Problems of Ukrainian cattle breeding: a view from the inside and outside]. *Propozytsiia – Offer*, 4, 134–136 [in Ukrainian].
9. Medvedovskyi, O. K., & Ivanenko, P. I. (2011). *Enerhetychnyi analiz intensyvnykh tekhnolohii v silskohospodarskomu vyrobnytstvi [Energy analysis of intensive technologies in agricultural production]* Kyiv : Urozhai [in Ukrainian].
10. *Natsionalnyi proiekt "Vidrodzhene skotarstvo" [National project "Revived Cattle Breeding"]*. (2011). Kyiv: DIA [in Ukrainian].
11. Orhanizatsiia vyrobnytstva silskohospodarskoi produktsii v Ukraini. Statystychna informatsiia [Organization of manufacturing agricultural products in Ukraine]. URL: https://ukrstat.gov.ua/metaopus/2019/2_03_07_06_2019.htm [in Ukrainian].
12. Pehuda, V. L., & Arsenieva, O. P. (2001). Vychennia ekonomichnoi efektyvnosti kormovyrobnytstva v osobystykh hospodarstvakh naselennia [Study on the economic efficiency of fodder production in private households of the population]. *Kormy i kormovyrobnytstvo – Fodder and fodder production*, 47, 292–294 [in Ukrainian].
13. Saiko, V. F., & Boiko, P. I. (2002). *Sivozminy u zemlerobstvi Ukrainy [Crop rotations in the agriculture of Ukraine]*. Kyiv: Ahrrana nauka [in Ukrainian].
14. Ushkarenko, V. O., Vozhehova, R. A., Holoborodko, S. P., & Kokovikhin, S. V. (2013). *Statystychnyi analiz rezultativ polovykh doslidiv u zemlerobstvi [Statistical analysis of the results of field experiments in agriculture]*. Kherson: Ailant [in Ukrainian].

Сидоров С.М., Голобородько С.П., Дубинська О.Д. Продуктивність однорічних кормових агроценозів залежно від їх складу й способу використання в південному степу України

Сучасний стан виробництва тваринницької продукції в південній частині зони Степу, як і в Україні в цілому, значно відстає від його потреб для харчування населення, що пов'язано з недостатнім забезпеченням існуючого поголів'я великої рогатої худоби (ВРХ) кормами, особливо в зимовий період годівлі тварин. Використання науково необґрунтованої системи кормовиробництва, як комплексу організаційно-економічних, агрономічних та зоотехнічних заходів, направлених на максимальний обсяг виробництва кормів високої якості за найменших витрат праці й засобів виробництва на одиницю

виробленого корму в умовах неполивного землеробства Південного Степу є надзвичайно складною, а тому ще недостатньо вивченою проблемою. **Метою** наукових досліджень було визначення в умовах природного зволоження (без зрошення) кормову продуктивність одновидових посівів ранніх ярих зернофуражних культур – ячменю ярого й вівса посівного й бінарних агроценозів з олійними культурами ріпаком ярим та гірчицею білою за різних способів їх використання. Встановлена суттєва залежність кормової продуктивності й хімічного складу створених агроценозів від гідротермічних умов вегетаційного періоду та регіональної зміни клімату в цілому. Останнє сприятиме підвищенню кормової продуктивності вирощуваних культур й економії енергетичних витрат на одиницю виробленої продукції. **Методи.** Польові дослідження й лабораторні дослідження по встановленню продуктивності ранніх ярих зернофуражних культур вирощуваних на кормові цілі в одновидових посівах та злаково-олійних сумішок проводилися на темно-каштановому ґрунті Інституту тваринництва степових районів «Асканія-Нова» НААН України. Облік прямих витрат при проведенні економічної й енергетичної ефективності вирощування ранніх ярих зернових і олійних культур вирощуваних на кормові цілі проводили за зональними нормами виробітку й тарифними ставками, які рекомендуються для механізаторів та різноробочих, прийнятими в ДП ДГ «Асканія-Нова» Інституту тваринництва степових районів «Асканія-Нова» НААН України. Статистичний аналіз отриманих урожайних даних двофакторного дослідження проведено методом дисперсійного аналізу згідно існуючих методик польового дослідження в кормовиробництві. **Результати.** Продуктивність кормових агроценозів, вирощуваних в умовах природного зволоження (без зрошення), істотно залежала від їх видового складу й способу використання, а також гідротермічних умов вегетаційного періоду кожного року. Збір кормових одиниць з одновидових посівів ячменю ярого при використанні на зелену масу складав 2,61 т/га й, відповідно, вівса посівного – 2,81 т/га. При використанні на сінаж продуктивність ячменю ярого зростала до 2,92 т/га корм. од. й вівса посівного – 3,71 т/га корм. од. Продуктивність бінарних посівів: ячмінь ярий + ріпак ярий та ячмінь ярий + гірчиця біла була достатньо високою і, за елімінації способу використання вказаних агроценозів, складала 2,88–3,61 т/га й 2,95–4,31 й, відповідно, овес посівний + гірчиця біла – 3,23–4,22 т/га корм. од. **Висновок.** Створення високопродуктивних одновидових агрофітоценозів ячменю ярого й вівса посівного й бінарних зернофуражних посівів у поєднанні з впровадженням енергоощадних технологій їх вирощування й способів використання сприятиме підвищенню ефективності галузі кормовиробництва в умовах неполивного землеробства південної частини зони Степу.

Ключові слова: агроценоз, продуктивність, зелена маса, сінаж, ячмінь ярий, овес, ріпак ярий, гірчиця біла, хімічний склад, економічна ефективність.

Sydorov S.M., Holoborodko S.P., Dubynska O.D. Productivity of annual forage agrocenoses depending on their composition and methods of application in the southern steppe of Ukraine

The current state of manufacturing animal products in a southern part of the Steppe zone as in Ukraine

on the whole significantly lags behind its demand for human food that is related to insufficient supply of feeds for available cattle, especially in winter. Application of feed manufacturing system which is not scientifically substantiated as a complex of organizational-economic, agronomic and zoo-technical measures aimed at the maximum volume of manufacturing high-quality feeds at the least labor costs and means of production per unit of manufactured feeds under conditions of rain-fed agriculture in the Southern Steppe is very complicated, therefore, it has not been studied thoroughly yet. **The purpose** of the scientific research was to determine forage productivity of one-species crops of spring grain-forage crops – spring barley and oat – and binary agrocenoses with oil-bearing crops – spring rapeseed and white mustard under different methods of application under conditions of natural moisture (without irrigation). Significant dependence of forage productivity and chemical composition of agrocenoses on hydro-thermal conditions of the growing season and regional climate change on the whole was established. The latter will contribute to an increase in forage productivity of crops and saving energy expenses per unit of manufactured products. **Methods.** Field experiments and laboratory research on establishing productivity of annual early spring grain-forage crops grown for feeding livestock in one-species crops and mixtures of cereal and oil-bearing crops were carried out on dark-chestnut soil of the Institute of Animal Husbandry of the Steppe Regions “Askania-Nova” of the NAAS of Ukraine. Registration of direct costs in evaluating economic and energy efficiency of cultivating early spring grain and oil-bearing crops grown for forage purposes was performed by the zonal norms of output and tariffs recommended for machine operators and different workers accepted in the SE RF “Askania-Nova” of the Institute of Animal Husbandry of the Steppe Regions “Askania-Nova” of the NAAS of Ukraine. Statistical analysis of the obtained yield data of the two-factor experiment was performed by the method of dispersion analysis according to the available methods of field research in feed manufacturing. **The results.** Productivity of forage agrocenoses and cultivation under conditions of natural moisture (without irrigation) mostly depended on their species composition and method of application, and also on hydro-thermal conditions of the growing season of each year. Forage yields from one-species crops of spring barley, when grown for herbage, equaled 2.61 t/ha and, respectively, those of oat – 2.81 t/ha. When used for silage, spring barley productivity increased to 2.92 t/ha of forage units and that of oat – 3.71 t/ha of forage units. Productivity of binary crops – spring barley + spring rapeseed and spring barley + white mustard – was high enough and, under elimination of the method of application of the above agrocenoses, equaled 2.88–3.61 t/ha and 2.95–4.31 and, respectively, oat + white mustard – 3.23–4.22 t/ha of forage units. **Conclusion.** Creation of highly productive one species agro-phytocenoses of spring barley and oat and binary grain-forage crops in combination with introduction of energy-saving technologies for growing them and methods for using them will contribute to an increase in efficiency of forage manufacturing under conditions of rain-fed agriculture in a southern part of the Steppe zone.

Key words: agrocenoses, productivity, herbage, silage, spring barley, oat, spring rapeseed, white mustard, chemical composition, economic efficiency.

ОСОБЛИВОСТІ ФОТОСИНТЕТИЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЛІНІЙ – БАТЬКІВСЬКИХ КОМПОНЕНТІВ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ

СКАКУН В.М. – здобувач ступеня доктора філософії
orcid.org/0009-0004-4697-9303

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

МАРЧЕНКО Т.Ю. – доктор сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник
orcid.org/0000-0001-6994-3443

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

ЗАВАЛЬНЮК О. І. – завідувач сектору науково-економічних досліджень
відділу науково-організаційної роботи
<https://orcid.org/0000-0001-5059-2559>

Український інститут експертизи сортів рослин

Постановка проблеми. Кукурудза має розвинений фотосинтетичний апарат, за допомогою якого здійснює накопичення органічної речовини із неорганічної під впливом сонячної енергії. Рослина в онтогенезі функціонує як складна система, де забезпечується баланс між надземною частиною і кореннями у використанні води, елементів живлення та обміну поживних речовин. Головні складові високої врожайності – продуктивність окремої рослини та кількість рослин на одиниці площі. Надмірне загущення призводить до посилення конкуренції між рослинами за світло, воду та живлення, в той же час у зрідженому посіві продуктивність окремої рослини може бути максимальною для даного генотипу, проте загальна врожайність може зменшуватись. При оптимізації продукційних процесів і формування максимального можливого врожаю кукурудзи важливу роль відіграє розмір листового апарату рослин, який акумулює сонячну радіацію у процесі фотосинтезу та забезпечує створення органічної речовини. Продуктивність фотосинтезу залежить від площі листової поверхні рослин, що регулюється створенням оптимальної структури посіву завдяки густоті рослин.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Архітектоніка рослини є важливим фактором, що визначає врожайність багатьох культур в результаті міжрослинної конкуренції за розподіл і поглинання світла, особливо в щільній популяції [1]. Процес фотосинтезу у багатьох гібридів кукурудзи (*Zea mays* L.) покращується, коли індекс площі листя збільшується, доки не досягне приблизно 4, але погіршується з подальшим збільшенням індексу [2]. Відповідно урожайність зерна кукурудзи зі збільшенням густоти рослин спочатку зростає, а потім зменшується. Сучасні гібриди кукурудзи, які мають прямостоячі листки над качаном і горизонтально розміщені листки під качаном, витримують високу густоту рослин, тому дають кращий урожай [3]. Ці сорти отримали широке визнання через вищу врожайність, але вона виявилась нижчою, ніж очікувалося у деяких регіонах, де сонячне випромінювання

обмежене, особливо в критичні періоди, такі як періоди цвітіння або наливу зерна. Зменшення сонячної радіації може уповільнити подовження міжвузлів [4], зменшити фотосинтез листя та призвести до поганого зав'язування зерна кукурудзи [5]. Архітектоніка рослини впливає на фотосинтез в листках та врожайність зерна [6; 8]. Таким чином, оптимізація густоти рослин може бути методом підвищення врожайності кукурудзи.

Продукти фотосинтезу, які забезпечують врожайність кукурудзи, виробляються здебільшого п'ятьма або шістьма листками біля і над качаном [9], але ці листки значною мірою затінені при високій густоті рослин, що призводить до зниження продуктивності. Видалення двох верхніх листків за високої їх щільності було ефективним способом підвищення врожайності кукурудзи в результаті збільшення кількості зерен в качані та збільшення кількості качанів на одиниці площі [10]. Зав'язування насіння та ріст зерен у кукурудзи тісно пов'язані з перехопленням світла під час періоду цвітіння та з виробництвом асиміляції та транслокацією під час періоду наливу зерна (відношення джерело-поглинач) [11].

Листя є основними фотосинтетичними органами більшості рослин [12; 13]. Варіації в ініціації листя та подальшому рості призводять до різних форм і розмірів листя [14]. Форма, анатомія, орієнтація та багато інших функціональних ознак листя визначають ріст рослин, а також транспорт і поглинання поживних речовин [15; 16], тому дослідниками такий морфологічний індекс, як площа листя, використовувався для вимірювання фізіологічного стану рослин, що ростуть у різних середовищах [17]. Площа листя може бути одним із найважливіших показників, пов'язаних із ростом і розвитком рослин у різних середовищах [18], оскільки він може забезпечити прямий зв'язок із фотосинтетичною здатністю та з рівнем урожайності [19].

Для оптимізації продукційного процесу та формування максимально можливого врожаю кукурудзи важливу роль відіграє розмір листового апарату рослин, який акумулює сонячну радіацію у процесі

фотосинтезу та забезпечує синтез органічних речовин [20], адже встановлено, що втрата рослинами 25% листків на всіх стадіях розвитку, окрім періоду «викидання волоті – молочна стиглість», призводить до зменшення врожайності зерна на 10% [21].

Мета – встановити особливості фотосинтетичної діяльності ліній – батьківських компонентів гібридів кукурудзи залежно від генотипу, групи стиглості, щільності ценозу та кореляційно-регресійні залежності.

Матеріали та методика досліджень. Польові досліді проводили впродовж 2019–2021 рр. в сільськогосподарському виробничому кооперативі «ПЕРЕМОГА» (с. Клепачі, Хорольський р-н, Полтавська обл.) в агроекологічній зоні Центральний Лісостеп. Клімат Центрального Лісостепу помірно-континентальний, із порівняно м'якою, малосніжною зимою та теплим, помірно вологим літом. За даними відділу агрометеорології Гідрометцентру середня температура повітря за рік становить 7,6–9,3°C. Зимовий період триває в середньому 80–105 днів – з кінця лис-

топада до кінця лютого-початку березня, коли починається весна. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий. Агротехніка вирощування сортів кукурудзи в досліді була загальноприйнятною для Лісостепої зони України. Попередник – соя. Дослідження проведені згідно методики польового досліді для зрошуваного землеробства, статистичну обробку результатів досліджень здійснювали методом дисперсійного аналізу [18; 19].

Об'єктом досліджень слугували наступні компоненти гібридів. Лінія ОР–26А (ФАО 240) – материнська форма гібриду Зедан 26 (ФАО 240), плазма Змішана. Лінія АВ–20Б (ФАО 260) – батьківська форма гібридів Зедан 26 (ФАО 240) та Зедан 28 (ФАО 260), плазма Змішана. Лінія ОР–28А (ФАО 260) – материнська форма гібриду Зедан 28 (ФАО 260), плазма Змішана. Лінія ОР–32А (ФАО 320) – материнська форма гібриду Зедан 32 (ФАО 320), плазма Змішана. Лінія АВ–30Б (ФАО 320) – батьківська форма гібриду Зедан 32 (ФАО 320), плазма Змішана.

Таблиця 1 – Площа асиміляційної поверхні однієї рослини ліній – батьківських компонентів гібридів кукурудзи у фазу цвітіння залежно від факторів досліді, м²/рослину (середнє за 2019–2021 рр.)

| Лінія – батьківський компонент (фактор А) | Густота рослин, тис./га (фактор В) | | | | В середньому а фактором А |
|---|------------------------------------|--------------|--------------|--------------|---------------------------|
| | 70 | 80 | 90 | 100 | |
| ОР–26А (ФАО 240) | 0,349 | 0,339 | 0,331 | 0,325 | 0,336 |
| АВ–20Б (ФАО 260) | 0,409 | 0,394 | 0,386 | 0,378 | 0,392 |
| ОР–28А (ФАО 260) | 0,463 | 0,442 | 0,432 | 0,421 | 0,440 |
| ОР–32А (ФАО 320) | 0,471 | 0,452 | 0,438 | 0,431 | 0,448 |
| АВ–30Б (ФАО 320) | 0,499 | 0,474 | 0,461 | 0,458 | 0,473 |
| Середнє за фактором В | 0,438 | 0,420 | 0,410 | 0,403 | 0,418 |
| Оцінка істотності часткових відмінностей | | | | | |
| HIP_{05} , м ² /рослину | А=0,031; В=0,028 | | | | |

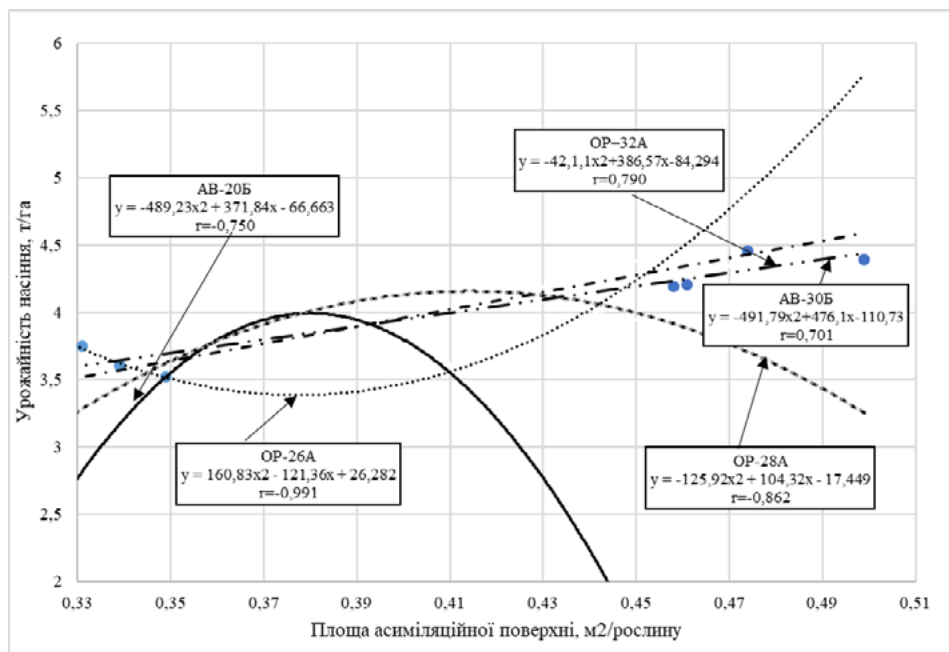


Рис. 1. Кореляційно-регресійні моделі залежності урожайності насіння ліній – батьківських компонентів та площі асиміляційної поверхні за різних густот

Таблиця 2 – Листковий індекс ліній – батьківських компонентів гібридів кукурудзи у фазу цвітіння залежно від факторів досліджу (середнє за 2019–2021 рр.)

| Лінія – батьківський компонент (фактор А) | Густота рослин, тис./га (фактор В) | | | | В середньому за фактором А |
|---|------------------------------------|-------------|-------------|-------------|----------------------------|
| | 70 | 80 | 90 | 100 | |
| ОР–26А (ФАО 240) | 2,44 | 2,71 | 2,98 | 3,25 | 2,85 |
| АВ–20Б (ФАО 260) | 2,86 | 3,15 | 3,47 | 3,78 | 3,32 |
| ОР–28А (ФАО 260) | 3,24 | 3,54 | 3,89 | 4,21 | 3,72 |
| ОР–32А (ФАО 320) | 3,30 | 3,62 | 3,94 | 4,31 | 3,79 |
| АВ–30Б (ФАО 320) | 3,49 | 3,79 | 4,15 | 4,58 | 4,00 |
| Середнє за фактором В | 3,07 | 3,36 | 3,69 | 4,03 | |
| Оцінка істотності часткових відмінностей | | | | | |
| НІР ₀₅ | А= 2,2; В=1,3 | | | | |

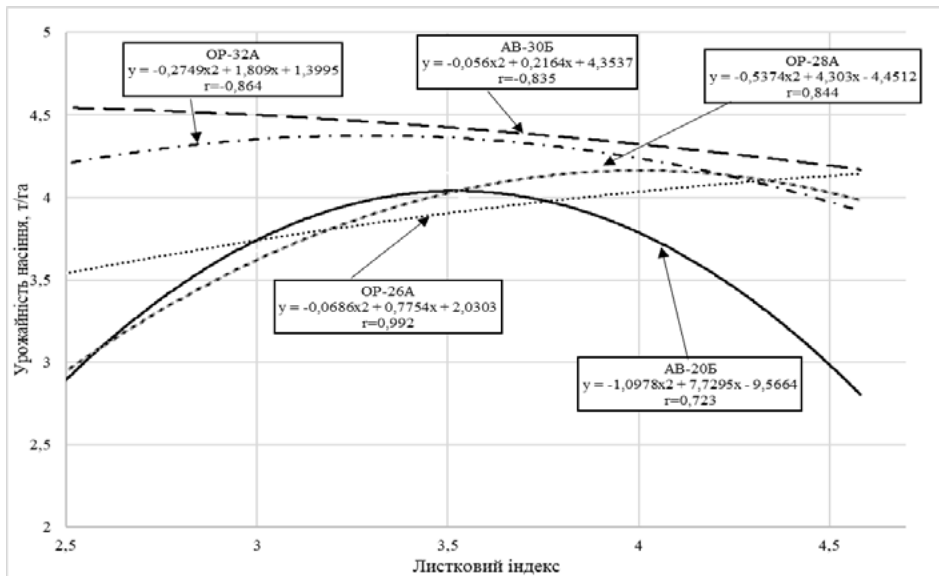


Рис. 2. Кореляційно-регресійні моделі залежності урожайності насіння ліній – батьківських компонентів та листового індексу за різних густот

Результати досліджень. Площа листової поверхні посіву була досить мінливою і значною мірою залежала від досліджуваних чинників (табл. 1).

Генотип лінії впливав на площу листової поверхні. Найбільша площа листків у рослин кукурудзи у середньому становила 0,473 м²/рослину у середньостиглої лінії АВ–30Б (ФАО 320), найменша площа була у лінії ОР–26А (ФАО 240) і дорівнювала 0,336 м²/рослину. Це можливо пов'язано як з тривалістю вегетації, так і морфологічними особливостями габітусу цієї лінії. Зменшення площі асиміляційного апарату однієї рослини від загущення посівів з 70 до 100 тис. рослин/га склало 0,035 м²/рослину, або 8,0%. Максимальна площа листової поверхні спостерігалась у лінії АВ–30Б (ФАО 320) за густоти 70 тис. рослин/га – 0,499 м²/рослину.

Установлено сильний позитивний кореляційний зв'язок між ознаками урожайності насіння ліній – батьківських компонентів та площі асиміляційної поверхні за різних густот, коефіцієнти кореляції знаходились в межах від 0,701 до 0,991 (рис. 1). Кореляційно-регресійні залежності носили криволінійний характер. Це свідчить про те,

що максимальна реалізація генетичного потенціалу урожайності можлива лише в межах оптимуму чинників її детермінації.

Разом з тим варто зазначити, що підвищення площі листової поверхні у ценозі не завжди є позитивним, оскільки у разі загущення посівів можливе затінення нижніх листків верхніми і, як наслідок, погіршення освітленості та зменшення інтенсивності фотосинтезу посіву [24]. Саме тому нами було досліджено зміни листового індексу, який характеризує фотосинтетичну активність посіву.

Листкові індекси коливалися від мінімальних значень у середньоранньої лінії ОР–26А (ФАО 240) 2,44–3,25 до максимальних значень у середньостиглої лінії АВ–30Б (ФАО 320) 3,49–4,58 залежно від густоти рослин (табл. 2).

Максимальні значення листового індексу у фазу цвітіння качанів спостерігали у ліній ОР–32А та АВ–30Б (від 3,30–3,49 за густоти 70 тис. рослин/га до 4,31–4,58 за густоти 100 тис. рослин / га).

Це узгоджується з даними інших дослідників щодо більшої площі асиміляційної поверхні пізньостиглих сортів, за умови, що оптимальний індекс

Таблиця 3 – Фотосинтетичний потенціал ліній – батьківських компонентів за вегетацію, тис. м²* діб (середнє за 2019–2021 рр.)

| Лінія – батьківський компонент (фактор А) | Густота рослин, тис./га (фактор В) | | | | В середньому за фактором А |
|---|------------------------------------|---------------|---------------|---------------|----------------------------|
| | 70 | 80 | 90 | 100 | |
| ОР–26А (ФАО 240) | 1708,8 | 1823,4 | 1932,8 | 2086,4 | 1887,9 |
| АВ–20Б (ФАО 260) | 1867,3 | 1967,3 | 2087,4 | 2272,0 | 2048,5 |
| ОР–28А (ФАО 260) | 2030,6 | 2134,4 | 2236,5 | 2463,7 | 2216,3 |
| ОР–32А (ФАО 320) | 2546,5 | 2653,1 | 2732,4 | 2831,4 | 2690,9 |
| АВ–30Б (ФАО 320) | 2654,0 | 2769,4 | 2909,0 | 3021,5 | 2838,5 |
| Середнє за фактором В | 2161,4 | 2269,5 | 2379,6 | 2535,0 | 2336,4 |
| Оцінка істотності часткових відмінностей | | | | | |
| НІР ₀₅ , тис. м ² * діб | А=105,4; В=85,5 | | | | |

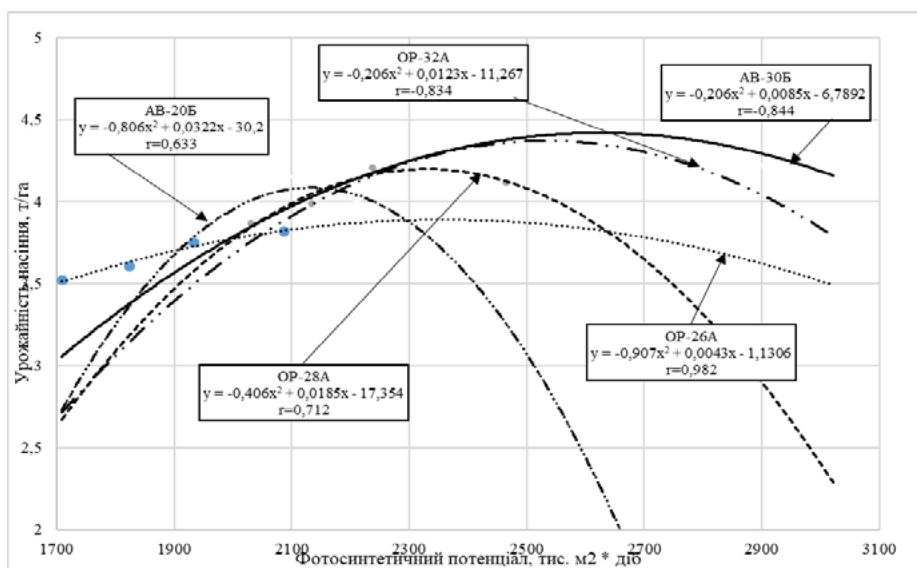


Рис. 3. Кореляційно-регресійні моделі залежності урожайності насіння ліній – батьківських компонентів та фотосинтетичного потенціалу за різних густот

листвої поверхні для кукурудзи на зерно становить 3–4, на силос – 3–6 [25].

Більші значення листового індексу рослин батьківських компонентів всіх груп стиглості, на відміну від площі листків однієї рослини, відмічено за густоти 100 тис. рослин/га (3,25–4,58, у середньому 4,03), а найменшу – за густоти 70 тис. рослин/га (2,44–3,49, у середньому 3,07). Отже, загушення посівів збільшувало площу асиміляційної поверхні посіву.

З метою з'ясування чи пов'язана зернова продуктивність кукурудзи з листовим індексом посіву, було розраховано тісноту кореляційного зв'язку (рис. 3). Коефіцієнт кореляції між листовим індексом і урожайністю насіння показав у більш скоростиглих ліній позитивний зв'язок: у лінії ОР–26А (ФАО 240) $r = 0,992$, у лінії АВ–20Б (ФАО 260) $r = 0,723$, у лінії ОР–28А (ФАО 260) $r = 0,844$. У більш пізньостиглих ліній ОР–32А (ФАО 320) та АВ–30Б (ФАО 320) спостерігався негативний зв'язок: $r = -0,864$ та $r = -0,835$.

Криволінійна залежність врожаю з листовим індексом посіву засвідчує, що зростання листового

індексу в умовах нашого експерименту має певні межі: після перевищення величини 3,7 насіннева продуктивність знижується.

Фотосинтетичний потенціал посівів кукурудзи збільшувався з подовженням тривалості періоду вегетації і досягав максимальних показників у середньостиглої лінії АВ–30Б (ФАО 320) за щільності посіву 100 тис. рослин/га – 3521,5 тис. м²*діб (табл. 3).

Максимальний фотосинтетичний потенціал посівів ліній кукурудзи всіх груп ФАО спостерігався при загущенні посівів до 100 тис. рослин/га – від 2086,4 тис. м²*діб (лінія ОР–26А) до 3021,5 тис. м²*діб (лінія АВ–30Б), що прямо пов'язано з тривалістю вегетації батьківських компонентів.

Коефіцієнт кореляції між фотосинтетичним потенціалом і урожайністю насіння показав у більш скоростиглих ліній позитивний зв'язок: у лінії ОР–26А (ФАО 240) $r = 0,982$, у лінії АВ–20Б (ФАО 260) $r = 0,633$, у лінії ОР–28А (ФАО 260) $r = 0,712$, у більш пізньостиглих ліній ОР–32А (ФАО 320) та АВ–30Б (ФАО 320) спостерігався негативний взаємозв'язок: $r = -0,834$ та $r = -0,844$ відповідно (рис. 3).

Позитивний коефіцієнт показує на вплив фотосинтетичного потенціалу на урожайність. Спостерігалось різке зниження врожайності при збільшенні фотосинтетичного потенціалу від 2500 тис. м²* діб. Це свідчить про те, що збільшення фотосинтетичного потенціалу ценозу кукурудзи агротехнічними способами не завжди може гарантувати синхронне зростання урожайності у ліній – батьківських компонентів, тому, для кожної батьківської лінії кукурудзи, залежно від генотипових особливостей, повинен бути оптимум щільності ценозу посіву, що забезпечує максимальну ефективність продуктивності фотосинтетичного потенціалу.

Висновки. Для оптимізації продукційного процесу та формування максимально можливого врожаю кукурудзи важливу роль відіграє розмір листового апарату рослин, який акумулює сонячну радіацію у процесі фотосинтезу та забезпечує синтез органічних речовин.

Зменшення площі асиміляційного апарату однієї рослини ліній – батьківських компонентів гібридів кукурудзи від загущення посівів з 70 до 100 тис. рослин/га склало 0,035 м²/рослину, або 8,0%. Максимальна площа листової поверхні спостерігалась у лінії АВ–30Б (ФАО 320) за густоти 70 тис. рослин/га – 0,499 м²/рослину. При цьому встановлено сильний позитивний кореляційний зв'язок між ознаками урожайності насіння та площі асиміляційної поверхні за різних густот, коефіцієнти кореляції знаходились в межах від 0,701 до 0,991, однак максимальна реалізація генетичного потенціалу урожайності можлива лише в межах оптимуму чинників її детермінації.

Підвищення площі листової поверхні у ценозі не завжди є позитивним, оскільки у разі загущення посівів можливе затінення нижніх листків верхніми і, як наслідок, погіршення освітленості та зменшення інтенсивності фотосинтезу посіву. Листкові індекси коливались від мінімальних значень у середньоранньої лінії ОР–26А (ФАО 240) 2,44–3,25 до максимальних значень у середньостиглої лінії АВ–30Б (ФАО 320) 3,49–4,58. Загущення посівів збільшувало площу асиміляційної поверхні посіву: більші значення листового індексу рослин батьківських компонентів всіх груп стиглості, на відміну від площі листків однієї рослини, відмічено за густоти 100 тис. рослин/га (3,25–4,58, у середньому 4,03), а найменшу – за густоти 70 тис. рослин/га (2,44–3,49, у середньому 3,07). Коефіцієнт кореляція між листовим індексом і урожайністю насіння показав у більш скоростиглих ліній позитивний зв'язок, у більш пізньостиглих ліній – негативний зв'язок. Фотосинтетичний потенціал посівів кукурудзи збільшувався з подовженням тривалості періоду вегетації. Разом з тим, спостерігалось різке зниження врожайності при збільшенні фотосинтетичного потенціалу від 2500 тис. м²* діб. Збільшення фотосинтетичного потенціалу ценозу кукурудзи агротехнічними способами не завжди може гарантувати синхронне зростання урожайності у ліній – батьківських компонентів, тому, для кожної батьківської лінії кукурудзи, залежно від генотипових особливостей, повинен

бути оптимум щільності ценозу посіву, що забезпечує максимальну ефективність продуктивності фотосинтетичного потенціалу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Vazin F., Hassanzadeh M., Madani A., Nassiri-Mahallati M., Nasri M. Modeling light interception and distribution in mixed canopy of common cocklebur (*Xanthium strumarium*) in competition with corn. *Planta Daninha*. 2010. Vol. 28. P. 455–462.
2. William W.A., Loomis R.S., Duncan W.G., Dovrat A., Nunez A. Canopy architecture at various population densities and the growth and grain yield of corn. *Crop Sci*. 1968. Vol. 8. P. 303–308.
3. Tokatlidis I. S., Koutroubas S. D. A review of maize hybrids' dependence on high plant populations and its implications for crop yield stability. *Field Crops Res*. 2004. Vol. 88. P. 103–114.
4. Fournier C., Andrieu B. Dynamics of the elongation of internodes in maize (*Zea mays* L.), effects of shade treatment on elongation patterns. *Ann. Bot*. 2000. Vol. 86. P. 1127–1134.
5. Setter T. L., Flannigan B. A., Melkonian J. Loss of kernel set due to water deficit and shade in maize. *Crop Sci*. 2001. Vol. 41. P. 1530–1540.
6. Stewart D., Costa C., Dwyer L., Smith D., Hamilton R., Ma B. Canopy structure, light interception, and photosynthesis in maize. *Agron. J*. 2003. Vol. 95. P. 1465–1474.
7. Buck-Sorlin G., de Visser P. H., Henke M., Sarlikioti V., van der Heijden G. W., Marcelis L. F., Vos J. Towards a functional-structural plant model of cut-rose: simulation of light environment, light absorption, photosynthesis and interference with the plant structure. *Ann. Bot*. 2011. Vol. 108. P. 1121–1134.
8. Sarlikioti V., de Visser P. H., Marcelis L. F. Exploring the spatial distribution of light interception and photosynthesis of canopies by means of a functional-structural plant model. *Ann. Bot*. 2011. Vol. 107. P. 875–883.
9. Subedi K. D., Ma B. L. Ear position, leaf area, and contribution of individual leaves to grain yield in conventional and leafy maize hybrids. *Crop Sci*. 2005. Vol. 45. P. 2246–2257.
10. Liu T. N., Gu L. M., Dong S. T., Zhang J. W., Liu P., Zhao B. Optimum leaf removal increases canopy apparent photosynthesis, 13C-photosynthate distribution and grain yield of maize crops grown at high density. *Field Crops Res*. 2015. Vol. 170. P. 32–39.
11. Lizaso J. I., Batchelor W. D., Westgate M. E. A leaf area model to simulate cultivar-specific expansion and senescence of maize leaves. *Field Crops Res*. 2003. Vol. 80. P. 1–17.
12. Wright I. J., Reich P. B., Westoby M. et al. The worldwide leaf economics spectrum. *Nature*. 2004. Vol. 428. P. 821–827.
13. Crosbie R. S., Wilson B., Hughes J. D., McCulloch C. The upscaling of transpiration from individual trees to areal transpiration in tree belts. *Plant and Soil*. 2007. Vol. 297. P. 223–232.
14. Byrne M., Timmermans M., Kidner C., Martienssen R. Development of leaf shape. *Current Opinion in Plant Biology*. 2001. Vol. 4. P. 38–43.

15. Blanco F. F., Folegatti M. V. Estimation of leaf area for greenhouse cucumber by linear measurements under salinity and grafting. *Scientia Agricola*. 2005. Vol. 62. P. 305–309.
16. Daas-Ghrib C., Montpied P., Ksontini M., Dreyer E. Functional relationships between leaf structure and photosynthetic traits as modulated by irradiance and nutrient availability in a sclerophyllous and a non-sclerophyllous mediterranean oak species. *European Journal of Forest Research*. 2011. Vol. 130. P. 503–512.
17. Niklas K. J., Christianson M. L. Differences in the scaling of area and mass of *Ginkgo biloba* (Ginkgoaceae) leaves and their relevance to the study of specific leaf area. *American Journal of Botany*. 2011. Vol. 98. P. 1381–1386.
18. Wright I. J., Dong N., Maire V. et al. Global climatic drivers of leaf size. *Science*. 2017. Vol. 357. P. 917–921.
19. Shi P. J., Li Y. R., Hui C., Ratkowsky D. A., Yu X. J., Niinemets Ü. Does the law of diminishing returns in leaf scaling apply to vines? – Evidence from 12 species of climbing plants. *Global Ecology and Conservation*. 2020. Vol. 21. e00830.
20. Гадзало Я. М., Вожегова Р. А., Коковіхін С. В., Біляева І. М., Дробітько А. В. Наукове обґрунтування технологій вирощування кукурудзи на зрошуваних землях із урахуванням гідротермічних чинників і змін клімату. *Зрошуване землеробство*. 2020. Вип. 73. С. 21–26. <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2020.73.3>.
21. Молдован Ж. А. Молдован В. Г. Вплив мінерального живлення на формування площі листкової поверхні рослинами кукурудзи в умовах Лісостепу Західного. *Зрошуване землеробство*. 2022. Вип. 77. С. 68–72. <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2022.77.15>.
22. 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.
23. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Методика польового дослідів (Зрошуване землеробство). Херсон: Гринь Д. С., 2014. 448 с.
24. Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Марченко Т. Ю., Пілярська О. О., Забара П. П. Вплив елементів технологій вирощування на площу асиміляційної поверхні посівів ліній – батьківських компонентів гібридів кукурудзи в умовах зрошення. *Вісник аграрної науки*. 2021. № 12. С. 51–58. <http://doi.org/10.31073/agrovisnyk202112-07>.
25. Чернобай Л. Особливості росту кукурудзи в літній період. *Пропозиція*. 2019. № 7. С. 10–13.
- and its implications for crop yield stability. *Field Crops Res*, 88, 103–114
4. Fournier, C. & Andrieu, B. (2000). Dynamics of the elongation of internodes in maize (*Zea mays* L.), effects of shade treatment on elongation patterns. *Ann. Bot*, 86, 1127–1134
5. Setter, T.L., Flannigan, B.A., & Melkonian, J. (2001). Loss of kernel set due to water deficit and shade in maize. *Crop Sci*, 41, 1530–1540
6. Stewart, D., Costa, C., Dwyer, L., Smith, D., Hamilton, R., & Ma, B. (2003). Canopy structure, light interception, and photosynthesis in maize. *Agron. J.*, 95, 1465–1474
7. Buck-Sorlin, G., de Visser, P.H., Henke, M., Sarlikioti, V., van der Heijden, G.W., Marcelis, L.F., & Vos, J. (2011). Towards a functional-structural plant model of cut-rose: simulation of light environment, light absorption, photosynthesis and interference with the plant structure. *Ann. Bot.*, 108, 1121–1134
8. Sarlikioti, V., de Visser, P.H., & Marcelis, L.F. (2011). Exploring the spatial distribution of light interception and photosynthesis of canopies by means of a functional-structural plant model. *Ann. Bot.*, 107, 875–883
9. Subedi, K.D., & Ma, B.L. (2005). Ear position, leaf area, and contribution of individual leaves to grain yield in conventional and leafy maize hybrids. *Crop Sci.*, 45, 2246–2257
10. Liu, T.N., Gu, L.M., Dong, S.T., Zhang, J.W., Liu, P., & Zhao, B. (2015). Optimum leaf removal increases canopy apparent photosynthesis, ¹³C-photosynthate distribution and grain yield of maize crops grown at high density. *Field Crops Res*, 170, 32–39
11. Lizaso, J.I., Batchelor, W.D., & Westgate, M.E. (2003). A leaf area model to simulate cultivar-specific expansion and senescence of maize leaves. *Field Crops Res*, 80, 117
12. Wright, I.J., Reich, P.B., Westoby, M. et al. (2004). The worldwide leaf economics spectrum. *Nature*, 428, 821–827
13. Crosbie, R.S., Wilson, B., Hughes, J.D., & McCulloch, C. (2007). The upscaling of transpiration from individual trees to areal transpiration in tree belts. *Plant and Soil*, 29, 223–232
14. Byrne, M., Timmermans, M., Kidner, C., & Martienssen, R. (2001). Development of leaf shape. *Current Opinion in Plant Biology*, 4, 38–43 [in English].
15. Blanco, F.F., & Folegatti, M.V. (2005). Estimation of leaf area for greenhouse cucumber by linear measurements under salinity and grafting. *Scientia Agricola*, 62, 305–309
16. Daas-Ghrib, C., Montpied, P., Ksontini, M., & Dreyer, E. (2011). Functional relationships between leaf structure and photosynthetic traits as modulated by irradiance and nutrient availability in a sclerophyllous and a non-sclerophyllous mediterranean oak species. *European Journal of Forest Research*, 130, 503–512
17. Niklas, K.J., & Christianson, M.L. (2011). Differences in the scaling of area and mass of *Ginkgo biloba* (Ginkgoaceae) leaves and their relevance to the study of specific leaf area. *American Journal of Botany*, 98, 1381–1386
18. Wright, I.J., Dong, N., Maire, I.C. et al. (2017). Global climatic drivers of leaf size. *Science*, 357, 917–921

REFERENCES:

1. Vazin, F., Hassanzadeh, M., Madani, A., Nassiri-Mahallati, M., & Nasri, M. (2010). Modeling light interception and distribution in mixed canopy of common cocklebur (*Xanthium strumarium*) in competition with corn. *Planta Daninha*, 2(8), 455–462
2. William, W.A., Loomis, R.S., Duncan, W.G., Dovrat, A. & Nunez, A. (1968). Canopy architecture at various population densities and the growth and grain yield of corn. *Crop Sci*, 8, 303–308
3. Tokatlidis, I.S. & Koutroubas, S.D. (2004). A review of maize hybrids' dependence on high plant populations

19. Shi, P.J., Li, Y.R., Hui, C., Ratkowsky, D.A., Yu, X.J., & Niinemets, Ü. (2020). Does the law of diminishing returns in leaf scaling apply to vines? – Evidence from 12 species of climbing plants. *Global Ecology and Conservation*, 21, e00830

20. Gadzalo, Y.M., Vozhegova, R.A., Kokovikhin, S.V., Bilyaeva, I.M. & Drobytko, A.V. (2020). Naukove obgruntuvannya tekhnologii vyroshchuvannya kukurudzy na zroshuvanykh zemliakh iz urakhuvanniam hidrottermichnykh chynnykiv i zmin klimatu [Scientific substantiation of corn growing technologies on irrigated lands taking into account hydrothermal factors and climate changes]. *Zroshuvane zemlerobstvo* 73, 21–26. <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2020.73.3> [in Ukrainian].

21. Moldovan, Zh.A. & Moldovan, V.H. (2022). Vplyv mineralnogo zhyvlennia na formuvannya ploshchi lystkovoї poverkhni roslynamy kukurudzy v umovakh Liso-stepu Zakhidnogo [The influence of mineral nutrition on the formation of the leaf surface area of corn plants in the conditions of the Western Forest Steppe]. *Zroshuvane zemlerobstvo*, 77, 68–72. <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2022.77.15> [in Ukrainian].

22. Ushkarenko, V.O., Nikishenko, V.L., Holoborodko, S.P. & Kokovikhin, S.V. (2009). *Dyspersiinyi i koreliatsiinyi analiz rezul'tativ polovyykh doslidiv* [Dispersion and correlation analysis of the results of field experiments]. Kherson: Ailant [in Ukrainian].

23. Ushkarenko, V.O., Vozhehova, R.A., Holoborodko, S.P. & Kokovikhin, S.V. (2014). *Metodyka polovoho doslidu (Zroshuvane zemlerobstvo)* [Field experiment methodology (Irrigated agriculture)]. Kherson: Hrin D.S. [in Ukrainian].

24. Vozhehova, R.A., Lavrynenko, Yu.O., Marchenko, T.Yu., Piliarska, O.O., & Zabara, P.P. (2021). Vplyv elementiv tekhnologii vyroshchuvannya na ploshchu asimiliatsiinoї poverkhni posiviv liniї – batkivskykh komponentiv hibrydiv kukurudzy v umovakh zroshennia [The influence of the elements of cultivation technologies on the area of the assimilation surface of crops of lines – parental components of corn hybrids under irrigation conditions] *Visnyk ahraryoi nauky* 12, 51–58. <http://doi.org/10.31073/agrovisnyk202112-07> [in Ukrainian].

25. Chernobai, L. (2019). Osoblyvosti rostu kukurudzy v litnyi period [Peculiarities of corn growth in summer]. *Propozytsiia* 7, 10–13 [in Ukrainian].

Скакун В.М., Марченко Т.Ю., Завальнюк О. І. Особливості фотосинтетичної діяльності ліній – батьківських компонентів гібридів кукурудзи залежно від елементів технології та економічна ефективність їх застосування

Мета. Встановити особливості фотосинтетичної діяльності ліній – батьківських компонентів гібридів кукурудзи залежно від генотипу, групи стиглості, щільності ценозу та кореляційно-регресійні залежності. **Методи.** Двофакторний польовий дослід, методи математичної статистики. **Результати досліджень.** Зменшення площі асиміляційного апарату однієї рослини ліній – батьківських компонентів гібридів кукурудзи від загушення посівів з 70 до 100 тис. рослин/га склало 0,035 м²/рослину, або 8,0%. Максимальна площа листової поверхні спостерігалась у лінії АВ–30Б (FAO 320) за густоти 70 тис. рослин/га – 0,499 м²/рослину. При цьому встановлено сильний позитивний кореляційний зв'язок між озна-

ками урожайності насіння та площі асиміляційної поверхні за різних густот, коефіцієнти кореляції знаходились в межах від 0,701 до 0,991, однак максимальна реалізація генетичного потенціалу урожайності можлива лише в межах оптимуму чинників її детермінації. Підвищення площі листової поверхні у ценозі не завжди є позитивним, оскільки у разі загушення посівів можливе затінення нижніх листків верхніми і, як наслідок, погіршення освітленості та зменшення інтенсивності фотосинтезу посіву. Листкові індекси коливалися від мінімальних значень у середньоранньої лінії ОР–26А (FAO 240) 2,44–3,25 до максимальних значень у середньостиглої лінії АВ–30Б (FAO 320) 3,49–4,58. Загушення посівів збільшувало площу асиміляційної поверхні посіву: більші значення листового індексу рослин батьківських компонентів всіх груп стиглості, на відміну від площі листків однієї рослини, відмічено за густоти 100 тис. рослин/га (3,25–4,58, у середньому 4,03), а найменшу – за густоти 70 тис. рослин/га (2,44–3,49, у середньому 3,07). Коефіцієнт кореляція між листовим індексом і урожайністю насіння показав у більш скоростиглих ліній позитивний зв'язок, у більш пізньостиглих ліній – негативний зв'язок. Фотосинтетичний потенціал посівів кукурудзи збільшувався з подовженням тривалості періоду вегетації. **Висновки.** Збільшення фотосинтетичного потенціалу ценозу кукурудзи агротехнічними способами не завжди може гарантувати синхронне зростання урожайності у ліній – батьківських компонентів, тому, для кожної батьківської лінії кукурудзи, залежно від генотипових особливостей, повинен бути оптимум щільності ценозу посіву, що забезпечує максимальну ефективність продуктивності фотосинтетичного потенціалу.

Ключові слова: *Zea mays* L., генотип, група стиглості, щільність ценозу, листової поверхня, фотосинтез, кореляція, регресія, урожайність.

Skakun V.M., Marchenko T.Yu., Zavalnyuk O. I. Peculiarities of the photosynthetic activity of lines – parental components of corn hybrids depending on the elements of technology and the economic efficiency of their application

Purpose. To establish the peculiarities of the photosynthetic activity of lines – parental components of corn hybrids depending on the genotype, maturity group, density of the cenosis and correlation-regression dependence. **Methods.** Two-factor field experiment, methods of mathematical statistics. **Research results.** The decrease in the area of the assimilation apparatus of one plant of the lines – parental components of corn hybrids from the thickening of crops from 70 to 100 thousand plants / ha was 0.035 m²/plant, or 8.0%. The maximum leaf surface area was observed in line AV-30B (FAO 320) at a density of 70,000 plants/ha – 0.499 m²/plant. At the same time, a strong positive correlation was established between the signs of seed yield and the area of the assimilation surface at different densities, the correlation coefficients were in the range from 0.701 to 0.991, however, the maximum realization of the genetic potential of yield is possible only within the optimum of the factors of its determination. An increase in the area of the leaf surface in the coenosis is not always positive, because in the case of thickening of the crops, it is possible that the lower leaves are shaded by the upper ones and, as a result, the lighting deteriorates and the intensity of photosynthesis of the crop decreases. Leaf indices ranged from the minimum values in the mid-early line

OP-26A (FAO 240) 2.44–3.25 to the maximum values in the mid-ripe line AB-30B (FAO 320) 3.49–4.58. The thickening of crops increased the area of the assimilation surface of the crop: higher values of the leaf index of plants of the parent components of all maturity groups, in contrast to the area of leaves of one plant, were noted for the density of 100 thousand plants / ha (3.25–4.58, on average 4.03), and the smallest – at a density of 70 thousand plants / ha (2.44–3.49, on average 3.07). The coefficient of correlation between the leaf index and seed yield showed a positive relationship in more precocious lines, and a negative relationship in late-ripening lines. The pho-

tosynthetic potential of corn crops increased with the lengthening of the vegetation period. **Conclusions.** Increasing the photosynthetic potential of the corn coenosis by agrotechnical methods cannot always guarantee a synchronous increase in yield in lines – parental components, therefore, for each parental line of corn, depending on the genotypic characteristics, there should be an optimum density of the sowing coenosis, which ensures the maximum efficiency of the productivity of the photosynthetic potential.

Key words: *Zea mays* L., genotype, maturity group, coenosis density, leaf surface, photosynthesis, correlation, regression, productivity.

EFFECT OF BIOGAS SLURRY RETURNING TO FIELD ON SOIL PHOSPHATASE ACTIVITY

ZHANG XIHUAN – PhD student

orcid.org/0000-0001-8395-5248

Sumy National Agronomy University,

Henan Institute of Science and Technology, Xinxiang, China

ZAKHARCHENKO E.A. – PhD (Agricultural Sciences), Associate Professor

orcid.org/0000-0002-9291-3389

Sumy National Agrarian University

Problem statement. The biogas slurry formed after anaerobic fermentation of animal feces contains a large amount of nutrients such as nitrogen, phosphorus and potassium, as well as a variety of trace elements such as iron, zinc and manganese. Therefore, returning biogas slurry to the field is conducive to improving soil fertility improving soil environment [1] and crop yields [2]. Soil enzymes are biocatalysts in the process of organic matter cycling in the soil and can participate in the decomposition of organic matter, nutrient cycling, residual degradation and other processes in the soil [3–4]. Application of mineral and organic fertilizers, biochar, ameliorants, plowing of plant residues, irrigation and other factors affect the biological activity of the soil, changes the content of nutrient fractions [5; 6].

Toxic polluting elements, a change in the pH of the soil environment leads to a change in phosphatase activity [7; 8].

Applying manure increases the activity of acid and alkaline phosphatase, but at high rates, an increase in the activity of nitrogenous biota and acid phosphatase can be observed. Liming stimulates the growth of alkaline phosphatase activity and suppression of acid [9; 10].

Jager E.A. et al. (2023) obtained in their research, that “no connection between N fixation rates and phosphatase activity” [11]. Conducting organic farming compared to traditional farming shows an increase in microbiological activity, and in particular, alkaline phosphatase [12–14]. Digestate is a multicomponent fertilizer. Research on the effect of digestate on the enzymatic activity of the soil, in particular, phosphatase activity, is currently limited, and this is promising in the future for the optimization of phosphorus nutrition of plants [15].

Keane et al. (2020) noted that the activity of acid phosphatase doubles with the addition of nitrogen fertilizers compared to the addition of phosphorous [16]. Meta-analysis by Janes-Bassett et al. shows the lack of data on phosphatase activity on different backgrounds, with different application of organic and mineral fertilizers, by vegetative plants [17].

The purpose of this paper is a short review about the influence of fertilizers and plants on phosphatase activity in the soil, the reasons for the inhibition of alkaline and acid phosphatase.

Analysis of recent research and publications.

1. Effects of different concentration of biogas slurry on soil phosphatase activity

Soil enzyme is the direct reflection of soil biological activity. Research showed that biogas slurry can improve soil phosphatase activity [4; 5], which increased with the increase of biogas slurry dosage [18; 19]. Sun Fengxia studied the characteristics of rubber seedling growth and soil fertility under different amounts of biogas slurry [20]. The results showed that the acid phosphatase activity range was 0.66–1.33 mg/g, which was higher than that of the control group at the later stage of the experiment. This was mainly because the biogas slurry contained a large number of organic substances and trace elements that were not completely decomposed, they slowly released nutrients as they entered the soil. By November, soil acid phosphatase activity gradually increased with the increase of biogas slurry amount. Du Yaning's study on biogas slurry from plantation showed that biogas slurry had a significant effect on soil phosphatase activity ($P < 0.01$) [21]. In the 0–10 cm soil layer, the phosphatase activity increased with the increase of biogas slurry concentration, and the difference was significant. In the 10–25 cm soil layer, the phosphatase activity reached the maximum at the medium concentration of biogas slurry, and then decreased with the increase of fertilization concentration.

Danni feng's research showed that with the increase of biogas slurry, the phosphatase activity increased first and then decreased [22], which is consistent with Yanjun chai's research [23]. It may be because the pH value of biogas slurry is slightly alkaline, and it is a product of anaerobic fermentation with strong reducing capacity, and the increase of biogas slurry has an inhibitory effect on the acid phosphatase.

2. Effect of biogas slurry application on vertical spatial distribution of soil phosphatase activity

Du Yaning found that in 0–10 cm soil layer, the phosphatase activity in control group, low concentration and high concentration biogas slurry was significantly higher than that in 10–25 cm soil layer ($P < 0.05$) [21]. Wang Guifang studied the effect of biogas slurry combined with potassium fertilizer on soil phosphatase activity in apple orchard [24]. The results showed that the soil phosphatase activity in surface layer (0–20 cm) and subsurface layer (20–40 cm) was higher than that in the third layer (40–60 cm), whether applying biogas slurry with different concentrations alone or applying biogas slurry with different concentrations combined with potassium fertilizer. The reason is that the phosphatase activity mainly comes from plant roots, and the

roots of apple are mostly distributed at 0–40 cm. Therefore, the phosphatase activity of surface and subsurface soil is higher than that of 40–60 cm soil layer [24].

The vertical distribution of soil phosphatase activity was related to tree age. Qin Xiaofei studied the effects of applying biogas slurry on soil characteristics of apple orchards of different tree ages [25]. In the soil with the same tree age and different depths, the phosphatase activity in the soil with 5 and 10 years of apple planting showed a decreasing trend with the increase of depth, and the difference was significant, while in the soil with 15 years of apple planting, the phosphatase activity in the soil with 40 cm and 60 cm depth was similar. However, the phosphatase activity is smaller than that at the depth of 20 cm. In the soil of 20 years of tree age, the phosphatase activity in the soil at the depth of 20 cm and 40 cm is similar, but the phosphatase activity in the soil at the depth of 60 cm is higher than that at the depth of 60 cm [25].

3. Effect of biogas slurry application on dynamic change of soil phosphatase activity

The biogas slurry contains abundant organic components, and the permanent release of fertilizer efficiency is closely related to the dynamic changes of soil enzyme activities. Du Yanning's research showed that biogas slurry changed the seasonal dynamic variation trend of soil phosphatase activity, and the highest soil phosphatase activity changed from June to September, and biogas slurry had a significant impact on the seasonal dynamic change of soil phosphatase activity [21]. Sun Fengxia's research also showed that biogas slurry had a certain effect on soil enzyme activities, which fluctuated with the months. From the time scale, the amount of biogas slurry irrigation has a great influence on soil acid phosphatase activity from March to July, which may be related to temperature change [20]. Qin Xiaofei studied phosphatase activity of soil in the same depth and different duration of biogas slurry, at the depth of 20 cm, the phosphatase activity in the soil was the highest in the two years after applying biogas slurry, which was 10.6 % higher than that without applying biogas slurry [25]. However, after applying biogas slurry for four years, the phosphatase activity in the soil had little change, while the phosphatase activity in the soil without applying biogas slurry was similar. At the depth of 40 cm, the phosphatase activity was roughly the same as that of the control regardless of whether biogas slurry was applied for 2 years or 4 years, while at the depth of 60 cm, the phosphatase activity was similar in the two years without biogas slurry fertilizer and in the two years after biogas slurry fertilizer was applied, which was greater than that in the four years after biogas slurry fertilizer was applied, but the difference was not significant [25]. Yang Lun studied the effect of different amount of biogas slurry applied for 5 months on the phosphatase activity in purple soil [26]. The results showed that the soil phosphatase activity was low in the first month, peaked in the third month, and then decreased in the last month. This is consistent with the research results of Zhang Wudi [4]. With the growth of vegetables, phosphatase activity gradually increases, and then continues to decrease after reaching the maximum value.

4. Effect of combined fertilization on soil phosphatase activity

As a high quality organic liquid fertilizer, biogas slurry contains a large number of available nutrients and various nutrients needed for plant growth. Combined application of biogas slurry and fertilizer can significantly promote the improvement of soil phosphatase activity, stimulate the mineralization and decomposition of combined phosphorus in the soil, and promote the release of more inorganic phosphorus elements in the soil. Du Yanning studied the effects of biogas slurry and biochar application on soil phosphatase activity of poplar plantation [21]. The results showed that in 0–10 cm soil layer, the effects of biogas slurry and biochar combined application on soil phosphatase activity were as follows: Only apply biogas slurry. In the 10–25 cm soil layer, there is no significant difference between the application of biogas slurry and biochar and the single application of biogas slurry [21]. Wang Guifang studied the effect of biogas slurry combined with potassium fertilizer on soil phosphatase activity in apple orchard [24]. The results showed that the control was the highest, followed by biogas slurry, and the combination of biogas slurry and potassium fertilizer was the lowest. And with the increase of potassium fertilizer concentration, there was a significant difference from the control. The combined application of biogas slurry and potassium fertilizer with the highest concentration in the surface layer (0–20 cm), subsurface layer (20–40 cm) and third layer (40–60 cm) decreased by 55.72 %, 50.25 % and 62.89 % compared with the control, respectively. This indicates that biogas slurry combined with potassium fertilizer has an inhibitory effect on the activity of alkaline phosphatase, and the alkaline phosphatase activity in each treatment is reduced to varying degrees compared with the control, indicating that no treatment can protect the microenvironment for the survival of soil enzymes to a certain extent [24]. The effect of biogas slurry on the soil of Changshanhuyou forest was studied, and the results showed that the soil phosphatase activity of the combined application of different amounts of biogas slurry, chemical fertilizer and organic fertilizer was close to that of soil phosphatase without fertilizer, reflecting that the soil phosphatase activity has a certain stability and has a strong buffering capacity to external disturbances [27].

5. Effects of different tree ages on phosphatase activity

Soil phosphatase activity is not only affected by soil physical and chemical properties, but also related to tree age. Qin Xiaofei studied the effects of applying biogas slurry on soil characteristics of apple orchards of different tree ages [25]. The results showed that at the depth of 20 cm, the phosphatase activity of 5 years old was the smallest, followed by that of 10 years old, and the activity of 15 years and 20 years old was the same. At the depth of 40 cm, the phosphatase activity increased with the increase of tree age, but the difference was not significant. At the depth of 60 cm, the phosphatase activity reached the maximum value at 15 years and the minimum value at 5 years [25]. Trees of different ages require different amounts of phosphorus, in order to improve nutrient cycling, the phos-

phatase activity involved in phosphorus cycling in soil also changed correspondingly.

Conclusions. Biogas slurry is not only containing rich nutrients also contains rich bioactive substances, a moderate amount of fertilizer can effectively activate soil phosphatase activity, promote the change of the soil within the physiological and biochemical process, speed up the circulation rate of soil phosphorus, improved soil quality, has good application value, but the excessive dosage of biogas slurry can reduce the phosphatase activity, is also likely to lead to soil and groundwater pollution.

Biogas slurry nutrient content is rich, but its composition is relatively complex, the vertical distribution of phosphatase activity in soil is related to the amount of biogas slurry, the application period, the number of top-dressing and the combined application of fertilizer. One fertilization method may not be suitable for all soils. In practice, it should be determined according to the comprehensive study of soil fertility, biogas slurry fertility, climate and other conditions.

BIBLIOGRAPHY:

1. Wentzel S., Schmidt R., Piepho H.P., et al. (2015). Response of soil fertility indices to long-term application of biogas and raw slurry under organic farming. *Applied Soil Ecology*. V. 96(4), pp. 99–107.
2. Zhang X., Wu D., Zakharchenko E.A. (2022). Review on Effects of Biogas Slurry Application on Crop Growth. *Agrarian innovations*. No 13, pp. 155–165.
3. Lynch H.B., Epps K.Y., Fukami T. et al. (2012). Introduced Canopy Tree Species Effect on the Soil Microbial Community in a Montane Tropical Forest. *Pacific Science*. V. 66(2), pp. 141–150.
4. Weand M.P., Arthur M.A., Lovett G.M., et al. (2010). Effects of Tree Species and N additions on Forest Floor Microbial Communities and Extracellular Enzyme Activities. *Soil Biology and Biochemistry*, V. 42(12), pp. 2161–2173.
5. Zhang W., Yin F., Xu R., et al. (2009). Effect of Biogas Liquid on Biological Properties of Soil. *Hubei Agricultural Sciences*. V. 10, pp. 2403–2407.
6. Lopushniak V., Hrytsuliak H., Gamayunova V., Kozan N., Zakharchenko E., Voloshin Y., Lopushniak H., Polutrenko M., Kotsyubynska Y. (2022). A Dynamics of Macro Elements Content in Eutric Podzoluvisols for Separation of Wastewater under Jerusalem Artichokes. *Journal of Ecological Engineering*. V. 23(4), pp. 33–42.
7. Zakharchenko E.A., Petrenko S.V., Berdin S.I., Podhaietskyi A.A., Kravchenko N.V., Hnitetskyi M.O., Hlupak Z.I., Bordun R.M., Tiutiunnyk O.S., Tryus V.O. (2023). Response of maize plants to seeding rates under conditions of typical black soil. *Modern Phytomorphology*. V. 17, pp. 71–74.
8. Huang J., Xu P., Peng Z., et al. (2016). Biogas Slurry Use Amount for Suitable Soil Nutrition and Biodiversity in Paddy Soil. *Journal of Plant Nutrition and Fertilizer*. V. 22(2), pp. 362–371.
9. Cao D., Lan Y., Yang X., Chen W., Jiang L., Wu Z., Li N., Han X. (2023). Phosphorus fractions in biochar-amended soil – chemical sequential fractionation, 31P NMR, and phosphatase activity. *Archives of Agronomy and Soil Science*. V. 69:2, pp. 169–181.
10. Gao T., Tian H., Niu H., Wang Z., Dai Y., Megharaj M., He W. (2023). Soil phosphatase assay to evaluate arsenic toxicity should be performed at the soil's actual pH. *Science of The Total Environment*. V. 859, Part 1, 160–184.
11. Jager E.A., Quebbeman A.W., Wolf A.A., Perakis S.S., Funk J.L., Menge D.N.L. (2023). Symbiotic nitrogen fixation does not stimulate soil phosphatase activity under temperate and tropical trees. *Oecologia*. V. 201, 827–840.
12. Czekala W. (2022). Digestate as a Source of Nutrients: Nitrogen and Its Fractions. *Water*. V. 14, no. 24: 4067.
13. Neha N. Bhardwaj Y., Reddy B., Dubey S.K. (2023). Organic Farming Favors phoD-Harboring Rhizospheric Bacterial Community and Alkaline Phosphatase Activity in Tropical Agroecosystem. *Plants*. V. 12, 1068.
14. Zakharchenko E., Datsko O., Mishchenko Y., Melnyk A., Kriuchko L., Rieznik S., Hotvianska A. (2023). Efficiency of Biofertilizers When Growing Corn for Grain. *Modern Phytomorphology*. V. 17, pp. 50–56.
15. Tang J., Yin J., Davy A.J., Pan F., Han X., Huang S., Wu D. (2022). Biogas Slurry as an Alternative to Chemical Fertilizer: Changes in Soil Properties and Microbial Communities of Fluvo-Aquic Soil in the North China Plain. *Sustainability*. V. 14, 15099.
16. Keane J.B., Hoosbeek M.R., Taylor C.R., Miglietta F., Phoenix G.K., Hartley I.P. (2020). Soil C, N and P cycling enzyme responses to nutrient limitation under elevated CO₂. *Biogeochemistry*, V. 151, pp. 221–235.
17. Janes-Bassett V., Blackwell M.S.A., Blair G., Davies J., Haygarth P.M., Mezeli M.M., Stewart G. (2022). A meta-analysis of phosphatase activity in agricultural settings in response to phosphorus deficiency. *Soil Biology and Biochemistry*. V. 165, 1, 08537.
18. Wan H., Jia L., Zhao J. et al. (2017). Effects of Topdressing Biogas Slurry on Photosynthesis Characteristics of Wheat and Soil Enzyme Activities and Nutrients. *Journal of Northwest A&F University (Nat. Sci. Ed.)*. V. 45(01), pp. 35–44.
19. Hao X., Hong J., Qiao Z. (2011). Effect of Biogas Slurry on Biological Properties of Cabbage Continuous Cropping Soil. *Chinese Journal of Applied & Environmental Biology*. V. 17(3), pp. 384–387.
20. Sun F., Wang X., Tang P., et al. (2020). Growth and Soil Fertility Characteristics of Rubber Seedlings in Different Biogas Slurry Irrigation. *Chinese Journal of Tropical Crops*. V. 41(9), pp. 1918–1927.
21. Du Y. (2018). Effects of Biogas Slurry and Biochar Applications on Soil Nitrogen and Phosphorus in the Poplar Plantation in a Coastal Area, China. Nanjing Forestry University.
22. Feng D. (2014). Influence of Continuous Application of Biogas Slurry on the Microbial Characteristics in Rice-Rape Rotation Operation Soil. Sichuan Agricultural University.
23. Chai Y., Huang L., Dong Y., et al. (2019). Effects of Biogas Slurry Application Rates on Soil Physical and Chemical Properties and Carbon Storage of Bamboo Forest. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*. V. 35(8), pp. 214–220.
24. Wang G. (2009). Effect of Application of Biogas Slurry with Potassium on Soil Enzyme Activities, Soil Microorganism and Red Fuji Quality at Apple Orchards. Northwest A&F University.

25. Qin X.F. (2012). Study on Soil Characteristics at Different Ages of Apple Garden Soil and Effect of Biogas Application on Soil Physicochemical Properties. Northwest A&F University.

26. Yang L., Yu W., Du B., et al. (2018). Effect of Biogas Slurry from an Intensification Dairy Farm on Soil Enzyme Activity of Purple Soil. *Guizhou Agricultural Sciences*. V. 46(4), pp. 71–75.

27. Huang H., Zhuang H., Zhang C., et al. (2021). Effect of Biogas Slurry Replacing Chemical Fertilizer on Soil Fertility and Quality of Changshanhuyou. *Journal of Zhejiang Agricultural Sciences*. V. 62(2), pp. 324–329.

REFERENCES:

1. Wentzel S., Schmidt R., Piepho H.P., et al. (2015). Response of soil fertility indices to long-term application of biogas and raw slurry under organic farming. *Applied Soil Ecology*. V. 96(4), pp. 99–107.

2. Zhang X., Wu D., Zakharchenko E.A. (2022). Review on Effects of Biogas Slurry Application on Crop Growth. *Agrarian innovations*. No 13, pp. 155–165.

3. Lynch H.B., Epps K.Y., Fukami T. et al. (2012). Introduced Canopy Tree Species Effect on the Soil Microbial Community in a Montane Tropical Forest. *Pacific Science*. V. 66(2), pp. 141–150.

4. Weand M.P., Arthur M.A., Lovett G.M., et al. (2010). Effects of Tree Species and N additions on Forest Floor Microbial Communities and Extracellular Enzyme Activities. *Soil Biology and Biochemistry*, V. 42(12), pp. 2161–2173.

5. Zhang W., Yin F., Xu R., et al. (2009). Effect of Biogas Liquid on Biological Properties of Soil. *Hubei Agricultural Sciences*. V. 10, pp. 2403–2407.

6. Lopushniak V., Hrytsuliak H., Gamayunova V., Kozan N., Zakharchenko E., Voloshin Y., Lopushniak H., Polutrenko M., Kotsyubynska Y. (2022). A Dynamics of Macro Elements Content in Eutric Podzoluvisols for Separation of Wastewater under Jerusalem Artichokes. *Journal of Ecological Engineering*. V. 23(4), pp. 33–42.

7. Zakharchenko E.A., Petrenko S.V., Berdin S.I., Podhaietskyi A.A., Kravchenko N.V., Hnietetskyi M.O., Hlupak Z.I., Bordun R.M., Tiutiunyk O.S., Tryus V.O. (2023). Response of maize plants to seeding rates under conditions of typical black soil. *Modern Phytomorphology*. V. 17, pp. 71–74.

8. Huang J., Xu P., Peng Z., et al. (2016). Biogas Slurry Use Amount for Suitable Soil Nutrition and Biodiversity in Paddy Soil. *Journal of Plant Nutrition and Fertilizer*. V. 22(2), pp. 362–371.

9. Cao D., Lan Y., Yang X., Chen W., Jiang L., Wu Z., Li N., Han X. (2023). Phosphorus fractions in biochar-amended soil – chemical sequential fractionation, ³¹P NMR, and phosphatase activity. *Archives of Agronomy and Soil Science*. V. 69:2, pp. 169–181.

10. Gao T., Tian H., Niu H., Wang Z., Dai Y., Megharaj M., He W. (2023). Soil phosphatase assay to evaluate arsenic toxicity should be performed at the soil's actual pH. *Science of The Total Environment*. V. 859, Part 1, 160–184.

11. Jager E.A., Quebbeman A.W., Wolf A.A., Perakis S.S., Funk J.L., Menge D.N.L. (2023). Symbiotic nitrogen fixation does not stimulate soil phosphatase activity under temperate and tropical trees. *Oecologia*. V. 201, 827–840.

12. Czekala W. (2022). Digestate as a Source of Nutrients: Nitrogen and Its Fractions. *Water*. V. 14, no. 24: 4067.

13. Neha N. Bhardwaj Y., Reddy B., Dubey S.K. (2023). Organic Farming Favors *phoD*-Harboring Rhizospheric Bacterial Community and Alkaline Phosphatase Activity in Tropical Agroecosystem. *Plants*. V. 12, 1068.

14. Zakharchenko E., Datsko O., Mishchenko Y., Melnyk A., Kriuchko L., Rieznik S., Hotvianska A. (2023). Efficiency of Biofertilizers When Growing Corn for Grain. *Modern Phytomorphology*. V. 17, pp. 50–56.

15. Tang J., Yin J., Davy A.J., Pan F., Han X., Huang S., Wu D. (2022). Biogas Slurry as an Alternative to Chemical Fertilizer: Changes in Soil Properties and Microbial Communities of Fluvo-Aquic Soil in the North China Plain. *Sustainability*. V. 14, 15099.

16. Keane J.B., Hoosbeek M.R., Taylor C.R., Miglietta F., Phoenix G.K., Hartley I.P. (2020). Soil C, N and P cycling enzyme responses to nutrient limitation under elevated CO₂. *Biogeochemistry*, V. 151, pp. 221–235.

17. Janes-Bassett V., Blackwell M.S.A., Blair G., Davies J., Haygarth P.M., Mezeli M.M., Stewart G. (2022). A meta-analysis of phosphatase activity in agricultural settings in response to phosphorus deficiency. *Soil Biology and Biochemistry*. V. 165, 1, 08537.

18. Wan H., Jia L., Zhao J. et al. (2017). Effects of Topdressing Biogas Slurry on Photosynthesis Characteristics of Wheat and Soil Enzyme Activities and Nutrients. *Journal of Northwest A&F University (Nat. Sci. Ed.)*. V. 45(01), pp. 35–44.

19. Hao X., Hong J., Qiao Z. (2011). Effect of Biogas Slurry on Biological Properties of Cabbage Continuous Cropping Soil. *Chinese Journal of Applied & Environmental Biology*. V. 17(3), pp. 384–387.

20. Sun F., Wang X., Tang P., et al. (2020). Growth and Soil Fertility Characteristics of Rubber Seedlings in Different Biogas Slurry Irrigation. *Chinese Journal of Tropical Crops*. V. 41(9), pp. 1918–1927.

21. Du Y. (2018). Effects of Biogas Slurry and Biochar Applications on Soil Nitrogen and Phosphorus in the Poplar Plantation in a Coastal Area, China. Nanjing Forestry University.

22. Feng D. (2014). Influence of Continuous Application of Biogas Slurry on the Microbial Characteristics in Rice-Rape Rotation Operation Soil. Sichuan Agricultural University.

23. Chai Y., Huang L., Dong Y., et al. (2019). Effects of Biogas Slurry Application Rates on Soil Physical and Chemical Properties and Carbon Storage of Bamboo Forest. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*. V. 35(8), pp. 214–220.

24. Wang G. (2009). Effect of Application of Biogas Slurry with Potassium on Soil Enzyme Activities, Soil Microorganism and Red Fuji Quality at Apple Orchards. Northwest A&F University.

25. Qin X.F. (2012). Study on Soil Characteristics at Different Ages of Apple Garden Soil and Effect of Biogas Application on Soil Physicochemical Properties. Northwest A&F University.

26. Yang L., Yu W., Du B., et al. (2018). Effect of Biogas Slurry from an Intensification Dairy Farm on Soil Enzyme Activity of Purple Soil. *Guizhou Agricultural Sciences*. V. 46(4), pp. 71–75.

27. Huang H., Zhuang H., Zhang C., et al. (2021). Effect of Biogas Slurry Replacing Chemical Fertilizer on Soil Fertility and Quality of Changshanhuyou. *Journal of Zhejiang Agricultural Sciences*. V. 62(2), pp. 324–329.

Zhang X., Zakharchenko E.A. Effect of biogas slurry returning to field on soil phosphatase activity

Returning biogas slurry to the field is an effective way to realize resource reuse between animal husbandry and planting industry, which has been widely concerned in recent years. The incorporation of biogas suspension into the soil affects the soil microbiome. Soil enzymes play an important role in the soil ecosystem. Phosphatase is a widely existed hydrolase in soil, which can catalyze the conversion reaction of organic phosphorus to inorganic phosphorus. It is very important to improve the availability of soil phosphorus. Therefore, the purpose of the article was to analyze the influence of fertilizers and plants on phosphatase activity in the soil, the reasons for the inhibition of alkaline and acid phosphatase.

It is an index to evaluate the direction and intensity of soil phosphorus biotransformation, and also an important index of soil fertility. Phosphatase activity is affected by soil fertility and surrounding environment. After applying biogas slurry, soil environmental conditions, nutrient status, microbial species and diversity change, and phosphatase activity changes accordingly.

The activity of phosphatase is strongly influenced by weather conditions, water consumption, and the level of consumption by plants during the growing season. Due to the increase in the price of mineral fertilizers, in particular, phosphorus fertilizers, biogas suspension/digestate will be a good solution for overcoming phosphorus deficiency in the crop cultivation.

In general, the topic of the reaction of microbiota, in particular phosphatase, to the application of biogas suspension at different application doses with or without mineral fertilizers, on soils with different texture and agricultural use, is insufficiently studied. There is practically no information from Ukrainian scientists about the effectiveness of biogas suspension of animal origin (pig manure) on the enzymatic activity of chernozem soils.

Key words: phosphorus, soil, digestate, waste management; sewage, enzymes, biological activity, organic fertilizer.

Чжан С., Захарченко Е.А. Вплив внесення біогазової суспензії в ґрунт на фосфатазну активність

Повернення біогазового шלאму в поле є ефективним способом реалізації повторного використання ресурсів у тваринництві та рослинництві, що викликає широке занепокоєння в останні роки. Внесення біогазової суспензії в ґрунт впливає на ґрунтовий мікробіом. Ґрунтові ферменти відіграють важливу роль у ґрунтовій екосистемі. Фосфатаза – широко поширена в ґрунті гідролаза, яка може каталізувати реакцію перетворення органічного фосфору в неорганічний. Дуже важливо підвищити забезпеченість ґрунту фосфором. Тому метою статті було проаналізувати вплив добрив, рослин на фосфатазну активність в ґрунті, причини інгібування лужної та кислої фосфатази. Цей індикатор може використовуватися для оцінки спрямованості та інтенсивності біотрансформації фосфору в ґрунті, а також важливим показником родючості ґрунту. На активність фосфатази впливає родючість ґрунту та навколишнє середовище. Після застосування біогазової суспензії змінюються екологічні умови ґрунту, стан поживних речовин, види та різноманітність мікроорганізмів, а також відповідно змінюється активність фосфатази. Дуже впливають на діяльність фосфатази погодні умови, водоспоживання, рівень споживання рослинами протягом вегетаційного періоду. Через здорожчання мінеральних добрив, зокрема, фосфорних, біогазова суспензія/дигестат буде гарним рішенням для подолання дефіциту фосфору при вирощуванні с.-г. рослин. В цілому, недостатньо освітлена тема реакції мікробіоти, зокрема фосфатази, на внесення біогазової суспензії за різними дозами внесення з мінеральними добривами чи без них, на ґрунтах з різним механічним складом та сільськогосподарським використанням. Практично відсутні відомості українських вчених про ефективність біогазової суспензії тваринного походження (свинячого гною) на ферментативну активність чорноземних ґрунтів.

Ключові слова: фосфор, ґрунт, дигестат, поведення з відходами, стічні води, ферменти, біологічна активність, органічні добрива.

ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ СОРТІВ СУНИЦІ В УМОВАХ ЗАКРИТОГО ГРУНТУ

ШИТІКОВ Р.М. – аспірант

orcid.org/0009-0002-1595-3907

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

НАЗАРЕНКО М.М. – доктор сільськогосподарських наук

orcid.org/0000-0002-6604-0123

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Постановка проблеми. Підвищення виробництва плодово-ягідної продукції є однією з основ інтенсифікації розвитку АПК країни та вдосконалення харчових властивостей раціону громадян. Суниця садова та її врожайність, товарна якість є одним з основних компонентів цього завдання як культура, що має вагомим значення в структурі садівництва країни та регіону. Популярність та вагомість цієї культури зумовлена її профілактично-лікувальною та харчовою цінністю, високою сталістю врожаю у виробництві, можливістю отримання ранніх врожаїв. Використання та впровадження нових сортів є важливим компонентом у зростанні врожайності та якості ягідної продукції. Але стабільне отримання високих врожаїв вимагає повноцінної агро-екологічної оцінки нових сортів для встановлення як адаптивних властивостей нового матеріалу, так і відповідності технології вирощування, її ключових елементів [1; 3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Використання нових сортів для виробничих насаджень суниці садової зустрічається з такими викликами як особливості реалізації продуктивних якостей в комплексі з різними компонентами технології вирощування. Використання захищеного ґрунту не тільки дозволяє суттєво розширити географічні межі зон вирощування, але й стабілізувати рівень виробництва продукції, зсунути строки її використання, отримати додаткову вигоду за рахунок сезонності реалізації, додатково підвищити технологічні та якісні параметри продукції. Зростання виробничих витрат повністю компенсується як цими чинниками, так і дуже суттєвим підвищенням врожайності культур. Обмеженням є необхідність великих вкладень [6; 7].

Принципово вагомим є особливості росту та розвитку відповідних сортів та придатність їх в динаміці онтогенезу до вирощування в закритому ґрунті. Морфометрія ознак безпосередньо впливає як на врожайність, так і на рівень якості ягідної продукції. Ступінь реалізації конкретних ознак залежить від агро-екологічних особливостей середовища вирощування культури [4; 5].

Використання нового матеріалу в промисловому виробництві кожного разу вимагає відповідним чином врегулювати елементи технології вирощування у відповідності до онтогенетичних особливостей конкретного генотипу. Вирощувані на невеликих площах регіональні сорти здатні іноді в цих умовах показати вагому конкурентну здатність, особливо

при вирощуванні в закритому ґрунті. Вирощування таких сортів дозволяє більш стабілізувати рівень виробництва плодово-ягідної продукції [8; 9].

Сортові особливості рослинного матеріалу, котрі вирощуються в умовах закритого ґрунту можуть суттєво відрізнитися від тих, що вони проявили при дослідженні у відкритому. Неврахування цього може стати на заваді реалізації генетичного потенціалу [2; 5].

Метою було встановити особливості формування врожайності п'яти сортів суниці садової та елементи її структури, особливості онтогенезу в залежності від генетично-обумовлених сортових властивостей, провести аналіз впливу окремих елементів на товарну продуктивність в умовах закритого ґрунту.

Матеріали та методика досліджень. Використовували для посадки наступні сорти суниці Хоней, Русанівка, Азія, Альба, Клері.

Дослідження проводили на базі ТОВ «Агросільпром» Новомосковського району Дніпропетровської області у 2020-2022 роках. Насадження закладено за схемою садіння 0,25 × 0,7 × 0,5 м. Посадку проводили в закритому ґрунті, на крапельному поливі (поливна норма – 50–80 м³/га в залежності від пересихання ґрунту). Операції по видаленню столонів проводили регулярно, вручну. Ягоди збирали вручну через 1–2 дні, не допускаючи перезрівання. Спостереження за окремими фенологічними фазами проводили шляхом фіксації календарних строків їх проходження. Морфометричні параметри, кількість генеративних органів, структуру врожаю визначали за загальноприйнятими методиками [3]. Повторність досліду трьохкратна. Ділянки розміщено послідовно, у кожній з яких було висаджено по сорок облікових кущів. Площа теплиці 0,045 га. Теплиці не опалювали. Теплиці застелені агротекстилем. ТОВ «Агросільпром» знаходиться в підзоні Північного Степу України.

Обліки і спостереження проводили згідно загальноприйнятих методик, статистичну обробку отриманих даних – методом факторного аналізу за допомогою модуля ANOVA, дискримінантним аналізом (Statistica 10.0).

Результати досліджень. У Таблиці 1 представлені дані щодо особливостей онтогенезу рослин досліджуваних сортів суниці в умовах закритого ґрунту. Диференціація за строками настання окремих фаз по-різному відтворюється при настанні окремих в залежності від року насадження. Вагомою диференціацією при вирощуванні не знайдено,

але можна побачити що картини другого та першого року відрізняються, якщо на перший рік тривалішими були фази та більші кількості зборів у сорту Азія, то на другий у сорту Альба.

Через особливості повільного розвитку на першій рік вирощування у сорту Азія на перший рік дав на один збір менше, але через низький рівень врожайності на початку експлуатації це не можна вважати суттєвим. Генотипова варіативність не була значима ($F=1,72$; $F_{0,05}=3,84$; $P=0,11$), а от різниця між роками була достовірною ($F=1437$; $F_{0,05}=4,99$; $P=0,001$).

Передумовою високого врожаю для сортів суниці є генетично-обумовлене формування репродуктивних органів (Таблиця 2). Встановлено, що генотипова варіативність була для показників (усереднено) значима ($F=12,16$; $F_{0,05}=3,84$; $P=0,001$), як і різниця між роками ($F=25,34$; $F_{0,05}=4,99$; $P=1,34 \cdot 10^{-5}$).

При попарному порівнянні вже на перший рік достовірно за всіма показниками виділився сорт Хоней та Альба, частково негативно сорт Азія, у дворічному ягіднику позитивно знов сорти Хоней та Альба

(значимо перший) за третьою та четвертою ознакою.

За результатами зборів насаджень 2-го року був проведений аналіз технічних (товарних) показників ягід суниці (Таблиця 3), котрий показав відсутність статистично достовірної варіативності за показником ваги ягід 1-го порядку ($F=3,44$; $F_{0,05}=3,84$; $P=0,06$), але сорт Русанівка мав найнижчий показник та достовірно відрізнявся від інших, за всіма зборами мінливість за сортами за середньою вагою ягід була цілком достовірною ($F=11,13$; $F_{0,05}=3,84$; $P=0,002$), фактично сорти поділилися на дві групи – в першій більш продуктивні сорти Хоней та Альба, в другій Русанівка, Азія та Клері. За показниками довжини та діаметру ягід лише сорт Альба відрізнявся від сортів Русанівка та Клері. Генотипова варіанса для цих ознак незначна ($F=1,99$; $F_{0,05}=3,84$; $P=0,012$).

Індекс ягоди розраховувався як відношення максимальної довжини до найбільшому діаметру, за ним ягоди усіх сортів мали округлу форму (діапазон 0,9–1,1), суттєвої варіативності немає.

Таблиця 1 – Перебіг онтогенезу у досліджуваних сортів суниці в умовах закритого ґрунту, см ($x \pm SD$, $n = 120$)

| Сорт | Фаза розвитку | | | Кількість зборів, за сезон |
|--------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| | До висування квітконоса | Цвітіння, тривалість, дн. | Достигання, тривалість, дн. | |
| Однорічний ягідник | | | | |
| Хоней | 10±1 ^a | 12±1 ^a | 14±1 ^a | 9±1 ^a |
| Русанівка | 11±1 ^a | 12±1 ^a | 14±1 ^a | 9±1 ^a |
| Азія | 13±1 ^{ab} | 15±1 ^b | 16±1 ^b | 8±1 ^a |
| Альба | 11±1 ^a | 13±1 ^a | 14±1 ^a | 8±1 ^a |
| Клері | 11±1 ^a | 11±1 ^{ac} | 14±1 ^a | 9±1 ^a |
| Дворічний ягідник | | | | |
| Хоней | 10±1 ^a | 13±1 ^a | 31±1 ^a | 14±1 ^a |
| Русанівка | 10±1 ^a | 14±1 ^a | 31±1 ^a | 13±1 ^{ab} |
| Азія | 11±1 ^a | 15±1 ^{ab} | 30±1 ^a | 14±1 ^a |
| Альба | 9±1 ^{ab} | 15±1 ^{ab} | 32±2 ^{ab} | 15±1 ^{ac} |
| Клері | 10±1 ^a | 11±1 ^c | 29±1 ^a | 13±1 ^{ab} |

Примітка: різниця статистично достовірною за факторним аналізом ANOVA за концентраціями при $P_{0,05}$.

Таблиця 2 – Ознаки морфогенезу при вирощуванні сортів суниці в закритому ґрунті (2020–2022 рр.) ($x \pm SD$, $n = 120$)

| Сорт | Кількість | | | |
|--------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|
| | ріжків, шт./кущ | квітконосів, шт./кущ | квіток на квітконосі, шт. | зав'язь, шт./кущ |
| Однорічний ягідник | | | | |
| Хоней | 2,34±0,12 ^a | 1,89±0,13 ^a | 8,34±0,29 ^a | 16,98±0,43 ^a |
| Русанівка | 2,13±0,11 ^a | 1,67±0,11 ^a | 7,19±0,33 ^b | 13,24±0,29 ^b |
| Азія | 2,37±0,11 ^{ab} | 1,69±0,14 ^b | 7,45±0,28 ^b | 11,12±0,36 ^c |
| Альба | 2,44±0,12 ^{ab} | 1,98±0,14 ^{ab} | 8,91±0,35 ^a | 16,34±0,45 ^a |
| Клері | 2,23±0,10 ^a | 1,65±0,12 ^a | 7,17±0,29 ^b | 12,99±0,29 ^b |
| Дворічний ягідник | | | | |
| Хоней | 10,14±0,56 ^a | 22,14±1,29 ^a | 45,32±1,30 ^a | 69,14±1,34 ^a |
| Русанівка | 9,16±0,52 ^a | 19,17±1,21 ^a | 31,19±1,24 ^b | 60,15±1,29 ^b |
| Азія | 9,87±0,56 ^a | 21,02±1,39 ^a | 29,14±1,16 ^b | 59,11±1,45 ^b |
| Альба | 11,12±0,60 ^{ab} | 22,78±1,26 ^{ab} | 49,36±1,49 ^c | 75,17±1,99 ^c |
| Клері | 9,64±0,62 ^a | 19,01±1,31 ^a | 34,16±1,36 ^d | 60,44±1,45 ^b |

Примітка: різниця статистично достовірною за факторним аналізом ANOVA за концентраціями при $P_{0,05}$.

Таблиця 3 – Технологічна характеристика ягід суниці при вирощуванні в закритому ґрунті (2021–2022 рр.) ($\bar{x} \pm SD$, n = 120)

| Сорт | Середня вага ягоди, г | | Довжина ягоди, мм | Діаметр ягоди | Індекс ягоди |
|-----------|-------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|--------------|
| | 1-го порядку | За всіма зборами | | | |
| Хоней | 29,14±1,19 ^a | 27,34±1,20 ^a | 42,4±0,7 ^a | 37,3±0,6 ^a | 1,1 |
| Русанівка | 25,45±1,20 ^b | 23,34±1,17 ^b | 43,4±0,7 ^a | 37,1±0,6 ^a | 1,1 |
| Азія | 28,17±1,28 ^a | 23,12±1,12 ^b | 42,4±0,6 ^a | 38,1±0,6 ^a | 1,1 |
| Альба | 29,13±1,29 ^a | 27,32±1,32 ^a | 41,3±0,8 ^{ab} | 38,9±0,6 ^{ab} | 1,1 |
| Клері | 28,32±1,30 ^a | 24,16±1,26 ^b | 41,3±0,7 ^a | 37,1±0,7 ^a | 1,1 |

Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA за концентраціями при $P_{0,05}$

Таблиця 4 – Врожайність та її структура у сортів суниці (2020–2022 рр.) ($\bar{x} \pm SD$, n = 120)

| Сорт | Кількість ягід, шт./кущ | Середня вага ягоди, г | Урожайність, т/га | Вихід стандартної продукції, % |
|--------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| Однорічний ягідник | | | | |
| Хоней | 9,11±0,43 ^a | 16,83±1,02 ^a | 20,15±1,23 ^a | 98,12±1,02 ^a |
| Русанівка | 7,89±0,41 ^b | 16,10±1,07 ^a | 17,31±1,12 ^b | 97,15±1,00 ^a |
| Азія | 7,21±0,40 ^b | 16,30±1,06 ^a | 17,23±1,15 ^b | 97,56±1,05 ^a |
| Альба | 8,79±0,47 ^a | 17,57±1,05 ^a | 21,31±1,11 ^a | 97,47±1,00 ^a |
| Клері | 7,16±0,40 ^b | 16,11±1,08 ^a | 17,02±1,14 ^b | 98,56±0,90 ^{ac} |
| Дворічний ягідник | | | | |
| Хоней | 42,45±1,21 ^a | 27,34±1,20 ^a | 121,49±2,59 ^a | 98,34±0,62 ^a |
| Русанівка | 34,12±1,00 ^b | 23,34±1,17 ^b | 109,14±1,92 ^b | 98,23±0,60 ^a |
| Азія | 36,11±1,24 ^b | 23,12±1,12 ^b | 105,34±2,17 ^c | 99,32±0,46 ^a |
| Альба | 44,46±1,23 ^a | 27,32±1,32 ^a | 123,14±2,51 ^a | 99,11±0,46 ^a |
| Клері | 35,11±1,01 ^b | 24,16±1,26 ^b | 102,14±2,14 ^c | 99,11±0,44 ^a |

Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA за концентраціями при $P_{0,05}$.

Таблиця 5 – Вагомість ознак у формуванні врожайності для сортів суниці

| Параметр в моделі | Wilks Lambda λ | Часткова Lambda | F-критичне (4,45) | p-рівень |
|------------------------------------|------------------------|-----------------|-------------------|----------|
| Параметри онтогенезу інтегративно | 0,21 | 0,76 | 6,13 | 0,04 |
| Параметри морфогенезу інтегративно | 0,16 | 0,86 | 9,98 | 0,01 |
| Індекс ягоди | 0,49 | 0,31 | 3,11 | 0,09 |
| Середня вага ягоди 1-го порядку | 0,27 | 0,51 | 4,04 | 0,07 |
| Кількість ягід | 0,04 | 0,95 | 29,98 | 0,01 |
| Середня вага ягоди | 0,20 | 0,81 | 5,17 | 0,05 |
| Вихід стандартної продукції | 0,27 | 0,54 | 3,90 | 0,07 |

Щодо врожайності та її елементів (Таблиця 4), то варіативність дворічного ягідника була суттєво вища від однорічного ($F=22,32$; $F_{0,05}=4,99$; $P=0,0004$), також була суттєвою в обох випадках варіативність за генотипами ($F=34,17$; $F_{0,05}=3,84$; $P=4,09 \cdot 10^{-5}$).

За показником кількість ягід з куща, де вже в першому році значимо виділилися сорти Хоней та Альба ($F=18,17$; $F_{0,05}=4,10$; $P=0,001$), на другий рік позитивно відрізнялися від інших Хоней та Альба ($F=17,13$; $F_{0,05}=4,10$; $P=0,0005$), негативно відзначилися сорти Русанівка, Азія, Клері, тобто групування зберігається.

За ознакою середньої ваги ягід всіх зборів на перший рік не виділився жоден сорт, всі вони були на одному рівні, на другий рік вагомо відзначилися сорти Хоней та Альба. За ознакою врожайності на перший рік домінував серед інших, що були на одному рівні, знов сорти Хоней та Альба ($F=11,15$;

$F_{0,05}=4,10$; $P=0,003$), на другий рік суттєво переважали сорти Хоней та Альба ($F=14,22$; $F_{0,05}=4,10$; $P=0,001$), потім сорт Русанівка ($F=7,17$; $F_{0,05}=4,45$; $P=0,03$), сорт Азія ($F=6,12$; $F_{0,05}=4,45$; $P=0,04$), на останньому місці сорт Клері ($F=5,32$; $F_{0,05}=4,45$; $P=0,05$).

Щодо виходу стандартної продукції варіативність була дуже низькою, але усі сорти відповідали вимогам до реалізації в високій мірі. На перший рік частково за дуже високим рівнем виділився сорт Клері (кращий за сорт Русанівка). На другий рік товарна якість була дуже високою та відмінною в усіх сортах.

За проведеними дискримінантним аналізом (Таблиця 5) вагомо на формування врожаю вплинули параметри онтогенезу та морфогенезу (причому вже починаючи з першого року), кількість ягід з куща та середня вага зібраних ягід, формування

врожая було більш комплексним ніж при виробництві у відкритому ґрунті.

Пріоритетне значення мав параметр кількості ягід з кущу, котрий й зумовив перш за все переваги сортів Хоней та Альба над іншими та нижчу врожайність другої групи сортів.

Висновки. При аналізі різних параметрів встановлено, що суттєвим був вплив для вирощування в закритому ґрунті таких параметрів як кількість ягід, вага ягід та параметрів морфогенезу сортів суниці. Таким чином, вигреш по врожайності був обумовлений більш комплексно, ніж при вирощування у відкритому ґрунті. Також суттєво вплинули такі параметри онтогенезу як тривалість проходження фаз та в залежності від нього кількість зборів під час вегетації, причому вони вирости, хоча й не завжди суттєво. В результаті досліджень підвищення продуктивності показали два з п'яти досліджених сортів, а саме сорти Хоней та Альба, причому чітка диференціація була вже на перші рік вирощування. Сорти при вирощуванні в захищеному ґрунті чітко поділилися на дві групи, причому кращі результати демонстрували ті сорти, котрі були гіршими при вирощування на відкритому ґрунті, що ще раз підтверджує думку про суттєві відмінності вимог до сортів при різних технологіях вирощування. Ключовим параметром, що найвагоміше вплинула на формування продуктивності була кількість ягід з кущу. За товарними показниками всі сорти задовольняють прийнятним стандартам.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Bhat R. P., Devi K. M., Jayalaxmi H., Sophia I., Prajna P. S. Effect of plant growth regulators on establishment and growth of strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) var. Chandler in vitro. *Agricultural Science Research Journal*. 2012. 2 (12). P. 623–632.
2. Chhaya B., Jogawat A., Gnanasekaran P., Kumari P., Lakra N. Narayan O. P. An overview of recent advancement in phytohormones-mediated stress management and drought tolerance in crop plants. *Plant Gene*. 2021. 25. 10.1016/j.plgene.2020.100264.
3. Darnell R. L. Strawberry growth and development. *The Strawberry: A Book for Growers, Others*. Gainesville, FL: Dr. Norman F. Childers Publications, Vienna, 2003, P. 611.
4. Desmet E. M., Verbraeken L., Baets W. Optimisation of nitrogen fertilisation prior to and during flowering process on performance of short day strawberry 'Elsanta'. *Acta horticultrae*. 2009. 842. P. 675–678.
5. Hua L., Bastiaan B., Nina O., Julian C., Tikunov Y., Woltering E., Schouten R., da Silva F. Sensory, GC-MS and PTR-ToF-MS profiling of strawberries varying in maturity at harvest with subsequent cold storage. *Postharvest Biology and Technology*. 2021. 182. 111719.
6. Khatoon F., Kundu M., Mir H., Nahakpam S. Efficacy of foliar feeding of brassinosteroid to improve growth, yield and fruit quality of strawberry (*fragaria × ananassa* duch.) grown under subtropical plain. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 2021. 16. P. 1967–1972.
7. Nunes M., Brecht J., Morais A., Sargent S. Physicochemical changes during strawberry development in the field compared with those that occur in harvested fruit during storage. *Journal of Science of Food and Agriculture*. 2006. 86. P. 180–190.
8. Rahman M., Moniruzzaman M., Ahmad M., Sarker B., Khurshid Alam M. Maturity stages affect the postharvest quality and shelf-life of fruits of strawberry genotypes growing in subtropical regions. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. 2016. 15. P. 28–37.
9. Schwieterman M., Colquhoun T., Jaworski, E. Strawberry flavor: diverse chemical compositions, a seasonal influence, and effects on sensory perception. *PLoS One*. 2014. 9. e88446.

ing storage. *Journal of Science of Food and Agriculture*. 2006. 86. P. 180–190.

8. Rahman M., Moniruzzaman M., Ahmad M., Sarker B., Khurshid Alam M. Maturity stages affect the postharvest quality and shelf-life of fruits of strawberry genotypes growing in subtropical regions. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. 2016. 15. P. 28–37.

9. Schwieterman M., Colquhoun T., Jaworski, E. Strawberry flavor: diverse chemical compositions, a seasonal influence, and effects on sensory perception. *PLoS One*. 2014. 9. e88446.

REFERENCES:

1. Bhat R. P., Devi K. M., Jayalaxmi H., Sophia I., Prajna P. S. Effect of plant growth regulators on establishment and growth of strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) var. Chandler in vitro. *Agricultural Science Research Journal*. 2012. 2 (12). P. 623–632.
2. Chhaya B., Jogawat A., Gnanasekaran P., Kumari P., Lakra N. Narayan O. P. An overview of recent advancement in phytohormones-mediated stress management and drought tolerance in crop plants. *Plant Gene*. 2021. 25. 10.1016/j.plgene.2020.100264.
3. Darnell R. L. Strawberry growth and development. *The Strawberry: A Book for Growers, Others*. Gainesville, FL: Dr. Norman F. Childers Publications, Vienna, 2003, P. 611.
4. Desmet E. M., Verbraeken L., Baets W. Optimisation of nitrogen fertilisation prior to and during flowering process on performance of short day strawberry 'Elsanta'. *Acta horticultrae*. 2009. 842. P. 675–678.
5. Hua L., Bastiaan B., Nina O., Julian C., Tikunov Y., Woltering E., Schouten R., da Silva F. Sensory, GC-MS and PTR-ToF-MS profiling of strawberries varying in maturity at harvest with subsequent cold storage. *Postharvest Biology and Technology*. 2021. 182. 111719.
6. Khatoon F., Kundu M., Mir H., Nahakpam S. Efficacy of foliar feeding of brassinosteroid to improve growth, yield and fruit quality of strawberry (*fragaria × ananassa* duch.) grown under subtropical plain. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 2021. 16. P. 1967–1972.
7. Nunes M., Brecht J., Morais A., Sargent S. Physicochemical changes during strawberry development in the field compared with those that occur in harvested fruit during storage. *Journal of Science of Food and Agriculture*. 2006. 86. P. 180–190.
8. Rahman M., Moniruzzaman M., Ahmad M., Sarker B., Khurshid Alam M. Maturity stages affect the postharvest quality and shelf-life of fruits of strawberry genotypes growing in subtropical regions. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. 2016. 15. P. 28–37.
9. Schwieterman M., Colquhoun T., Jaworski, E. Strawberry flavor: diverse chemical compositions, a seasonal influence, and effects on sensory perception. *PLoS One*. 2014. 9. e88446.

Шитіков Р.М., Назаренко М.М. Особливості вирощування сортів суниці в умовах закритого ґрунту

Суниця садова та її врожайність, товарна якість є одним з основних компонентів цього завдання як культура, що має вагоме значення в структурі садівництва. **Мета.** Метою було встановити особливості

формування врожайності п'яти сортів суниці садової та елементи її структури, особливості онтогенезу в залежності від генетично-обумовлених сортових властивостей, провести аналіз впливу окремих елементів на товарну продуктивність в мовах закритого ґрунту. **Методи:** Використовували для посадки наступні сорти суниці Хоней, Русанівка, Азія, Альба, Клері. Дослідження проводили на базі ТОВ «Агросільпром» Новомосковського району Дніпропетровської області у 2020-2022 роках. Насадження закладено за схемою садіння 0,25 × 0,7 × 0,5 м. Посадку проводили в закритому ґрунті, на крапельному поливі (поливна норма – 50-80 м³/га в залежності від пересихання ґрунту). Морфометричні параметри визначали за загальноприйнятими методиками. Повторність досліду трьохкратна. Ділянки розміщено послідовно, у кожній з яких було висаджено по сорок облікових кущів. Площа теплиці 0,045 га. **Результати.** Через особливості повільного розвитку на перший рік вирощування у сорту Азія на перший рік дав на один збір менше, але через низький рівень врожайності на початку експлуатації це не можна вважати суттєвим. При попарному порівнянні вже на перший рік достовірно за всіма показниками виділилися сорт Хоней та Альба, частково негативно сорт Азія, у дворічному ягіднику позитивно знов сорти Хоней та Альба (значимо перший). За вагою ягід фактично сорти поділилися на дві групи – в першій більш продуктивній сорти Хоней та Альба, в другій Русанівка, Азія та Клері. За показником кількість ягід з куща, де вже в першому році значимо виділилися сорти Хоней та Альба, на другий рік знов позитивно відрізнялися від інших Хоней та Альба, негативно відзначилися сорти Русанівка, Азія, Клері, тобто групування зберігається. За ознакою середньої ваги ягід всіх зборів вагомо відзначилися сорти Хоней та Альба. За ознакою врожайності домінували сорти Хоней та Альба. Пріоритетне значення мав параметр кількості ягід з кущу, котрий й зумовив перш за все переваги сортів Хоней та Альба над іншими та нижчу врожайність другої групи сортів. **Висновки.** Суттєвим був вплив для вирощування в закритому ґрунті таких параметрів як кількість ягід, вага ягід та параметрів морфогенезу сортів суниці. Таким чином, вигреш по врожайності був обумовлений більш комплексно, ніж при вирощування у відкритому ґрунті. Суттєво вплинули такі параметри онтогенезу як тривалість проходження фаз та в залежності від нього кількість зборів під час вегетації, причому вони вирости, хоча й не завжди суттєво. В результаті досліджень підвищення продуктивності показали два з п'яти досліджених сортів, а саме сорти Хоней та Альба, причому чітка диференціація була вже на перші рік вирощування.

Ключові слова: суниця, сорт, врожай, структура врожайності, закритий ґрунт.

Shytikov R.M., Nazarenko M.M. Peculiarities of growing strawberry varieties in, closed soilless system

The garden strawberry and its yield, marketable quality is one of the main components of this task as

a culture that is of great importance in the structure of horticulture. **Purpose.** The aim was to establish the features of yield formation of five varieties of garden strawberry and elements of its structure, features of ontogenesis depending on genetically determined varietal properties, to conduct an analysis of the influence of individual elements on commercial productivity in the languages of closed soil. **Methods.** The following varieties of strawberries were used for planting: Honey, Rusanivka, Asia, Alba, Clary. The research was conducted on the basis of LLC Agrosilprom, Novomoskovskiy district, Dnipropetrovsk region, in 2020-2022. The plantings were planted according to the planting scheme of 0.25 × 0.7 × 0.5 m. Planting was carried out in closed soil, with drip irrigation (irrigation rate – 50-80 m³/ha, depending on the drying of the soil). Morphometric parameters were determined according to generally accepted methods. The experiment was repeated three times. The plots were placed sequentially, in each of which forty accounting bushes were planted. The area of the greenhouse is 0.045 ha. **Results.** Due to the peculiarities of slow development in the first year of cultivation, the variety Asia gave one harvest less in the first year, but due to the low level of yield at the beginning of operation, this cannot be considered significant. In a pairwise comparison, already in the first year, the varieties Honey and Alba stood out reliably in all indicators, the variety Asia was partially negative, and the varieties Honey and Alba were again positive in the two-year berry garden (significantly the first). According to the weight of the berries, the varieties were actually divided into two groups – in the first more productive varieties Honey and Alba, in the second Rusanivka, Asia and Clary. According to the indicator of the number of berries from the bush, where already in the first year the varieties Honey and Alba stood out, in the second year they again differed positively from other varieties Honey and Alba, and the varieties Rusanivka, Asia, Clary were negatively marked, that is, the grouping is preserved. According to the average weight of the berries of all harvests, the varieties Honey and Alba stood out. Varieties Honey and Alba dominated in terms of yield. The parameter of the number of berries per bush was of priority, which primarily determined the superiority of the varieties Honey and Alba over the others and the lower yield of the second group of varieties. **Findings.** The influence of such parameters as number of berries, weight of berries and parameters of morphogenesis of strawberry varieties was significant for cultivation in closed soil. Thus, the gain in yield was determined more comprehensively than when growing in open ground. Ontogenesis parameters such as the duration of the phases and, depending on it, the number of collections during the growing season were significantly affected, and they increased, although not always significantly. As a result of the studies, two of the five studied varieties showed an increase in productivity, namely the varieties Honey and Alba, and a clear differentiation was already in the first year of cultivation.

Key words: strawberry, variety, yield, yield structure, closed soilless system.

СЕЛЕКЦІЯ, НАСІННИЦТВО

УДК 633.13:631.526.32

DOI <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2023.79.13>

ОСОБЛИВОСТІ УСПАДКУВАННЯ ОЗНАК ПРОДУКТИВНОСТІ ВОЛОТІ ГІБРИДАМИ F_1 ВІВСА ГОЛОЗЕРНОГО

КРАВЧЕНКО А.І. – аспірантка

orcid.org/0000-0002-6244-5430

Державний біотехнологічний університет

Постановка проблеми. Впродовж останніх років активно ведеться селекційна робота з вівсом голозерним. Однак, стан виробництва даної культури досить нестабільний. Маючи значну кількість позитивних характеристик, властивостей, овес голозерний має низку недоліків (біологічні властивості), кінцевим результатом дії яких, є зниження рівня урожайності та якості зерна. Саме це питання найбільше турбує виробників вівса голозерного [2; 6; 10].

Ґрунтово-кліматичні умови нашої країни досить різноманітні, що унеможлиблює одержання стабільного високого рівня врожаю вівса голозерного з відповідною якістю зерна, тим самим гальмуючи його подальше поширення на території України. Тому, створення нових сортів вівса голозерного з високими показниками продуктивності та якості зерна є актуальним завданням селекції. Однак, для вирішення цього завдання недостатньо мати вихідний матеріал із комплексом цінних ознак, необхідною умовою сьогодні є пристосованість до метеорологічних факторів. Крім того, необхідно постійно поновлювати і вивчати новий генофонд вівса, продовжувати пошук нових джерел і донорів ознак продуктивності волоті, виявляти особливості мінливості й успадкування цінних ознак і створення нового перспективного вихідного матеріалу [11; 14; 15].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Овес голозерний – в сучасному аграрному виробництві, досить перспективна культура, що має низку корисних властивостей та великий потенціал для використання в різних сферах народного господарства. Його цінність полягає в багатому вмісті вітамінів, мікро- та мікроелементів, за рахунок яких, його поживні, корисні та лікувальні властивості на високому рівні. Залучення його у виробництво є рентабельним, за рахунок того, що зерно не потребує попередньої обробки.

В Швеції врожайність вівса голозерного становить 4,44 т/га, в Німеччині і Франції – 4,50 т/га, а в Великобританії – 6,9 т/га. Потенційна врожайність вівса голозерного в Україні 5,0 т/га, однак фактично, досягти цього рівня урожайності досить складно [2; 7; 27].

Нині, до Державного Реєстру сортів рослин придатних для поширення в Україні занесено 6 сортів вівса голозерного (2023), однак вимоги виробників та різноманіття ґрунтово-кліматичних умов нашої

країни, передбачають наявність в реєстрі більш широкого набору сортів, які б відрізнялися за комплексом біологічних і господарсько-цінних ознак та мали різні напрями використання [27].

При створенні перспективних сортів, особливу увагу приділяють поєднанню в генотипі рослин як високої врожайності, так і адаптивності до умов навколишнього середовища. Та все ж, урожайність стоїть на першому місці, тому першочерговою задачею селекції є її підвищення. Однак, урожайність – комплексна ознака, яка залежить від продуктивності та всіх її структурних елементів. Тому, їх дослідження та вплив на врожайність є головною задачею селекціонера [10].

Основним методом створення нового сорту в селекції сільськогосподарських культур, в тому числі і вівса голозерного, є гібридизація, мета якої поєднати в потомстві корисні ознаки та властивості батьківських компонентів. Не залежно від виду схрещувань, гібридизація призводить до утворення більш пластичних організмів, здатних змінюватися і пристосовуватися до нових умов існування, в більшій мірі, ніж батьківські форми [5; 16].

Успіх селекційної роботи, в значній мірі, залежить від правильного добору батьківських компонентів для схрещування, що в майбутньому забезпечить високий рівень гетерозису у гібридів першого покоління. Тоді, як встановлення характеру їх успадкування дає змогу більш ефективно проводити добір перспективних генотипів [5; 12; 14].

Метою досліджень було встановлення селекційної цінності вихідного матеріалу, представленого сортами і лініями вітчизняного та зарубіжного походження, за комплексом ознак продуктивності шляхом проведення схрещування зразків з використанням класичних методів (визначення фенотипового домінування, істинного та гіпотетичного гетерозису у F_1).

Матеріали та методика досліджень. Польові дослідження проводили на базі Науково-навчального виробничого центру «Дослідне поле» Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва в 2019–2021 рр. Дослідне поле ХНАУ ім. В. В. Докучаєва знаходиться в східній частині лівобережного Лісостепу України. За даними метеорологічної станції «Рогань», розташованої

на дослідному полі ХНАУ, тривалість періоду активної вегетації (перехід температури через 10 С°) 150–170 діб. Загальна кількість опадів за календарний рік становить 450–550 мм.

Ріст і розвиток рослин вівса голозерного в 2019 та у 2021 рр. проходив за сприятливих умов, хоча й були певні відхилення в окремі періоди як за температурою повітря, так і за опадами. Умови вегетаційного періоду у 2020 р. були нетиповими, дуже далекими від середніх багатарічних.

Схрещування проводили в 2019 р. В якості вихідного матеріалу були використані дев'ять сортів: Скарб України, Інормис, Пушкинский, Гольз, Вандрунік, Марафон, Самуель, Percy Can, Abel та чотири лінії: OM 11-3007, OM 28-03, TP 12-115, Б/н Ren Nuda вівса голозерного вітчизняної та зарубіжної селекції. Основний метод створення вихідного матеріалу – внутрішньовидова гібридизація.

Досліджувалось 15 гібридів F₁ вівса голозерного. Створений гібридний матеріал в залежності від еколого-географічного походження батьківських форм, ступеня пристосованості до ґрунтового-кліматичних умов зони дослідження, був розділений на 3 групи: 1) гібриди, отримані від схрещувань сортів та ліній вітчизняного походження між собою; 2) гібриди, отримані від схрещувань сортів та ліній вітчизняного походження з сортами різних еколого-географічних груп (іноземного походження); 3) гібриди, отримані від схрещувань сортів з різних еколого-географічних груп (іноземного походження) між собою.

Сівбу проводився блоками з включенням батьківських і гібридних форм (F₁) (P1 – F – P2). Спостереження й облік на дослідних посівах виконано у відповідності з Методикою державного сортопробування сільськогосподарських рослин (2000).

Для вивчення рівня прояву гетерозису у F₁ визначали істинний (Hbt) та гіпотетичний (Ht) гетерозис за формулами Matzinger (1962) і Fonseca & Patterson (1968):

$$Hbt (\%) = (F_1 - BP) / BP \times 100, \quad (1)$$

$$Ht (\%) = (F_1 - MP) / MP \times 100, \quad (2)$$

де: F₁ – середнє значення досліджуваної ознаки у рослин F₁;

BP – середнє значення кращої батьківської форми;

MP – середнє значення ознаки обох батьківських форм.

Для встановлення характеру успадкування кількісних ознак продуктивності в F₁ проводили визначення коефіцієнту фенотипового домінування за формулою Griffing (1950):

$$hp = (F_1 - MP) / (BP - MP), \quad (3)$$

де, hp – ступінь домінування;

F₁ – середнє значення досліджуваної ознаки у рослин F₁;

MP – середнє значення ознаки обох батьківських форм;

BP – середнє значення кращої батьківської форми.

Групування отриманих даних проводили відповідно до класифікації G. M. Veil., R. E. Atkins (1965).

Результати досліджень. За ознакою «висота рослин» у гібридів F₁ в комбінації від схрещувань першої групи Скарб України/Б/н Ren Nuda спостерігався гетерозис (hp=1,73). Крім того, істинний (Hbt) і гіпотетичний гетерозис (Ht) мали позитивний прояв. Тоді як, в комбінації OM 11-3007/TP 12-115 відмічалася депресія (табл. 1).

В більшості комбінацій гібридів F₁ від другої групи схрещувань за ознакою «висота рослин» відмічався гетерозисний ефект (hp=1,31–2,07) (табл. 2).

В схрещуваннях сортів з різних еколого-географічних груп (іноземного походження) між собою, успадкування даної ознаки спостерігалось за проміжним типом в комбінаціях: Гольз/TP 12-115, Percy Can/Інормис, Percy Can/Abel. Гетерозис був відмічений Марафон/Abel (hp=1,37) (табл. 3).

В комбінаціях: Скарб України/Б/н Ren Nuda, OM 11-3007/Abel, OM 2803/Abel, Марафон/Abel, в яких спостерігався як позитивний прояв істинного (Hbt), так і гіпотетичного гетерозису (Ht), свідчить про те, що гібриди перевищують батьківські компоненти за даною ознакою.

Таблиця 1 – Успадкування ознак продуктивності гібридами F₁ в комбінаціях від схрещувань вітчизняних сортів та ліній вівса голозерного між собою

| Ознака гібридів F ₁ | ♀ | ♂ | F ₁ | Ht, % | Hbt, % | hp | Характер успадкування |
|-------------------------------------|-------|-------|----------------|--------|--------|-------|-----------------------|
| Скарб України / Б/н Ren Nuda | | | | | | | |
| Висота рослин, см | 69.50 | 73.60 | 75.10 | 2.04 | 4.96 | 1.73 | Г |
| Довжина волоті, см | 17.30 | 16.90 | 17.00 | -1.73 | -0.58 | -0.50 | П |
| Кількість колосків, шт | 35.80 | 32.90 | 36.30 | 1.40 | 5.68 | 1.34 | Г |
| Кількість зерен, шт | 43.10 | 45.00 | 37.60 | -16.44 | -14.64 | -6.79 | Д |
| Маса зерна, г | 1.14 | 0.90 | 1.10 | -3.51 | 7.84 | 0.67 | ПД |
| OM 11-3007 / TP 12-115 | | | | | | | |
| Висота рослин, см | 93.30 | 89.00 | 87.50 | -6.22 | -4.00 | -1.70 | Д |
| Довжина волоті, см | 20.90 | 18.20 | 19.50 | -6.70 | -0.26 | -0.04 | П |
| Кількість колосків, шт | 48.60 | 27.80 | 38.50 | -20.78 | 0.79 | 0.03 | П |
| Кількість зерен, шт | 44.50 | 36.30 | 40.50 | -8.99 | 0.25 | 0.02 | П |
| Маса зерна, г | 1.22 | 1.18 | 1.22 | 0.00 | 1.84 | 1.00 | ПД |

Примітка: ♀ – материнська форма, ♂ – батьківська форма, F₁ – гібрид; Ht – гіпотетичний гетерозис, Hbt – істинний гетерозис, hp – ступінь домінування: Г – гетерозис (наддомінування), ПД – часткове позитивне домінування, П – проміжне успадкування, ВУ – часткове від'ємне успадкування, Д – депресія.

Таблиця 2 – Успадкування ознак продуктивності гібридами F₁ в комбінаціях від схрещувань вітчизняних сортів та ліній вівса голозерного з сортами різних еколого-географічних груп (іноземного походження)

| Ознака гібридів F ₁ | ♀ | ♂ | F ₁ | Ht,% | Hbt,% | hp | Характер успадкування |
|--------------------------------|-------|-------|----------------|--------|--------|-------|-----------------------|
| Скарб України / Abel | | | | | | | |
| Висота рослин, см | 69.50 | 73.10 | 72.30 | -1.09 | 1.40 | 0.56 | ПД |
| Довжина волоті, см | 17.30 | 16.10 | 17.00 | -1.73 | 1.80 | 0.50 | П |
| Кількість колосків, шт | 35.80 | 34.10 | 34.20 | -4.47 | -2.15 | -0.88 | НУ |
| Кількість зерен, шт | 43.10 | 47.40 | 46.40 | -2.11 | 2.54 | 0.53 | ПД |
| Маса зерна, г | 1.14 | 1.22 | 1.18 | -3.28 | 0.13 | 0.04 | П |
| ОМ 11-3007 / Гольз | | | | | | | |
| Висота рослин, см | 93.30 | 91.50 | 93.40 | 0.11 | 1.08 | 1.11 | Г |
| Довжина волоті, см | 20.90 | 18.80 | 20.60 | -1.44 | 3.78 | 0.71 | ПД |
| Кількість колосків, шт | 48.60 | 31.10 | 33.00 | -32.10 | -17.19 | -0.78 | НУ |
| Кількість зерен, шт | 48.60 | 46.40 | 47.00 | -3.29 | -1.05 | -0.45 | П |
| Маса зерна, г | 1.22 | 1.12 | 1.19 | -2.46 | 1.71 | 0.40 | П |
| ОМ 11-3007 / Пушкинский | | | | | | | |
| Висота рослин, см | 79.80 | 83.00 | 77.30 | -6.87 | -5.04 | -2.56 | Д |
| Довжина волоті, см | 18.10 | 19.40 | 19.10 | -1.55 | 1.87 | 0.54 | ПД |
| Кількість колосків, шт | 37.20 | 42.20 | 40.40 | -4.27 | 1.76 | 0.28 | П |
| Кількість зерен, шт | 35.10 | 27.70 | 31.00 | -11.68 | -1.27 | 0.11 | П |
| Маса зерна, г | 1.26 | 1.21 | 1.27 | 0.79 | 2.83 | 1.40 | Г |
| ОМ 11-3007 / Самуель | | | | | | | |
| Висота рослин, см | 79.80 | 84.30 | 85.00 | 0.83 | 3.60 | 1.31 | Г |
| Довжина волоті, см | 18.10 | 17.40 | 18.20 | 0.55 | 2.54 | 1.29 | Г |
| Кількість колосків, шт | 37.20 | 38.30 | 37.60 | -1.83 | -0.40 | -0.27 | П |
| Кількість зерен, шт | 35.10 | 36.90 | 36.50 | -1.08 | 1.39 | 0.56 | ПД |
| Маса зерна, г | 1.26 | 1.22 | 1.28 | 1.59 | 3.23 | 2.00 | Г |
| ОМ 11-3007 / Abel | | | | | | | |
| Висота рослин, см | 79.80 | 77.20 | 82.10 | 2.88 | 4.59 | 2.77 | Г |
| Довжина волоті, см | 18.10 | 18.80 | 19.00 | 1.06 | 2.98 | 1.57 | Г |
| Кількість колосків, шт | 37.20 | 38.50 | 39.30 | 2.08 | 3.83 | 2.23 | Г |
| Кількість зерен, шт | 35.10 | 40.10 | 41.00 | 2.24 | 9.04 | 1.36 | Г |
| Маса зерна, г | 1.26 | 1.24 | 1.28 | 3.23 | 2.40 | 3.00 | Г |
| ОМ 2803 / Марафон | | | | | | | |
| Висота рослин, см | 82.30 | 67.10 | 78.00 | -5.22 | 4.42 | 0.43 | П |
| Довжина волоті, см | 17.40 | 15.60 | 18.10 | 4.02 | 9.70 | 1.78 | Г |
| Кількість колосків, шт | 30.00 | 34.50 | 37.00 | 7.25 | 14.73 | 2.11 | Г |
| Кількість зерен, шт | 39.50 | 44.80 | 41.00 | -8.48 | -2.73 | -0.43 | П |
| Маса зерна, г | 1.20 | 1.24 | 1.22 | -1.61 | 0.00 | 0.00 | |
| ОМ 2803 / Abel | | | | | | | |
| Висота рослин, см | 82.30 | 73.10 | 84.30 | 2.43 | 8.49 | 1.43 | Г |
| Довжина волоті, см | 18.00 | 16.10 | 17.50 | -2.78 | 2.64 | 0.47 | П |
| Кількість колосків, шт | 35.40 | 34.10 | 34.40 | -2.82 | -1.01 | -0.54 | НУ |
| Кількість зерен, шт | 39.50 | 47.40 | 48.00 | 1.27 | 10.47 | 1.15 | Г |
| Маса зерна, г | 1.20 | 1.22 | 1.21 | 0.83 | 0.00 | 0.00 | |
| ТР 12-115 / Вандроуник | | | | | | | |
| Висота рослин, см | 89.00 | 84.50 | 85.50 | -3.93 | -1.44 | -0.56 | НУ |
| Довжина волоті, см | 18.20 | 16.40 | 17.50 | -3.85 | 1.16 | 0.22 | П |
| Кількість колосків, шт | 25.60 | 32.10 | 30.00 | -6.54 | 3.99 | 0.35 | П |
| Кількість зерен, шт | 42.30 | 39.90 | 38.50 | -8.98 | -6.33 | -2.17 | Д |
| Маса зерна, г | 1.18 | 1.14 | 1.20 | 1.69 | 3.27 | 2.11 | Г |

Примітка: ♀ – материнська форма, ♂ – батьківська форма, F₁ – гібрид; Ht – гіпотетичний гетерозис, Hbt – істинний гетерозис, hp – ступінь домінування: Г – гетерозис (наддомінування), ПД – часткове позитивне домінування, П – проміжне успадкування, ВУ – часткове від'ємне успадкування, Д – депресія.

Значна диференціація відмічалася між гібридними комбінаціями F₁ за успадкуванням ознаки «довжина волоті». Так, 73% гібридних комбінацій, із загальної кількості, мали позитивний прояв істинного гетерозису.

В комбінаціях першої групи – Скарб України/Б/н Рен Nuda і ОМ 11-3007/ТР 12-115 та другої групи – Скарб України/ Abel, ОМ 2803/Abel, ТР 12-115/ Вандроуник – успадкування проходило за проміжним типом. Часткове позитивне домінування спостерігалось в комбінаціях ОМ 11-3007/ Гольз, ОМ 11-3007/Пушкинський другої групи, та в комбінаціях Марафон/Abel, Percy Can/ Abel третьої групи. Наддомінування відмічали в комбінаціях ОМ 11-3007/Самуель, ОМ 11-3007/Abel, ОМ 2803/Марафон першої групи схрещувань, і в комбінації Самуель/Рерсу Сан – третьої групи. Депресія відмічена в комбінаціях Гольз/ТР 12-115 і в Percy Can/Інермис.

Істинний гетерозис у даних комбінаціях становив: ОМ 11-3007/Самуель – 2,54%; ОМ 11-3007/

Abel – 2,98%, ОМ 2803/Марафон – 9,7% Самуель/Рерсу Сан – 4,74%. В комбінаціях від схрещування вітчизняних сортів і ліній з сортами різних еколого-географічних груп (іноземного походження) – ОМ 11-3007/Abel, ОМ 2803/Марафон та в комбінації від схрещування сортів різних еколого-географічних груп (іноземного походження) між собою – Самуель/Рерсу Сан спостерігався позитивний гетерозис і позитивне наддомінування.

Успадкування ознаки «кількість колосків в волоті» в комбінаціях від схрещувань першої групи проходило за типом наддомінування в комбінації Скарб України/Б/н Рен Nuda та проміжного успадкування в комбінації ОМ 11-3007/ТР 12-115.

В комбінаціях другої групи Скарб України/Abel, ОМ 11-3007/Гольз, ОМ 2803/Abel – спостерігалось часткове негативне успадкування. В комбінаціях ОМ 11-3007/Пушкинський, ОМ 11-3007/Самуель, ТР 12-115/Вандроуник – проміжний тип успадкування, а в ОМ 11-3007/Abel і в ОМ 2803/Марафон – позитивний гетерозис.

Таблиця 3 – Успадкування ознак продуктивності гібридами F₁ в комбінаціях від схрещувань сортів різних еколого-географічних груп (іноземного походження) між собою

| Ознака гібридів F ₁ | ♀ | ♂ | F ₁ | Ht,% | Hbt,% | hp | Характер успадкування |
|--------------------------------|-------|-------|----------------|--------|-------|-------|-----------------------|
| Гольз / ТР 12-115 | | | | | | | |
| Висота рослин, см | 79.50 | 81.50 | 80.30 | -1.47 | -0.25 | -0.20 | П |
| Довжина волоті, см | 19.70 | 19.90 | 19.40 | -2.51 | -2.02 | -4.00 | Д |
| Кількість колосків, шт | 39.90 | 30.60 | 38.70 | -3.01 | 9.79 | 0.74 | ПД |
| Кількість зерен, шт | 37.30 | 42.20 | 41.20 | -2.37 | 3.65 | 0.59 | ПД |
| Маса зерна, г | 1.18 | 1.23 | 1.21 | -1.63 | 0.41 | 0.20 | П |
| Марафон /Abel | | | | | | | |
| Висота рослин, см | 71.30 | 77.20 | 78.30 | 1.42 | 5.45 | 1.37 | Г |
| Довжина волоті, см | 18.30 | 17.20 | 18.10 | -1.09 | 1.97 | 0.64 | ПД |
| Кількість колосків, шт | 37.90 | 40.70 | 41.00 | 0.74 | 4.33 | 1.21 | Г |
| Кількість зерен, шт | 32.70 | 35.70 | 33.00 | -7.56 | -3.51 | -0.80 | НУ |
| Маса зерна, г | 1.22 | 1.24 | 1.26 | 1.61 | 2.44 | 3.00 | Г |
| Самуель / Percy Can | | | | | | | |
| Висота рослин, см | 84.30 | 88.10 | 86.20 | -2.16 | 0.00 | 0.00 | |
| Довжина волоті, см | 17.40 | 18.50 | 18.80 | 1.62 | 4.74 | 1.55 | Г |
| Кількість колосків, шт | 38.30 | 30.00 | 38.00 | -0.78 | 11.27 | 0.93 | ПД |
| Кількість зерен, шт | 36.90 | 31.20 | 37.00 | 0.27 | 8.66 | 1.04 | Г |
| Маса зерна, г | 1.22 | 1.31 | 1.28 | -2.29 | 1.19 | 0.33 | П |
| Рерсу Сан / Інермис | | | | | | | |
| Висота рослин, см | 88.10 | 75.60 | 78.80 | -10.56 | -3.73 | -0.49 | П |
| Довжина волоті, см | 19.20 | 19.50 | 18.70 | -4.10 | -3.36 | -4.33 | Д |
| Кількість колосків, шт | 33.40 | 41.30 | 38.60 | -6.54 | 3.35 | 0.32 | П |
| Кількість зерен, шт | 35.70 | 38.50 | 34.70 | -9.87 | -6.47 | -1.71 | Д |
| Маса зерна, г | 1.31 | 1.25 | 1.30 | -0.76 | 1.56 | 0.67 | ПД |
| Рерсу Сан / Abel | | | | | | | |
| Висота рослин, см | 88.10 | 77.20 | 85.40 | -3.06 | 3.33 | 0.50 | П |
| Довжина волоті, см | 19.30 | 17.20 | 18.90 | -2.07 | 3.56 | 0.62 | ПД |
| Кількість колосків, шт | 45.20 | 40.70 | 43.10 | -4.65 | 0.35 | 0.07 | П |
| Кількість зерен, шт | 36.70 | 35.70 | 39.00 | 6.27 | 7.73 | 5.60 | Г |
| Маса зерна, г | 1.31 | 1.24 | 1.29 | -1.53 | 1.18 | 0.43 | П |

Примітка: ♀ – материнська форма, ♂ – батьківська форма, F₁ – гібрид; Ht – гіпотетичний гетерозис, Hbt – істинний гетерозис, hp – ступінь домінування: Г – гетерозис (наддомінування), ПД – часткове позитивне домінування, П – проміжне успадкування, ВУ – часткове від’ємне успадкування, Д – депресія.

В третій групі гібридів F_1 успадкування проходило за типом часткового позитивного домінування в комбінаціях Гольз/ТР 12-115, Самуель/Персу Сан, проміжного успадкування – в Персу Сан/ Інермис, Персу Сан/Абел, і наддомінування – в комбінації Марафон/Абел.

За проявом гіпотетичного і істинного гетерозису кращою була комбінація ОМ 2803/Марафон (7,3%, 14,73%).

У результаті проведеного аналізу встановлено, що за ознакою «кількість зерен у волоті» успадкування проходило за типом проміжного успадкування в комбінаціях – ОМ 11-3007 / ТР 12-115 – першої групи, в ОМ 11-3007 / Гольз, ОМ 11-3007/ Пушкинський, ОМ 2803 / Марафон – другої групи. Часткове позитивне домінування спостерігалось в комбінаціях Скарб України/Абел, ОМ 11-3007/Самуель – другої групи та в комбінації Гольз/ТР 12-115. В гібридних комбінаціях ОМ 11-3007/Абел, ОМ 2803/Абел і в Самуель/ Персу Сан, Персу Сан/Абел, другої та третьої групи схрещувань, проявився гетерозис. Високий ступінь істинного гетерозису мали комбінації другої групи, ОМ 11-3007/Абел (9,04%) і ОМ 2803/Абел (10,47%). За проявом гіпотетичного і істинного гетерозису кращою була комбінація третьої групи – Персу Сан/Абел (6,27%, 7,73% відповідно).

За ознакою «маса зерна з волоті» 46,7% гібридних комбінацій F_1 із загальної кількості мали проміжний тип успадкування ознаки: Скарб України/Абел, ОМ 11-3007/ Гольз, ОМ 2803/ Марафон, ОМ 2803/Абел, Гольз/ТР 12-115, Самуель/ Персу Сан, Персу Сан/Абел; 33,3% – позитивне наддомінування: ОМ 11-3007/Пушкинський, ОМ 11-3007/Самуель, ОМ 11-3007/Абел, ТР 12-115/ Вандроуник, Марафон/Абел; ще у 20% спостерігалось часткове позитивне домінування: Скарб України / Б/н Рен Nuda, ОМ 11-3007/ТР 12-115, Персу Сан/Інермис. У гібридних комбінаціях від схрещування: ОМ 11-3007/ Самуель, ОМ 11-3007/Абел, ТР 12-115/Вандроуник, Марафон/Абел спостерігався як позитивний гетерозис, так і позитивне наддомінування.

Висновки. За роки досліджень вивчено успадкування та прояв гетерозису у гібридів F_1 вівса голозерного. За більшістю досліджуваних ознак (висота рослин, довжина волоті, кількість колосків у волоті, кількість зерен у волоті, маса зерен з волоті) спостерігається – проміжне успадкування, наддомінування, в меншій мірі – часткове позитивне домінування.

За ознакою «висота рослин» в усіх групах схрещувань, переважало позитивне наддомінування. За ознаками «кількість колосків у волоті» та «маса зерен з волоті» спостерігалось переважно проміжне успадкування. А за ознаками «довжина волоті», «кількість зерен у волоті» в різних комбінаціях спостерігалось як проміжне, так і часткове позитивне домінування з наддомінуванням. За деякими ознаками продуктивності, а саме «висота рослин», «довжина волоті», «маса зерна з волоті», було виявлено гетерозис у гібридах F_1 вівса голозерного. За більшістю ознак високий істинний та гіпотетичний гетерозис не спостерігався. Лише в деяких комбінаціях був встановлений високий як істинний, так і гіпотетичний гетерозис: в комбінаціях другої групи

схрещувань – ОМ 11-3007 / Абел за всіма ознаками; в ОМ 2803 / Абел – «висота рослин», «кількість зерен у волоті»; в ОМ 2803/ Марафон – «довжина волоті», «кількість колосків у волоті» в комбінації третьої групи – Марафон / Абел – «висота рослин», «маса зерна з волоті».

Таким чином, можна зробити висновок, що отримані нами гетерозисні гібриди у багатьох випадках є кращими за вихідні форми, що дуже важливо для подальшої роботи по створенню нового вихідного матеріалу вівса голозерного.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Beil G.M., Atkins R.E. Inheritance of quantitative characters in grain sorghum. *Iowa State Journal*. 1965. V. 39. P. 3.
2. Буняк О. І. Адаптивність голозерних сортів вівса носівської селекції за основними цінними господарськими ознаками. *Миронівський вісник*. 2019. Випуск 9. С. 5–10.
3. Державний реєстр сортів рослин придатних для поширення в Україні. URL: <https://minagro.gov.ua/file-storage/reyestr-sortiv-roslin> (дата звернення: 08.02.2023)
4. Griffing B. Analysis of quantitative gene-action by constant parent regression and related techniques. *Genetics*. 1950. Vol 35. P. 303–321.
5. Компанець К.В., Козаченко М.Р. Успадкування продуктивності та її структурних елементів у F_1 гібридів ячменю ярого. *Генетичні ресурси рослин*. 2017. № 20. С. 43–55.
6. Кравченко А.І. Вирощування та перспективи селекційного поліпшення вівса голозерного в Україні. *Вісник Сумського аграрного університету*. 2021. Вип. 46 (4). С. 16–24.
7. Любич В.В., Войтовська В.І., Єремеева О.А. Формування продуктивності вівса посівного та голозерного залежно від сорту й норми висіву. *Таврійський науковий вісник*. 2020. Вип. 113. С. 68–74.
8. Matzinger D.F., Mannand T.J., Cockerham C.C. Diallel cross in *Nicotiana tabacum*. *Crop Science*. 1962. V. 2. P. 228–286.
9. Методика державного сортопробування сільськогосподарських культур. Київ, 2000. 100 с.
10. Нечипоренко Л.П., Орлов С.Д. Селекційна цінність ліній і сортозразків вівса посівного (*Avena sativa* L.). *Зернові культури*. 2019. Вип. 3 (1). С. 18–25.
11. Нечипоренко Л.П., Орлов С.Д. Створення вихідного матеріалу вівса посівного з підвищеними біоенергетичними показниками і на його основі сорту «Денка». *Біоенергетика*. 2020. Вип. 1 (15). С. 26–29.
12. Орлов С.Д., Нечипоренко Л.П. Створення вихідних матеріалів вівса ярого з новими ознаками. *Наукові праці інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2016. Вип. 24. С. 60–66.
13. Peter F.C., Frey C.J. Yentotypic correblations, dominance and heritability of quantitative characters in oats. *Crop Science*. 1966. V. 3(6). P. 259–262.
14. Рибальченко А.М. Прояв гетерозису та ступеня фенотипового домінування за елементами продуктивності та тривалістю періоду вегетації у F_1 сої. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Аерономія і біологія»*. 2021. Вип. 4 (46). С. 62–67.

15. Січкач В.І., Пасічник С.М. Рівень прояву та характер успадкування елементів продуктивності у гібридних популяціях нуту. *Селекція і насінництво*. 2018. Вип. 114. С. 85–97.

16. Силенко С.І., Силенко О.С. Успадкування господарсько цінних ознак у гібридів F₁ кvasолі звичайної в умовах лівобережної частини Лісостепу України. *ВІСНИК Полтавської державної аграрної академії*. 2013. Вип. 1. С. 33–36.

17. Солодушко В.П. Вихідний матеріал для селекції голозерних сортів вівса. *Зернові культури*. 2017. Вип. 1 (2). С. 225–231.

18. Супіханов Б.К. Нішеві культури. *Вісник аграрної науки*. 2017. С. 58–64.

19. Fonseca S., Patterson F.L. (1968). Hybrid vigor in a seven parent diallel cross in common winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Crop Science*. V. 8 (1). P. 85–88.

REFERENCES:

1. Beil G.M., Atkins R.E. (1965). Inheritance of quantitative characters in grain sorghum. *Iowa State Journal*, 39, 3.

2. Buniak O. I. (2019). Adaptivnist holozernykh sortiv vivsa nosivskoi selektsii za osnovnymy tsinnymy hospodarskymy oznakamy [Adaptability of naked oat varieties bred at Nosivka Station for main valuable economic traits]. *Myronivskiy visnyk*, 9, 5–10. [in Ukrainian].

3. Derzhavnyi reiestr sortiv roslyn prydatnykh dlia poshyrennia v Ukraini in 2023 [State register of plant varieties suitable for dissemination in Ukraine in 2023]. URL: <https://minagro.gov.ua/file-storage/reiestr-sortivroslin>. [in Ukrainian].

4. Griffing B. (1950). Analysis of quantitative gene action by constant parent regression and related techniques. *Genetics*, 35, 303–321.

5. Kompanets K.V., Kozachenko M.R. (2017). Uspadkuvannia produktyvnosti ta yii strukturnykh elementiv u F₁ hibrydiv yachmeniu yaroho. *Henetychni resursy roslyn* [Inheritance of performance and its structural components in F₁ spring barley hybrids]. *Henetychni resursy roslyn*, 20, 43–55. [in Ukrainian].

6. Kravchenko A.I. (2021). Vyroshchuvannia ta perspektyvy selektsiinoho polipshennia vivsa holozernoho v Ukraini. *Visnyk Sumskoho ahrarnoho universytetu* [Growing and perspectives in breeding improvement of naked oats in Ukraine]. *Visnyk Sumskoho ahrarnoho universytetu*. 2021. Vyp. 46 (4). S. 16–24. [in Ukrainian].

7. Liubych V.V., Voitovska V.I., Yereimeieva O.A. (2020). Formuvannia produktyvnosti vivsa posivnoho ta holozernoho zalezno vid sortu y normy vysivu. [Formation of oat and hulless oat productivity depending on variety and seeding rates]. *Tavriiskiy naukoviy visnyk*, 113, 68–74. [in Ukrainian].

8. Matzinger D.F., Mannand T.J. & Cockerham C.C. (1962). Diallel cross in *Nicotiana tabacum*. *Crop Science*, 2, 228–286.

9. *Metodyka derzhavnogo sortovyprovuvannia silskohospodarskykh kultur*. [Methodology of state variety testing of agricultural crops] Kyiv, 2000. 100 s. [in Ukrainian].

10. Necheporenko L.P., Orlov S.D. (2019). Seleksiina tsinnist linii i sortozrazkiv vivsa posivnoho (*Avena sativa* L.) [Breeding value of oat (*AVENA SATIVA* L.) lines and varieties]. *Zernovi kultury*, 3 (1), 18–25. [in Ukrainian].

11. Necheporenko L.P., Orlov S.D. (2020). Stvorennia vykhidnoho materialu vivsa posivnoho z pidvyshchenu

nyumu bioenerhetychnymy pokaznykamy i na yoho osnovi sortu «Denka» [Creation of source breeding material of oat with high bioenergy indicators and variety 'Denka' on its basis]. *Bioenerhetyka*, 1 (15), 26–29. [in Ukrainian].

12. Orlov S.D., Necheporenko L.P. (2016). Stvorennia vykhidnykh materialiv vivsa yaroho z novymy oznakamy. [Creating of original materials of spring oat with new features]. *Naukovi pratsi instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovnykh buriakiv*, 24, 60–66. [in Ukrainian].

13. Peter F. C., Frey C.J. (1966). Genotypic correlations, dominance and heritability of quantitative characters in oats. *Crop Science*, 3(6), 259–262.

14. Rybalchenko A.M. (2021). Projav heterozyosu ta stupenia fenotypovoho dominuvannia za elementamy produktyvnosti ta tryvalistiu periodu vechetatsii u F₁ soi [Manifestation of heterosis and degree of phenotypic dominance by elements of productivity and duration of period vegetation in F₁ soybean]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriya «Ahronomiia i biolohiia»*, 4 (46), 62–67. [in Ukrainian].

15. Sichkar V.I., Pasichnyk S.M. (2018). Riven proiavu ta kharakter успадкування elementiv produktyvnosti u hibrydnykh populatsiiah nutu [The development and inheritance of the productivity elements in chickpea hybrid populations]. *Selektsiia i nasinnystvo*, 114, 85–97. [in Ukrainian].

16. Sylenko S. I., Sylenko O.S. (2013). Uspadkuvannia hospodarsko tsinnnykh oznak u hibrydiv F₁ kvasoli zvychnoi v umovakh livoberezhnoi chastyny Lisostepu Ukrainy. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 1, 33–36. [in Ukrainian].

17. Solodushko V.P. (2017). Vykhidnyi material dlia selektsii holozernykh sortiv vivsa. *Zernovi kultury* [Initial material for selection of huskless varieties of oats]. *Grain Crops*, 1 (2), 225–231. [in Ukrainian].

18. Supikhanov B.K. (2017). Nishevi kultury [Niche cultures]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 58–64. [in Ukrainian].

19. Fonseca S., Patterson F.L. (1968). Hybrid vigor in a seven parent diallel cross in common winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Crop Science*, 8 (1), 85–88.

Кравченко А.І. Особливості успадкування ознак продуктивності волоті гібридами F₁ вівса голозерного

Овес – цінна зернова культура, різностороннього використання. Поряд з вівсом плівчастим, все більшого значення набуває овес голозерний, хоча ще 10–15 років тому дану культуру не вважали перспективною для вирощування, в тому числі і в Україні. Одним із основних факторів, що досі стримує впровадження голозерних сортів у виробництво, є їх низька врожайність, у порівнянні з плівчастими. Тому, необхідним є детальне вивчення даної культури, як теоретично, так і практично. А отже, вивчення генофонду вівса голозерного за основними ознаками продуктивності в умовах східної частини Лісостепу України та використання їх в селекції є актуальним.

Метою наукової роботи було встановлення селекційної цінності вихідного матеріалу вівса голозерного, представленого сортами і лініями вітчизняного та зарубіжного походження за ознаками продуктивності волоті шляхом проведення схрещування зразків з використанням класичних методів (визначення фенотипового домінування, істинного та гіпотетичного гетерозису у F₁).

У процесі дослідження використано методи: польовий (проведення фенологічних спостережень та обліків), лабораторний (структурний аналіз), математично-статистичний (об'єктивна оцінка одержаних експериментальних даних).

Результати. Вивчення рівня прояву гетерозису та характеру успадкування ознак продуктивності в 15 гібридних комбінацій F_1 дозволило виявити всі можливі типи фенотипового домінування – від позитивного до негативного наддомінування. В цілому за ознаками продуктивності волоті («кількість колосків у волоті», «маса зерна з волоті») успадкування відбувалося за проміжним типом успадкування. Наддомінування відмічено у 27% і 33% комбінацій відповідно. Негативного наддомінування (депресії) не відмічено. Ознака «кількість зерен у волоті» успадковувалась у гібридів першого покоління за типом проміжного успадкування та часткового позитивного домінування (27% і 27%, відповідно). Позитивне наддомінування (20%) та депресія (20%) були відмічені в трьох комбінаціях.

Висновки. Встановлено, що найбільш цінні комбінації від схрещувань сортів та ліній вітчизняного походження з сортами різних еколого-географічних груп (іноземні сорти). В цих комбінаціях OM11-3007/Abel, OM 2803/Марафон, Марафон/ Abel, Percy Can/Abel відмічалось позитивне наддомінування за основними ознаками продуктивності.

Ключові слова: селекція, сорт, урожайність, гібридизація, гетерозис, ступінь домінування.

Kravchenko A.I. Peculiarities of productivity traits inheritance by F_1 hybrids of naked oats

Oats are a valuable grain crop of versatile use. Along with film-coated oats, naked grain oats become more and more important, although 10–15 years ago this crop was not considered as promising for cultivation, including Ukraine. One of the main factors that still holds back the introduction of naked-grain varieties into production is their low crop capacity, comparing with film-coated varieties. Therefore, the detailed study of this crop is necessary, both theoretically and practically. Thus, the research of the gene fund of naked

grain oats by the main traits of productivity in the conditions of the Eastern Forest -Steppe part of Ukraine and their use in selection is relevant.

The purpose of the scientific work is to determine the selection value of initial material of naked grain oats, represented by varieties and lines of domestic and foreign origin, based on the traits of panicle productivity, by carrying out crossbreeding of samples using classical methods (the determination of phenotypic dominance, true and hypothetical heterosis in F_1).

The following methods were used in the process of our research: field (conducting phenological observations and records), laboratory (structural analysis), mathematical and statistical (the objective assessment of the obtained experimental data).

Results. The study of the heterosis occurrence and the inheritance of productivity traits in 15 F_1 hybrid combinations made it possible to identify all possible types of phenotypic dominance – from positive to negative overdominance. In general, according to the signs of panicle productivity ("quantity of spikelets in a panicle", "mass of grain from a panicle"), the inheritance took place according to the intermediate type of inheritance. Overdominance was observed in 27% and 33% of combinations, accordingly. Negative overdominance (depression) was not noticed. The trait "quantity of grains in a panicle" was inherited in the first generation hybrids according to the type of intermediate inheritance and partial positive dominance (27% and 27%, accordingly). Positive overdominance (20%) and depression (20%) were observed in three combinations.

Conclusions. The most successful combinations were those obtained from crossing varieties and lines of domestic origin with varieties of different ecological and geographical groups (foreign varieties). In these combinations OM11-3007/Abel, OM 2803/Marathon, Marathon/Abel, Percy Can/Abel, the positive overdominance by the main performance characteristics was noticed.

Key words: selection, variety, yield capacity, hybridization, heterosis, degree of dominance.

ВИЗНАЧЕННЯ ПРОДУКТИВНИХ СОРТІВ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО В ЗОНІ ПІВДЕННОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

ХОЛОД С.М. – науковий співробітник

orcid.org/0000-0002-2443-0879

Устимівська дослідна станція рослинництва
Інституту рослинництва імені В.Я. Юр'єва
Національної академії аграрних наук України

ІЛЛІЧОВ Ю.Г. – молодший науковий співробітник

orcid.org/0000-0003-0887-7467

Устимівська дослідна станція рослинництва
Інституту рослинництва імені В.Я. Юр'єва
Національної академії аграрних наук України

КІР'ЯН В.М. – кандидат сільськогосподарських наук

orcid.org/0000-0001-8730-8507

старший науковий співробітник

Устимівська дослідна станція рослинництва
Інституту рослинництва імені В.Я. Юр'єва
Національної академії аграрних наук України

МУЗАФАРОВА В.А. – кандидат сільськогосподарських наук,

старший науковий співробітник

orcid.org/0000-0003-0415-0164

Інститут рослинництва імені В.Я. Юр'єва

Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Ячмінь є провідною зернофуражною, продовольчою та кормовою культурою. Як і пшениця, відіграє провідну роль у вирішенні зернової проблеми України. За посівною площею та врожайністю він посідає четверте місце серед зернових культур у світовому землеробстві після пшениці, кукурудзи й рису [1]. Збільшення виробництва зерна ячменю залишається одним із важливих завдань сільського господарства [2]. Успіх у цьому значною мірою, залежить від підвищення врожайності цієї культури. Важливим завданням селекції ячменю ярого є підвищення адаптивного потенціалу новостворених сортів. Урожайність генотипу досить тісно пов'язана з конкретними умовами, а тому оцінка сортів ячменю ярого в умовах Лісостепу України є на сьогодні актуальним завданням [3]. Основним шляхом збільшення виробництва зерна ячменю є створення високоврожайних, з високими технологічними якістьми зерна, стійких проти вилягання та з комплексною стійкістю до основних хвороб сортів [4]. Значна роль у вирішенні цього завдання належить науково обґрунтованому підбору вихідного матеріалу з подальшим включенням його в селекційний процес. Для цього необхідно визначити селекційну цінність сортів ячменю ярого [5; 6; 7].

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Незважаючи на те, що ячмінь за посівними площами займає друге місце в Україні після озимої пшениці, характерною рисою його виробництва є доволі суттєве коливання врожайності за роками [8]. Для збільшення виробництва зерна ячменю необхідно створювати і впроваджувати сорти, які відповідають вимогам сільськогосподарських виробників. Необхідно визначити селекційну цінність сортів за проя-

вом рівня продуктивності та її структурних елементів і інших кількісних ознак рослин, а також господарських ознак [9]. Дослідженню генофонду ячменю ярого в останні роки присвячено ряд публікацій як вітчизняних, так і зарубіжних авторів [10]. Передумовою для успішної селекційної роботи є достатня кількість вихідного матеріалу з необхідними ознаками і властивостями [11]. Багато досліджень присвячено визначенню продуктивності та її структурних елементів та інших кількісних ознак рослин а також цінних господарських ознак в залежності від генотипу сортів ячменю ярого та умов вирощування [12–19]. Однак не достатньо дослідженим питанням залишається оцінка норми реакції генотипів ячменю ярого різного еколого-географічного походження на зміну гідротермічних умов вирощування. На основі багаторічного дослідження ячменю ярого роблять висновки, що всебічна оцінка величини та варіювання кількісних ознак, пов'язаних з продуктивністю, на сьогодні є однією з вагомих складових для виділення адаптивних і екологічно стійких генотипів. Важливою умовою при створенні нового матеріалу є використання місцевого сортименту з постійним поліпшенням за рахунок інших генотипів різного еколого-географічного походження [3; 20].

Мета – оцінити сорти ячменю ярого різного походження за показниками врожайності та її складових в зоні південного Лісостепу України для залучення їх як вихідний матеріал у наукові програми.

Матеріали та методика досліджень. Матеріалом досліджень були 25 зразків ячменю ярого (*Hordeum vulgare* L.), що походять із шести країн світу: 12 зразків із України, 6 – Канади, три – Казахстану, два – Чехії, по одному зразку з Австралії та

Німеччини, що характеризуються різним виявом цінних господарських ознак. Вони представлені п'ятьма різновидами: плівчастими (convar. *distichon*): *nutans* Schübl. (МІП Мирослав, Стимул, Діантус, Лідер, МІП Девіз, МІП Захисник, МІП Титул, МІП Шарм, Арістей, Polygena, Arthur, Табос, Kaputar). *inermis* Koern. (Контрас), *deficiente* (Steud.) Koern. (Lily), *medicum* Koern. (Гарант Преміум, Целинный 30); голозерним (convar. *nudum* (L.) A.Trof.): *nudum* L. (Беркут, Великан, Merlin, Tercel, Roseland, CDC Carter, CDC Hilose, Condor).

Дослідження проводили протягом 2019–2021 рр. в колекційному розсаднику відділу зернових культур Устимівської дослідної станції рослинництва Інституту рослинництва імені В. Я. Юр'єва НААН України (далі – УДСР) (с. Устимівка, Кременчуцький р-н., Полтавська обл. – місце знаходження 49°8'21"N, 33°13'56"E, 94 м над рівнем моря). Закладку дослідів, оцінку та аналіз отриманих даних за урожайними та якісними показниками проведено відповідно до методики Державного сорто-випробування сільськогосподарських культур (2016) [21]. Посів по пару проводився в оптимальні строки селекційною сівалкою ССФК-7 на глибину 4–6 см у трьох повтореннях. Площа ділянки – 2 м², норма висіву 500 схожих зерен на 1 м², ширина міжряддя 15 см. Стандарт-сорт ячменю ярого Командор (UKR). Облік і фенологічні спостереження, морфологічний опис, класифікація за рівнем прояву господарсько-цінних ознак проводили згідно з «Методикою проведення експертизи сортів рослин групи зернових на відмінність, однорідність і стабільність» [21]. У польових умовах у фазі повної стиглості культури визначали стійкість рослин до вилягання, вимірювали висоту рослин, загальну та продуктивну кущистість. У лабораторних умовах проводили структурний аналіз за такими кількісними ознаками, як довжина колосу, кількість колосків і зерен у колосі, маса зерна з колоса та з рослини, урожайність. Математичне оброблення отриманих результатів виконували за допомогою дисперсійного аналізу однофакторного польового дослідження. Для

статистичного оброблення результатів досліджень і визначення достовірності одержаних експериментальних даних використовували пакет стандартних програм (Microsoft Excel).

Погодні умови 2019–2021 рр. були дуже різними (табл.1), що дало змогу всебічно оцінити досліджуваний матеріал.

Весняно-літній (квітень–липень) період вегетації ячменю ярого у 2020 р. характеризувався як недостатньо зволожений та надмірно теплий. У період посів–сходи середньодобова температура складала – 10,8°C (середньо багаторічний показник – 8,9°C), сума опадів становила – 11,9 мм (середньо багаторічні дані – 44,0 мм). Умови у фазу кущіння–трубкування були зволоженими. Кількість опадів у травні 2020 р. була вищою від норми на 31,2 мм, а середньодобова температура у цей період становила 14,8°C проти 15,9°C. Через підвищену середньодобову температуру у третій декаді червня та першій декаді липня у фазу наливу зерна значно скоротився період сходи–дозрівання. Погодні умови 2019 та 2021 рр. у період вегетації ячменю ярого були сприятливими для росту і розвитку рослин. Ці роки були теплими і достатньо вологими. Це сприяло формуванню врожаю ячменю. У період посів–сходи 2019 та 2021 рр. середньодобова температура повітря була на рівні 10°C, що не перевищує середньобагаторічні показники. Сума опадів становила у 2019 р. – 28,6 мм, у 2021 р. – 27,0 мм. У фазу кущіння–трубкування відмічалось підвищення температури на 2,6°C у 2019 р. і на 0,8°C у 2021 р. та достатня кількість опадів – 130,7 мм у 2019 р. що перевищувало середню багаторічну норму на 80,7 мм. Кількість опадів 2021 р. у ці фази була на рівні багаторічної норми. Це дало змогу рослинам нормально розкущитися, вийти в трубку та сформувати хороший колос. У період колосіння – повна стиглість температура повітря 2019 р. та 2021 р. значно перевищувала середньобагаторічні показники (+ 5,0°C та +2,2°C відповідно за роками). Кількість опадів в цей період у 2019 р. була на рівні середньобагаторічного показника (62,7 мм), а у 2021 р. була

Таблиця 1 – Гідротермічний режим у період вегетації ячменю ярого, 2019–2021 рр.

| Місяць | Декада | Середньодобова температура повітря, °C | | | | Кількість опадів, мм | | | |
|-----------|--------|--|------|------|------|----------------------|-------|-------|-------|
| | | X | 2019 | 2020 | 2021 | X | 2019 | 2020 | 2021 |
| Квітень | I | 8,9 | 11,2 | 9,4 | 7,7 | 44 | 0,0 | 0,0 | 9,6 |
| | II | | 8,9 | 10,1 | 10,0 | | 26,0 | 3,3 | 5,0 |
| | III | | 14,7 | 12,8 | 9,7 | | 2,6 | 8,6 | 12,4 |
| Травень | I | 15,9 | 14,1 | 15,8 | 14,3 | 50 | 49,6 | 15,3 | 15,4 |
| | II | | 20,2 | 14,8 | 17,3 | | 7,6 | 13,1 | 14,6 |
| | III | | 21,1 | 13,7 | 18,6 | | 73,5 | 52,8 | 34,3 |
| Червень | I | 19,5 | 23,8 | 19,5 | 16,5 | 57 | 61,6 | 17,4 | 36,7 |
| | II | | 25,9 | 26,6 | 22,1 | | 0,0 | 4,2 | 64,3 |
| | III | | 24,0 | 25,5 | 25,8 | | 1,1 | 6,1 | 0,0 |
| Липень | I | 21,0 | 22,5 | 25,9 | 25,9 | 72 | 5,6 | 15,4 | 4,8 |
| | II | | 20,9 | 21,6 | 26,5 | | 4,3 | 16,0 | 16,8 |
| | III | | 23,5 | 24,5 | 25,3 | | 46,4 | 0,0 | 17,2 |
| За період | | | 19,2 | 18,4 | 18,3 | | 278,3 | 152,2 | 231,1 |

Таблиця 2 – Морфологічна та господарська характеристика колосу у зразків ячменю ярого, 2019–2021 рр.

| Сорт | Країна походження | Довжина колоса, см | | | | Кількість, шт. | | | | | | | |
|----------------|-------------------|--------------------|------|------|-------------|-------------------|------|------|-------------|----------------|------|------|-------------|
| | | | | | | колосків у колосі | | | | зерен у колосі | | | |
| | | 2019 | 2020 | 2021 | середнє | 2019 | 2020 | 2021 | середнє | 2019 | 2020 | 2021 | середнє |
| Командор, ст. | UKR | 9,2 | 10,0 | 8,2 | 9,1 | 25 | 27 | 21 | 24 | 23 | 25 | 20 | 23 |
| МІП Мирослав | UKR | 7,5 | 6,3 | 8,2 | 7,3 | 26 | 21 | 24 | 24 | 22 | 20 | 24 | 22 |
| Беркут | UKR | 9,9 | 7,2 | 9,0 | 8,7 | 27 | 24 | 28 | 26 | 24 | 24 | 26 | 25 |
| Гарант Преміум | UKR | 8,4 | 7,4 | 8,0 | 7,9 | 20 | 19 | 18 | 19 | 19 | 17 | 18 | 18 |
| Стимул | UKR | 8,1 | 9,0 | 8,0 | 8,4 | 21 | 22 | 19 | 21 | 20 | 20 | 19 | 20 |
| Діантус | UKR | 7,7 | 7,0 | 8,0 | 7,6 | 24 | 21 | 22 | 22 | 22 | 20 | 22 | 21 |
| Лідер | UKR | 9,5 | 8,1 | 8,0 | 8,5 | 26 | 19 | 20 | 22 | 21 | 19 | 18 | 19 |
| МІП Девіз | UKR | 10,9 | 9,0 | 7,5 | 9,1 | 30 | 26 | 23 | 26 | 27 | 22 | 22 | 24 |
| МІП Захисник | UKR | 9,7 | 8,3 | 8,5 | 8,8 | 28 | 23 | 23 | 25 | 26 | 21 | 22 | 23 |
| МІП Титул | UKR | 11,8 | 10,4 | 9,0 | 10,4 | 30 | 30 | 26 | 29 | 27 | 28 | 25 | 27 |
| МІП Шарм | UKR | 10,6 | 9,0 | 9,6 | 9,7 | 28 | 26 | 24 | 26 | 26 | 24 | 22 | 24 |
| Контраст | UKR | 6,3 | 8,1 | 8,5 | 7,6 | 20 | 16 | 21 | 19 | 14 | 19 | 18 | 17 |
| Арістей | UKR | 7,5 | 9,2 | 10,2 | 9,0 | 27 | 25 | 27 | 26 | 25 | 25 | 26 | 25 |
| Tercel | CAN | 10,9 | 9,4 | 10,0 | 10,1 | 31 | 29 | 28 | 29 | 23 | 23 | 28 | 25 |
| Roseland | CAN | 7,2 | 9,0 | 9,0 | 8,4 | 27 | 24 | 28 | 26 | 24 | 24 | 26 | 25 |
| CDC Carter | CAN | 10,2 | 10,4 | 11,1 | 10,6 | 30 | 31 | 33 | 31 | 26 | 28 | 27 | 27 |
| CDC Hilose | CAN | 10,1 | 10,0 | 11,2 | 10,4 | 27 | 30 | 31 | 29 | 21 | 25 | 33 | 26 |
| Condor | CAN | 10,4 | 10,1 | 11,0 | 10,5 | 26 | 28 | 26 | 27 | 24 | 25 | 31 | 27 |
| Merlin | CAN | 7,0 | 8,0 | 7,0 | 7,3 | 21 | 25 | 24 | 24 | 23 | 24 | 22 | 23 |
| Polygena | CZE | 9,7 | 7,3 | 8,3 | 8,4 | 28 | 28 | 24 | 27 | 25 | 23 | 23 | 24 |
| Arthur | CZE | 9,0 | 10,3 | 10,0 | 9,8 | 24 | 29 | 27 | 27 | 23 | 25 | 25 | 24 |
| Великан | KAZ | 11,1 | 11,0 | 10,3 | 10,8 | 29 | 32 | 28 | 30 | 28 | 29 | 28 | 28 |
| Целинный | KAZ | 8,2 | 10,0 | 10,0 | 9,4 | 28 | 22 | 21 | 24 | 20 | 20 | 24 | 21 |
| Тобол | KAZ | 10,2 | 9,3 | 10,0 | 9,8 | 27 | 28 | 27 | 27 | 22 | 26 | 24 | 24 |
| Lilly | DEU | 10,6 | 8,1 | 8,9 | 9,2 | 24 | 28 | 24 | 25 | 21 | 26 | 23 | 23 |
| Kaputar | AUS | 9,5 | 6,2 | 6,8 | 7,5 | 14 | 29 | 16 | 20 | 23 | 24 | 24 | 24 |
| X | | 9,3 | 8,8 | 9,0 | 9,0 | 25,7 | 25,5 | 24,6 | 25,2 | 23,0 | 23,2 | 24,1 | 23,4 |
| min | | 6,3 | 6,2 | 6,8 | 7,3 | 14,0 | 15,8 | 16,0 | 18,9 | 14,2 | 17,2 | 18,0 | 17,1 |
| max | | 11,8 | 11,0 | 11,2 | 10,8 | 31,4 | 32,2 | 33,2 | 31,3 | 27,6 | 29,2 | 33,2 | 28,3 |
| R (max– min) | | 5,5 | 4,8 | 4,4 | 3,5 | 17,4 | 16,4 | 17,2 | 12,4 | 13,4 | 12,0 | 15,2 | 11,3 |
| V,% | | 15,8 | 15,2 | 13,7 | 12,0 | 15,3 | 16,6 | 16,4 | 13,5 | 13,2 | 13,4 | 15,5 | 11,9 |

вищою на 44,0 мм (за даними метеопосту Устимівської дослідної станції рослинництва). Таким чином, 2019 та 2021 рр. були сприятливими для росту та розвитку рослин ячменю ярого, а 2020 р. – цілком сприятливий.

Досліджувані зразки ячменю ярого різного еколого-географічного походження під час формування елементів продуктивності в роки досліджень виявили значну різноманітність (табл. 2).

Довжина колоса характеризується чітким фенотиповим проявом і є важливою ознакою у селекції на продуктивність [22]. У середньому за роки досліджень вона перебувала в межах від 7,3 у сорту МІП Мирослав (UKR) до 10,8 см у сорту Великан (KAZ), за середнього значення 9,0 см, за величини варіювання 12,0%. Найбільшу довжину колоса зразки мали у 2019 році (розмах мінливості від 6,3 до

11,8 см). За даним показником істотне перевищення від сорту-стандарт Командор відмічено у сортів: Великан (KAZ) на 1,7 см, CDC Carter, Condor (CAN) на 1,4 см, МІП Титул (UKR), CDC Hilose (CAN) на 1,3 см, Тобол (KAZ) на 0,7 см, Arthur (CZE), МІП Шарм (UKR) на 0,6 см. Виділено ряд сортів із високим рівнем прояву даної ознаки на протязі трьох років дослідження: МІП Титул (11,8 см, 10,4 см та 9,0 см відповідно за роками) (UKR), Tercel (10,9 см, 9,4 см та 10 см), CDC Carter (10,2 см, 10,4 см та 11,1 см), CDC Hilose (10,1 см, 10,0 см та 11,2 см), Condor (10,4 см, 11,1 см та 11,0 см) (CAN), Великан (11,1 см 11,0 см та 10,3 см) (KAZ).

Озерненість колоса є одним з основних показників продуктивності, яка своєю чергою залежить від кількості колосків у колосі [11; 23]. Цей показник у зразків ярого ячменю становив від 18,9 до 31,3 шт., розмах

варіації становив 12,4 шт. Кількість колосків у колосі у стандарту Командор становила 24 шт., на рівні більше середнього дана ознака проявилась у сортів МІП Титул (UKR), Tercel, CDC Hilose (CAN) – 29 шт., Великан (KAZ) – 30 шт. та CDC Carter (CAN) – 31 шт.

Основним напрямом селекції ячменю ярого є підвищення продуктивності. Озерненість колоса один із основних показників продуктивності, тому необхідно вивчати прояв цієї ознаки для застосування в селекції ячменю в умовах південного Лісостепу України з метою підвищення його ефективності що, у свою чергу, обумовлено генотипом і погодними умовами під час цвітіння [24]. Зразки мали диференціацію за кількістю зерен з колоса. В середньому за роки дослідження під впливом різ-

них умов озерненість колоса у зразків варіювала від 17,1 Контраст (UKR) до 28,3 зерен Великан (KAZ), що у середньому за роки становила 23,4 зернини з колоса, розмах варіації становив 11,3 зернини, а величина варіювання 11,8% (табл. 2). Найвищу озерненість зразки мали у 2021 році. Середнє значення даної ознаки у цьому році становила 24,1 шт., з мах. – 33,2 шт. у сорту CDC Hilose (CAN) і min. – 18,0 шт. у сорту Гарант Преміум (UKR). За цим показником істотне перевищення над іншими сортами (27,0–33,2 шт.) мали сорти Беркут (UKR), Великан (KAZ), Tercel, CDC Carter, CDC Hilose, Condor (CAN). У 2019 р. кількість зерен з головного колоса мала найнижче значення за роки вивчення – 23,0 шт., з мах. – 27,6 шт. у сорту Великан (KAZ)

Таблиця 3 – Рівень продуктивності та крупності зерна ячменю ярого, 2019–2021 рр.

| Сорт | Країна походження | Маса, г | | | | | | | | Маса 1000 зерен, г | | | |
|----------------|-------------------|----------------|------|------|-------------|-----------------|------|------|-------------|--------------------|------|------|-------------|
| | | зерна з колоса | | | | зерна з рослини | | | | 2019 | 2020 | 2021 | середнє |
| | | 2019 | 2020 | 2021 | середнє | 2019 | 2020 | 2021 | середнє | | | | |
| Командор, ст. | UKR | 1,1 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 4,0 | 3,9 | 4,0 | 3,72 | 44,0 | 41,6 | 48,0 | 44,5 |
| МІП Мирослав | UKR | 0,7 | 0,8 | 1,2 | 0,9 | 2,3 | 2,2 | 4,1 | 2,85 | 38,6 | 33,2 | 33,2 | 35,0 |
| Беркут | UKR | 1,0 | 0,8 | 0,9 | 0,9 | 2,3 | 2,1 | 3,7 | 2,70 | 32,5 | 31,6 | 34,5 | 32,9 |
| Гарант Преміум | UKR | 1,1 | 0,8 | 1,0 | 1,0 | 3,9 | 3,4 | 3,8 | 3,74 | 44,8 | 45,5 | 50,4 | 46,9 |
| Стимул | UKR | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,0 | 3,8 | 4,0 | 4,7 | 4,17 | 42,8 | 44,8 | 43,6 | 43,7 |
| Діантус | UKR | 1,1 | 0,7 | 1,1 | 1,0 | 3,9 | 2,6 | 4,8 | 3,74 | 44,8 | 40,0 | 42,4 | 42,4 |
| Лідер | UKR | 1,0 | 0,8 | 1,0 | 0,9 | 2,1 | 3,1 | 4,6 | 3,30 | 52,0 | 49,6 | 50,8 | 50,8 |
| МІП Девіз | UKR | 1,0 | 1,0 | 1,1 | 1,0 | 3,5 | 4,4 | 6,3 | 4,68 | 40,4 | 43,6 | 37,2 | 40,4 |
| МІП Захисник | UKR | 1,4 | 0,8 | 1,0 | 1,1 | 3,9 | 1,8 | 5,0 | 3,59 | 49,2 | 38,4 | 50,0 | 45,9 |
| МІП Титул | UKR | 1,4 | 1,2 | 1,1 | 1,2 | 3,9 | 4,7 | 4,3 | 4,36 | 41,6 | 34,0 | 42,0 | 39,2 |
| МІП Шарм | UKR | 1,3 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 4,7 | 3,7 | 5,2 | 4,59 | 42,6 | 38,8 | 43,6 | 41,7 |
| Контраст | UKR | 0,5 | 0,8 | 1,0 | 0,8 | 2,3 | 3,4 | 4,4 | 3,35 | 33,6 | 44,4 | 46,5 | 41,5 |
| Арістей | UKR | 1,0 | 1,0 | 1,2 | 1,1 | 3,2 | 3,8 | 4,7 | 3,88 | 39,6 | 39,2 | 40,2 | 39,7 |
| Tercel | CAN | 1,1 | 1,1 | 1,2 | 1,1 | 3,1 | 3,5 | 5,0 | 3,85 | 46,8 | 40,0 | 38,0 | 41,6 |
| Roseland | CAN | 0,8 | 0,8 | 0,9 | 0,8 | 2,4 | 3,3 | 3,1 | 2,92 | 31,6 | 29,2 | 34,0 | 31,6 |
| CDC Carter | CAN | 1,1 | 0,8 | 1,3 | 1,1 | 3,7 | 3,3 | 5,9 | 4,27 | 38,4 | 30,4 | 40,0 | 36,3 |
| CDC Hilose | CAN | 1,0 | 1,0 | 1,2 | 1,1 | 2,9 | 4,1 | 4,3 | 3,77 | 35,2 | 36,0 | 41,0 | 37,4 |
| Condor | CAN | 1,0 | 0,9 | 1,0 | 1,0 | 3,4 | 2,6 | 4,2 | 3,38 | 37,6 | 34,8 | 38,5 | 37,0 |
| Merlin | CAN | 1,2 | 1,0 | 1,2 | 1,1 | 4,2 | 3,1 | 4,8 | 4,00 | 39,2 | 39,6 | 41,2 | 40,0 |
| Polygena | CZE | 1,1 | 0,8 | 1,2 | 1,0 | 4,2 | 2,6 | 4,3 | 3,65 | 46,0 | 37,6 | 39,0 | 40,9 |
| Arthur | CZE | 1,0 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 3,8 | 4,8 | 3,7 | 4,12 | 39,2 | 34,0 | 42,0 | 38,4 |
| Великан | KAZ | 1,5 | 1,4 | 1,5 | 1,5 | 4,8 | 5,3 | 4,7 | 4,94 | 50,0 | 42,8 | 48,8 | 47,2 |
| Целинный | KAZ | 0,9 | 1,0 | 1,2 | 1,0 | 3,3 | 4,5 | 5,9 | 4,51 | 38,8 | 40,4 | 44,8 | 41,3 |
| Тобол | KAZ | 0,9 | 1,1 | 1,1 | 1,0 | 3,1 | 4,0 | 6,4 | 4,41 | 37,6 | 42,0 | 35,6 | 38,4 |
| Lilly | DEU | 1,2 | 0,8 | 1,2 | 1,1 | 4,2 | 3,0 | 4,8 | 4,02 | 44,0 | 33,6 | 45,5 | 41,0 |
| Kaputar | AUS | 1,1 | 0,5 | 1,2 | 0,9 | 4,0 | 2,0 | 4,9 | 3,61 | 36,7 | 44,6 | 46,0 | 36,7 |
| X | | 1,1 | 0,9 | 1,1 | 1,0 | 3,5 | 3,4 | 4,7 | 3,9 | 40,9 | 38,7 | 42,0 | 40,5 |
| min | | 0,5 | 0,5 | 0,9 | 0,8 | 2,1 | 1,08 | 3,1 | 2,7 | 31,6 | 29,2 | 33,2 | 31,6 |
| max | | 1,5 | 1,4 | 1,5 | 1,5 | 4,8 | 5,3 | 6,4 | 4,9 | 52,0 | 49,6 | 50,8 | 50,8 |
| R (max-min) | | 1,0 | 0,9 | 0,6 | 0,7 | 2,7 | 3,5 | 3,3 | 2,2 | 20,4 | 20,4 | 17,6 | 19,2 |
| V,% | | 20,7 | 20,1 | 11,8 | 13,1 | 22,0 | 27,4 | 16,9 | 15,0 | 13,1 | 13,6 | 12,2 | 10,8 |

та мін. – 14,2 шт. у сорту Контраст (UKR). Озерність колоса на рівні 26,0–27,6 шт. мали сорти МІП Девіз, МІП Захисник, МІП Титул (UKR), Великан (KAZ). У 2020 р. кількість зерен з головного колоса у середньому по дослідженнях становила 23,2 шт., з варіюванням від 29,2 у сорту Великан (KAZ) до 17,2 шт. у сорту Гарант Преміум (UKR). Найвищий прояв такої ознаки (25,0–28,0 шт.) відзначено у сортів МІП Титул (UKR), Великан (KAZ), Arthur (CZE), CDC Carter, CDC Hilose, Condor (CAN). В середньому за 2019–2021 рр. досліджень найбільшу кількість зерен з одного колоса мали сорти МІП Титул (27,6 шт.), Беркут (24,6 шт.), Арістей (25,3 шт.) (UKR), CDC Carter (26,9 шт.), CDC Hilose (26,3 шт.), Condor (26,9 шт.) (CAN), Великан (28,3 шт.) (KAZ).

Маса 1000 зерен – важливий елемент структури врожаю, що характеризує крупність та виповненість зерна [22]. Вирішальний вплив на формування зерна з високою масою 1000 зерен мають умови вирощування, а також біологічні особливості культури.

Ця ознака змінювалася за роками вивчення. За три роки середнє значення даного показника у досліджуваних сортів становило 40,5 г, розмах

варіювання – 19,2 г, коефіцієнт варіації – 10,8%. Найвищу масу 1000 зерен зразки ячменю ярого формували у 2021 р. з: середнім показником – 42,0 г, мах. – 50,8 г у сорту Лідер (UKR) та мін. – 33,2 г у сорту МІП Мирослав (UKR), у період формування зернівки (перша і друга декада червня) спостерігали сприятливі погодні умови (достатня кількість опадів, сприятливий температурний режим). У 2020 р. зразки формували найнижчу масу 1000 зерен (38,7 г), з мах. – 49,6 г у сорту Лідер (UKR) та мін. – 29,2 г у сорту Roseland (CAN), що пов'язано з дефіцитом вологи та підвищенням температури повітря (табл. 1). У 2019 р. показник маси 1000 зерен знаходився в середньому на рівні 40,9 г, з мах. – 52,0 г у сорту Лідер (UKR) та мін. – 31,6 г у сорту Roseland (CAN). За результатами досліджень виділено ряд сортів із високим рівнем прояву даної ознаки: Лідер, МІП Захисник, Арістей (UKR), Merlin (CAN), які мали стабільні показники протягом трьох років дослідження (табл. 3).

Важливий елемент продуктивності ячменю ярого – маса зерна з колоса. Вона залежить від низки чинників – довжини колоса, кількості зерен

Таблиця 4 – Урожайність зразків ячменю ярого, 2019–2021 рр.

| Назва | Урожайність, г/м ² | | | | V, % | Коефіцієнт регресії, бі |
|----------------|-------------------------------|---------|---------|--------------|-------|-------------------------|
| | 2019 р. | 2020 р. | 2021 р. | середнє | | |
| Командор, ст. | 509 | 490 | 510 | 503,0 | 2,24 | 0,35 |
| МІП Мирослав | 348 | 410 | 430 | 396,0 | 10,80 | -0,23 |
| Беркут | 415 | 275 | 430 | 373,3 | 22,90 | 2,63 |
| Гарант Преміум | 485 | 500 | 480 | 488,3 | 2,13 | -0,32 |
| Стимул | 545 | 395 | 425 | 455,0 | 17,44 | 1,39 |
| Діантус | 490 | 445 | 505 | 480,0 | 6,51 | 0,95 |
| Лідер | 535 | 430 | 545 | 503,3 | 12,66 | 1,96 |
| МІП Девіз | 430 | 340 | 530 | 433,3 | 21,93 | 2,64 |
| МІП Захисник | 495 | 350 | 500 | 448,3 | 19,00 | 2,62 |
| МІП Титул | 500 | 390 | 550 | 480,0 | 17,05 | 2,47 |
| МІП Шарм | 501 | 453 | 530 | 494,7 | 7,86 | 1,15 |
| Контраст | 440 | 455 | 485 | 460,0 | 4,98 | 0,21 |
| Арістей | 425 | 390 | 400 | 405,0 | 4,45 | 0,36 |
| TerCel | 340 | 350 | 365 | 351,7 | 3,58 | 0,09 |
| Roseland | 385 | 345 | 410 | 380,0 | 8,63 | 0,97 |
| CDC Carter | 400 | 295 | 410 | 368,3 | 17,30 | 1,96 |
| CDC Hilose | 315 | 230 | 245 | 263,3 | 17,23 | 0,77 |
| Condor | 525 | 358 | 445 | 442,7 | 18,87 | 2,11 |
| Merlin | 480 | 430 | 530 | 480,0 | 10,42 | 1,41 |
| Polygena | 475 | 453 | 468 | 465,3 | 2,42 | 0,32 |
| Arthur | 450 | 475 | 520 | 481,7 | 7,36 | 0,29 |
| Великан | 490 | 470 | 490 | 483,3 | 2,39 | 0,35 |
| Целинный | 390 | 430 | 450 | 423,3 | 7,22 | -0,08 |
| Тобол | 365 | 400 | 380 | 381,7 | 4,60 | -0,46 |
| Lilly | 515 | 380 | 425 | 440,0 | 15,62 | 1,44 |
| Kaputar | 365 | 313 | 340 | 339,3 | 7,66 | 0,66 |
| X | 444,2 | 390,5 | 451,5 | 428,7 | | |
| min | 315,0 | 230,0 | 245,0 | 263,3 | | |
| max | 545,0 | 500,0 | 550,0 | 503,3 | | |
| R (max–min) | 230,0 | 270,0 | 305,0 | 240,0 | | |
| V, % | 15,0 | 17,2 | 16,1 | 13,9 | | |

в ньому їх крупності, а також від умов вирощування [25]. За результатами досліджень встановили, що маса зерна з одного колоса в зразків ячменю ярого коливалася від 0,8 у сорту Roseland (CAN) до 1,4 г у сорту Великан (KAZ), за середнього значення – 1,0 г, розмах варіації становив – 0,6 г (табл. 3). Більшу масу зерна з колоса виявлено у 2021 р. – середнє значення становило 1,1 г. Виділено стабільні зразки, у яких протягом трьох років спостерігали стабільну масу з колоса – Арістей, МІП Титул (UKR), Великан (KAZ), CDC Carter, CDC Hilose (CAN).

Продуктивність рослин ячменю ярого коливалася в межах від 2,7 у сорту Беркут (UKR) до 4,9 г у сорту Великан (KAZ), за середнього значення – 3,9 г. Більш продуктивним виявився 2021 рік – середнє значення становило 4,7 г, що на 27,7% та 25,5% більше порівняно з показником 2020 року (3,4 г) та 2019 роком (3,5 г). Найбільшою продуктивністю (понад 4,0 г) в середньому за роки дослідження виділилися такі сорти: Стимул – 4,2 г, МІП Девіз – 4,7 г, МІП Титул – 4,4 г, МІП Шарм – 4,6 г (UKR), CDC Carter – 4,3 г, Merlin – 4,0 г (CAN), Arthur – 4,1 г (CZE), Великан – 4,9 г, Целинный – 4,5 г, Тобол – 4,4 г (KAZ), Lilly – 4,0 г (DEU).

За період досліджень найвищу врожайність зразки формували у 2021 році – середнє значення становило 451,5 г/м² з варіюванням по сортах від 245 CDC Hilose (CAN) до 550 г/м² МІП Титул (UKR), що характеризувалося оптимальними умовами зволоження. За цим показником слід відзначити сорти Лідер (545 г/м²), МІП Девіз (530 г/м²), МІП Титул (550 г/м²), МІП Шарм (530 г/м²) (UKR), Merlin (530 г/м²) (CAN), Arthur (520 г/м²) (CZE). У 2019 та 2020 рр. на реалізацію потенціалу врожайності вплинули підвищена середньодобова температура повітря та незначна кількість опадів, що вплинуло на рівень урожайності (444,2 та 390,5 г/м² відповідно). Результати досліджень свідчать, що зразки ячменю ярого мали різний рівень урожайності залежно від умов року вирощування (табл. 4). Тоді як впродовж всього періоду дослідження (2019–2021 рр.) найбільшу врожайність показали такі сорти з України: Лідер – 503,3 г/м², Діантус – 480 г/м², МІП Титул – 480 г/м², МІП Шарм – 495 г/м², Гарант Преміум – 488 г/м²; з Канади: Merlin – 480 г/м²; з Казахстану: Великан – 483 г/м²; з Чехії: Arthur – 482 г/м².

Урожайність сорту є одним із головних результатів всього селекційного процесу. Цей показник великою мірою характеризує адаптивні властивості сорту. Одним зі зручних показників, що характеризують адаптивні властивості сорту є показник екологічної пластичності, в основі якого лежить значення регресії. Широкою екологічною реакцією характеризувалися сорти ячменю ярого, які за оптимальних погодних умов здатні давати значний приріст урожайності. До них належать зразки з коефіцієнтом регресії більше одиниці ($b_i = 1,39-2,64$): Беркут, Стимул, Лідер, МІП Девіз, МІП Захисник, МІП Титул, МІП Шарм (UKR), CDC Carter, Condor, Merlin (CAN), Lilly (DEU). Ці зразки можна охарактеризу-

вати як інтенсивні з вираженою реакцією на середовище (табл. 4). Важливо також врахувати рівень варіювання урожайності в різні роки, як показник, що вказує на стабільність сортів ячменю ярого. Найбільш врожайні сорти ячменю ярого (Гарант Преміум, Діантус, МІП Шарм (UKR), Merlin (CAN), Великан (KAZ), Arthur (CZE)) мали низький рівень варіювання від 2,13 до 10,42%, що характеризує їх як урожайний і стабільний матеріал.

Висновки. Для визначення можливості реалізації генетичного потенціалу сортів абсолютною необхідністю є проведення досліджень протягом декількох років, що дозволяє встановити поведінку сортів у різних агрокліматичних умовах. За результатами досліджень у 2021 році у польових та лабораторних умовах Устимівської дослідної станції рослинництва Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН України найбільш урожайними були сорти ячменю ярого, як: Лідер (545 г/м²), МІП Девіз (530 г/м²), МІП Титул (550 г/м²), МІП Шарм (530 г/м²) (UKR), Merlin (530 г/м²) (CAN), Arthur (520 г/м²) (CZE). Тоді, як впродовж всього періоду досліджень (2019–2021 рр.) найбільшу врожайність показали такі сорти з України: Лідер – 503,3 г/м², Діантус – 480 г/м², МІП Титул – 480 г/м², МІП Шарм – 495 г/м², Гарант Преміум – 488 г/м²; з Канади: Merlin – 480 г/м²; з Казахстану: Великан – 483 г/м²; з Чехії: Arthur – 482 г/м². Найбільший рівень показника озерненості колоса зафіксовано у сортів МІП Титул (27,6 шт.), Беркут (24,6 шт.), Арістей (25,3 шт.) (UKR), CDC Carter (26,9 шт.), CDC Hilose (26,3 шт.), Condor (26,9 шт.) (CAN), Великан (28,3 шт.) (KAZ). За роки вивчення виявлено, що більшу продуктивність сорти ячменю ярого формували у 2021 році – середнє значення становило 4,7 г, що на 27,7% та 25,5% більше порівняно з показником 2020 року (3,4 г) та 2019 року (3,5 г). За поєднанням високого рівня прояву таких ознак, як: довжина колоса, кількість зерен у колосі, маса зерна з колоса та з рослини, маса 1000 зерен можна виділити такі сорти: МІП Титул, МІП Шарм, МІП Девіз (UKR), Arthur (CZE), Великан (KAZ), CDC Carter (CAN).

Широкою екологічною реакцією характеризувалися сорти ячменю ярого, які за оптимальних погодних умов здатні давати значний приріст урожайності. До них належать зразки з коефіцієнтом регресії більше одиниці ($b_i = 1,39-2,64$): Беркут, Стимул, Лідер, МІП Девіз, МІП Захисник, МІП Титул, МІП Шарм (UKR), CDC Carter, Condor, Merlin (CAN), Lilly (DEU). Сорти ячменю ярого Гарант Преміум, Діантус, МІП Шарм (UKR), Merlin (CAN), Великан (KAZ), Arthur (CZE)) мали низький рівень варіювання від 2,13 до 10,42%, що характеризує їх як урожайний і стабільний матеріал.

Таким чином, виділено зразки з матеріалу ячменю ярого за показниками продуктивності, які можна рекомендувати як вихідний матеріал у селекції на підвищення продуктивного потенціалу культури в умовах Південного Лісостепу України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Терлецька М. І., Біловус Г. Я., Ільчук Р. В., Яремко В. Я. Оцінка продуктивності сортів ячменю озимого в умовах карпатського регіону. *Передзірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2022. Вип. 72(1). С. 76–90. DOI: 10.32636/01308521.2022-(72)-1-6

2. Козаченко М. Р., Васько Н. І., Заїка О. В., Наумов О. Г., Весна С. В., Важенина О. Є., Садівничий В. Ф., Ісаєнко О. О. Господарсько – цінні показники сортів ярого ячменю, рекомендованих для Харківської області. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області*. 2006. Вип. 3. С. 20–28

3. Музафарова В. А., Рябчун В. К., Петухова І. А., Падалка О. І. Особливості формування врожайності зразків генофонду ячменю ярого в умовах східної частини лісостепу України. *Селекція і насінництво*. 2018. Вип. 113. С. 117–123. DOI: 10.30835/2413-7510.2018.137291

4. Козаченко М. Р., Компанець К. В. Морфо-біологічні особливості сортів – джерел цінних ознак ячменю ярого. *Генетичні ресурси рослин*. 2016. № 19. С. 57–67.

5. Васько Н. І. Нові сорти ярого ячменю. *Селекція і насінництво*. 2007. Вип. 94. С. 246–255.

6. Козаченко М. Р., Васько Н. І., Наумов О. Г., Весна С. В., Федоренко В. О., Важенина О. Є. Нові сорти і особливості технології їх вирощування. *Селекція і насінництво*. 2005. Вип. 91. С. 164–171.

7. Солонечна О. В. Сорти ячменю ярого кормового напряму використання як джерела цінних ознак. *Генетичні ресурси рослин*. 2015. № 16. С. 57–64

8. Гудзенко В. М. Вивчення адаптивних властивостей селекційних ліній ярого ячменю за врожайністю. *Селекція і насінництво*. 2010. Вип. 98. С. 86–96.

9. Зимогляд О. В., Козаченко М. Р., Васько Н. І., Солонечний П. М., Наумов О. Г., Важенина О. Є., Солонечна О. В. Особливості сортів і ліній ячменю ярого за кількісними морфо-біологічними та господарськими ознаками. *Селекція і насінництво*. 2019. Вип. 116. С. 31–40. DOI: 10.30835/2413-7510.2019.190451

10. Гудзенко В. М., Василенко Н. В. Стабільність та пластичність колекційних зразків ячменю ярого за кількістю зерен з головного колоса. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія»*. Вип. 9 (24). 2012. С. 161–165.

11. Хоменко С. О., Кочмарський В. С., Федоренко І. В., Федоренко М. В. Селекційна цінність колекційних зразків пшениці твердої ярої за показниками продуктивності в умовах Лісостепу України. *Plant Var. Stud. Prot.* 2020. Т 16, № 3. С. 303–309. DOI: 10.21498/2518-1017.16.3.2020.214924.

12. Бердін С. І., Ткаченко О. М. Формування структури продуктивності посівів ячменю ярого в умовах Північно-Східного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія»*. 2013. Вип. 11(26). С. 152–155.

13. Сабатин В. Я. Мінливість сортів ячменю ярого за елементами продуктивності колоса. Наукові пошуки молоді у III тисячолітті. *Новітні технології в рослинництві* : тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції вчених, аспірантів та докторантів (м. Біла Церква, 15–16 травня 2014 р). Біла Церква. 2014. С. 10.

14. Addisu F., Shumet T. Variability, Heritability and Genetic Advance for some Yield and yield Traits in Barley (*Hordeum vulgare* L.). Landraces in Ethiopia. *International Journal of Plant Breeding and Genetics*. 2015. Vol. 9(2). P. 68–76. DOI: 10.3923/ijpb.2015.68–76/.

15. Brenchley R., Spannagl N., Pfeifer M. Analysis of the bread wheat genome using whole genome shotgun sequencing. *Nature*. 2012. Vol. 491. P. 705–710. DOI: 10.1038/nature11650.

16. Солонечний П. М., Васько Н. І., Козаченко М. Р., Наумов О. Г., Солонечна О. В., Важенина О. Є., Зимогляд О. В. Селекційна цінність сортів ячменю ярого за продуктивністю та елементами структури. *Селекція і насінництво*. 2017. Вип. 112. С. 127–134.

17. Rahimi-Baladaraie, Nemati N. A., Mobasser H. R., Chanbari-Malidarreh A., Dastan S. Effects of Showing Dates and CCC Application Yield and Yield Components of Barley (*Hordeum vulgare* L.). Cultivars in the North of Iran. *American-Eustralian J. Agric. S. Environ. Sci.*, 2011. Vol. 11(2). 49–54.

18. Noworolnik K. Morphological characters, plant phenology and yield of spring barley (*Hordeum sativum* L.) depending on cultivar properties and sowing date. *Acta Agrobotanica*. 2012. Vol. 65(2). P. 171–176. DOI: 10.5586/aa.2012.071.

19. Гудзенко В. М., Васильківський В. П. Нові джерела господарсько-цінних ознак ячменю ярого. *Агробіологія* : зб. наук. праць. Білоцерк. нац. аграр. ун-т. Біла Церква, 2010. Вип. 4(80). С. 5–9.

20. Холод С. М., Кір'ян В. М., Вискуб Р. С. Характеристика за продуктивністю зразків пшениці м'якої озимої розсадника Common Bunt-Resistaht Nursery (CBUNT-RES) у зоні Південного Лісостепу України. *Plant Var. Stud. Prot.* 2020. Т 16. № 4. С. 369–377. DOI: 10.21468/2518-1017.16.4.2020.224052

21. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових на відмінність і стабільність / за ред. С. О. Ткачик. 2-ге вид., випр. і доп. Вінниця : ФОП Корзун Д. Ю., 2016. 164 с.

22. Демидов О. А., Близнюк Р. М., Радченко О. С. Характеристика перспективних ліній пшениці ярої за елементами структури врожаю. *Миронівський вісник*. 2015. Вип. 1. С. 18–25.

23. Петухова І. А., Рябчун В. К. Музафарова В. А., Падалка О. І. Оцінка сортів ячменю ярого для 105 Селекція, насінництво круп'яного напряму використання за комплексом цінних господарських ознак в умовах Лісостепу України. *Генетичні ресурси рослин*. 2016. № 18. С. 31–40.

24. Орлюк А. П., Гончарова К. В. Адаптивний і продуктивний потенціали пшениці : монографія. Херсон, 2002. 276 с.

25. Хоменко С. О., Кочмарський В. С., Федоренко І. В., Федоренко М. В. Стабільність і пластичність колекційних зразків пшениці м'якої ярої за показниками продуктивності. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2018. № 1. С. 43–47. DOI: 10.31395/2310-0478-2018-1-43-47

REFERENCES:

1. Terletska M. I., Bilovus H. Ya., Ilchuk R. V., Yaremko V. Ya. (2022). Otsinka produktyvnosti sortiv yachmeniu ozymoho v umovakh karpatskoho rehionu

[Evaluation of productivity of cultivars of winter barley in the conditions of the Carpathian]. *Peredhirne ta Hirske Zemlerobstvo i Tvarynnystvo. Foothill and Mountain Agriculture and Stockbreeding*. 72(1), 76–90. [in Ukrainian]. DOI: 10.32636/01308521.2022-(72)-1-6

2. Kozachenko M. R., Vasko N. I., Zaika O. V., Naumov O. H., Vesna S. V., Vazhenina O. Ye., Sadivnuchyi V. F., Isaenko O. O. (2006). Hospodarsko – tsinni pokaznyky sortiv yaroho yachmeniu, rekomendovanykh dlia Kharkivskoi oblasti [Economic-valuable indicators of spring barley varieties recommended for the Kharkiv region]. *Visnik Centru naukovoogo zabezpechennia APV Harkivskoi oblasti. Bulletin of the Center for Science Provision of Agribusiness in the Kharkiv region*. 3, 20–28 [in Ukrainian].

3. Muzafarova V. A., Riabchun V. K., Petukhova I. A., Padalka O. I. (2018). Osoblyvosti formuvannia vrozhaivosti zrazkiv henofondu yachmeniu yaroho v umovakh skhidnoi chastyny lisostepu Ukrainy [Peculiarities of the yield capacity of spring barley gene pool accessions in the eastern of Forest-Steppe of Ukraine]. *Selektsiia i Nasinnystvo. Plant Breeding and Seed Production*. 113, 117–123. [in Ukrainian]. DOI: 10.30835/2413-7510.2018.137291

4. Kozachenko M. R., Kompanets K. V. (2016). Morfo-biologichni osoblyvosti sortiv – dzherel tsinnykh oznak yachmeniu yaroho [Morpho-biological peculiarities of varieties-sources of valuable traits of spring barley]. *Henetychni Resursy Roslyn. Plant Genetic Resources*, 19, 57–67 [in Ukrainian].

5. Vasko N. I. (2007). Novi sorty yaroho yachmeniu [New varieties of spring barley]. *Selektsiia i Nasinnystvo. Plant Breeding and Seed Production*, 94, 246–255 [in Ukrainian].

6. Kozachenko M. R., Vasko N. I., Naumov O. H., Vesna S. V., Fedorenko V. O., Vazhenina O. Ye. (2005). Novi sorty i osoblyvosti tekhnolohii yikh vyroshchuvannia [New varieties of spring barley and their cultivation technology features]. *Selektsiia i Nasinnystvo. Plant Breeding and Seed Production*, 91, 164–171 [in Ukrainian].

7. Solonechna O. V. (2015). Sorty yachmeniu yaroho kormovoho napriamu vykorystannia yak dzherela tsinnykh oznak [Spring barley cultivars for fodder use as sources of valuable traits]. *Henetychni Resursy Roslyn. Plant Genetic Resources*, 16, 57–64 [in Ukrainian].

8. Hudzenko V. M. (2010). Vychennia adaptivnykh vlastyvoitei selektsiinykh liniy yaroho yachmeniu za vrozhaistiu [Study of adaptive properties of spring barley breeding lines by yield]. *Selektsiia i Nasinnystvo. Plant Breeding and Seed Production*, 98, 86–96 [in Ukrainian].

9. Zymohliad O. V., Kozachenko M. R., Vasko N. I., Solonechnyi P. M., Naumov O. H., Vazhenina O. Ye., Solonechna O. V. (2019). Osoblyvosti sortiv i liniy yachmeniu yaroho za kilkisnyimi morfo-biologichnymi ta hospodarskymi oznakami [Peculiarities of morpho-biological and valuable economic features in spring barley lines and cultivars]. *Selektsiia i Nasinnystvo. Plant Breeding and Seed Production*, 116, 31–40. [in Ukrainian]. DOI: 10.30835/2413-7510.2019.190451

10. Hudzenko V. M., Vasylenko N. V. (2012). Stabilnist ta plastychnist kolektsiinykh zrazkiv yachmeniu yaroho za kilkistiu zeren z holovnoho kolosa [Stability and plasticity of collection samples of spring barley by the number of grains from the main ear]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho aharnoho universytetu. Seriiia «Ahronomiia i Biolohiia»*.

[Bulletin of Sumy National Agrarian University. Ser.: Agronomy and Biology], 9 (24), 161–165 [in Ukrainian].

11. Khomenko S. O., Kochmarskyi V. S., Fedorenko I. V., Fedorenko M. V. (2020). Seleksiina tsinnist kolektsiinykh zrazkiv pshenytsi tvrdoi yaroi za pokaznykami produktyvnosti v umovakh Lisostepu Ukrainy [Breeding value of spring durum wheat accessions for performance traits under environment of Ukrainian Forest-Steppe]. *Plant Varieties Studying and Protection*. 16(3), 303–309. [in Ukrainian]. DOI: 10.21498/2518-1017.16.3.2020.214924

12. Berdin S. I., Tkachenko O. M. (2013). Formuvannia struktury produktyvnosti posiviv yachmeniu yaroho v umovakh Pivnichno-Skhidnoho Lisostepu Ukrainy [Formation of performance structure of spring barley crops in the North-Eastern Forest-Steppe of Ukraine]. *Visnyk Sumskoho Natsionalnoho Aharnoho Universytetu. Ser.: «Ahronomiia i Biolohiia»*. [Bulletin of Sumy National Agrarian University. Ser.: Agronomy and Biology, 2013; 11(26): 152–155 [in Ukrainian].

13. Sabadin V. Ya. (2014). Variability of spike performance components in spring barley varieties. In: *Naukovi poshuky molodi u III tysiacholitti. Novitni tekhnolohii v roslynnytsvi: tezy dopovidei Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii vchenykh, aspirantiv ta doktorantiv* [Scientific quest of youth in the third millennium New Technologies in Plant Production: abstracts of the International Scientific and Practical Conference of Scientists, Graduate Students and Doctoral Students]. P. 10. May 15–16, 2014, Bila Tserkva, Ukraine [in Ukrainian].

14. Addisu F., Shumet T. (2015). Variability, Heritability and Genetic Advance for some Yield and yield Traits in Barley (*Hordeum vulgare* L.). Landraces in Ethiopia. *International Journal of Plant Breeding and Genetics*. 9(2), 68–76. DOI: 10.3923/ijpb.2015.68–76.

15. Brenchley R., Spannagl N., Pfeifer M. (2012). Analysis of the bread wheat genome using whole genome shotgun sequencing. *Nature*. 2012. 491. 705–710. DOI: 10.1038/nature11650.

16. Solonechnyi P. M., Vasko N. I., Kozachenko M. R., Naumov O. H., Solonechna O. V., Vazhenina O. Ye., Zymogliad O. V. (2017). Seleksiina tsinnist sortiv yachmeniu yaroho za produktyvnistiu ta elementami struktury [Breeding value of spring barley varieties in terms of performance and plant structure elements]. *Selektsiia i Nasinnystvo. [Plant Breeding and Seed Production]*, 112, 127–134. [in Ukrainian]. DOI: 10.30835/2413-7510.2017.120437

17. Rahimi-Baladerai, Nemati N. A., Mobasser H. R., Chanbari-Malidarreh A., Dastan S. (2011). Effects of Showing Dates and CCC Application Yield and Yield Components of Barley (*Hordeum vulgare* L.). Cultivars in the North of Iran. *American-Eustralian J. Agric. S. Environ. Sci.*, 11(2): 49–54.

18. Noworolnik K. (2012). Morphological characters, plant phenology and yield of spring barley (*Hordeum sativum* L.) depending on cultivar properties and sowing date. *Acta Agrobotanica*. 65(2). 171–176. DOI: 10.5586/aa.2012.071.

19. Hudzenko V. M., Vasylykivskiy V. P. (2010). Novi dzherela hospodarsko-tsinnykh oznak yachmeniu yaroho [New sources of economic-valuable traits of spring barley]. *Ahrobiolohiia. Nauk. praci. Bilotserk. nats. ahrar. Unt. Agrobiolohiia. Science. work. Bila Tserkva National Agrarian University*, 4(80): 5–9 [in Ukrainian].

20. Kholod S. M., Kirian V. M., Vyskub R. S. (2020). Charakterystyka za produktywnosti zrazkiv pshenyysi miakoi ozymoi rozsadniyka Common Bunt-Resistaht Nursery (CBUNT-RES) u zoni Pivdennoho Lisostepu Ukrainy [Characteristics of productivity of soft winter wheat samples from common bunt-resistant nursery (CBUNT-RES) in the Southern Forest-Steppe zone of Ukraine]. *Plant Varieties Studying and Protection*, 16(4), 369–377. [in Ukrainian]. DOI: 10.21468/2518-1017.16.4.2020.224052.

21. Tkachyk S. O. (Ed.). (2016). *Metodyka provedenia ekspertyzy sortiv roslyn hrupy zernovykh na vidminnist, odnorodnist i stabilnist* [Methods of examination of plant varieties of cereals for difference, uniformity and stability]. (2nd ed., rev). Vinnytsia: FOP Korzun D. Yu. [in Ukrainian].

22. Demydov O. A., Blyzniuk R. M., & Radchenko O. S. (2015). *Kharakterystyka perspektyvnykh liniy pshenyysi yaroi za elementamy struktury vrozhaui* [Characteristics of promising spring wheat lines by yield components]. *Myronivskiy visnyk. Myronivka Bulletin*, 1, 18–25 [in Ukrainian].

23. Petukhova I. A., Ryabchun V. K., Muzaфарова V. A., Padalka O. I. (2016). *Otsinka sortiv yachmeniu yaroho dlia krupianoho napriamu vykorystannia za kompleksom tsinnykh hospodarskykh oznak v umovakh Lisostepu Ukrainy* [Evaluation of great spring barley varieties for a set of valuable economic features in the Forest-Steppe of Ukraine]. *Henetychni Resursy Roslyn. Plant Genetic Resources*, 18, 31–40 [in Ukrainian].

24. Orliuk A. P., Honcharova K. V. (2002). *Adaptyvnyi i produktyvnyi potentsialy pshenyysi: monohrafiia* [Adaptive and Productive Wheat Potentials]. Kherson: 2002. 276 p. (in Ukrainian).

25. Khomenko S. O., Kochmarskyi V. S., Fedorenko I. V., Fedorenko M. V. (2018). *Stabilnist i plastychnist kolektsiinykh zrazkiv pshenyysi miakoi yaroi za pokaznykamy produktyvnosti* [Stability and plasticity of collection samples of bread spring wheat by productivity indices]. *Visnyk Uman'skoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva. Bulletin of Uman National University of Horticulture*, 1, 43–47. [in Ukrainian]. DOI: 10.31395/2310-0478-2018-1-43-47

Холод С.М., Іллічов Ю.Г., Кір'ян В.М., Музафарова В.А. Визначення продуктивних сортів ячменю ярого в зоні Південного Лісостепу України

Мета – оцінити сорти ячменю ярого різного походження за показниками врожайності та її складових в зоні Південного Лісостепу України для залучення їх як вихідний матеріал у наукові програми.

Методи. Впродовж 2019–2021 років в умовах Устимівської дослідної станції рослинництва Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН за ознаками продуктивності досліджено, оцінено та описано 25 зразків ячменю ярого різного еколого-географічного походження. У польових і лабораторних умовах визначено урожайність, тривалість вегетації, продуктивність рослин і її структурні елементи. Проведені варіаційні аналізи за програмами STATISTICA 10 та EXCEL.

Результати. Встановлено особливості 25 зразків ячменю ярого за рівнем прояву морфо-біологічних (продуктивність, кількість колосків і зерен у колосі, довжина колоса, маса 1000 зерен, маса колоса та зерна з нього) і господарських показників (урожайність, вегетаційний період, стійкість до вилягання). Більш урожайним виявився 2021 рік, коли величина

маси зерна з 1 м² у середньому була на рівні 451,5 г/м² (у 2019 р. – 444,2 г/м², у 2020 р. – 390,5 г/м²). Впродовж всього періоду дослідження найбільшу врожайність показали сорти – Лідер, Діантус, МІП Титул, МІП Шарм, Гарант Преміум (UKR), Мерлін (CAN), Великан (KAZ), Артур (CZE). Найбільший рівень показника озерненості колоса зафіксовано у сортів МІП Титул (27,6 шт.), Беркут (24,6 шт.), Арістей (25,3 шт.) (UKR), CDC Carter (26,9 шт.), CDC Hilose (26,3 шт.), Condor (26,9 шт.) (CAN), Великан (28,3 шт.) (KAZ). За поєднанням високого рівня прояву таких ознак, як довжина колоса, кількість зерен у колосі, маса зерна з колоса та з рослини, маса 1000 зерен виділили сорти: МІП Титул, МІП Шарм, МІП Девіз (UKR), Артур (CZE), Великан (KAZ), CDC Carter (CAN). Висока екологічна пластичність врожайності в умовах Південного Лісостепу України відмічена у сортів Беркут, Стимул, Лідер, МІП Девіз, МІП Захисник, МІП Титул, МІП Шарм (UKR), CDC Carter, Condor, Merlin (CAN), Lilly (DEU).

Висновки. Виділено зразки з матеріалу ячменю ярого за показниками продуктивності, які можна рекомендувати як вихідний матеріал у селекції на підвищення продуктивного потенціалу культури в умовах Південного Лісостепу України.

Ключові слова: ячмінь ярий, сорт, продуктивність, урожайність, довжина колосу, кількість зерна в колосі, маса зерна в колосі, маса 1000 зерен

Kholod S.M., Illichov Yu.G., Kirian V.M., Muzaфарова V.A. Determining of productive spring barley varieties in the Southern Forest-Steppe Zone of Ukraine

Purpose is to evaluate varieties of spring barley of different origins by sings of yield and its components in the Southern Forest-Steppe Zone of Ukraine in order to involve them as a source material in scientific programs.

Methods. During 2018–2020 on the base of Ustymivska Experimental Station of Plant Production of Plant Production Institute named after V.Ya. Yuriev of NAAS the authors studied, evaluated and described 25 spring barley samples of various eco-geographical origins by productivity traits. In the field and laboratory conditions, sings of yield and productivity were growing period length, lodging resistance, performance and its structural elements were determined. Calculus of variations analysis of variance were per-formed in STATISTICA 10 and EXCEL.

Results. The peculiarities of 25 cultivars of spring barley were described by demonstration levels of the sings: morpho-biological (performance, the number of spikelets and grains in the ear, spike length, 1000 grains weight, weight of ear and grain) and economic (yield, length of growing period, lodging resistance). More yields were obtained in 2021 when the value of grain weight per 1 m² was on a level of 451.5 g/m² on the average (in 2019 it was 444.2 g/m², in 2020 it was 390.5 g/m²). During the whole period of experiments, such varieties as Lider, Dianthus, MIP Tytul, MIP Sharm, Harant Premium (UKR), Merlin (CAN), Velykan (KAZ), Arthur(CZE) demonstrated the best productivity capacity. The highest level of the index of grain size of the ear was recorded in the varieties MIP Tytul, (27.6 pcs), Berkut (24.6 pcs), Aristei (25.3 pcs) (UKR), CDC Carter (26.9 pcs), CDC Hilose (26.3 pcs), Condor (26.9 pcs) (CAN), Velykan (28.3 pcs) (KAZ). By combining a high level of manifestation of sings spike length, number of grains in the ear, weight of

grain from an ear and from a plant, 1000 grains weight, distinguished varieties: MIP Tytul, MIP Sharm, MIP Deviz (UKR), Arthur (CZE), Velykan (KAZ), CDC Carter (CAN). High ecological plasticity of yield in the conditions of the Southern Forest-Steppe of Ukraine is noted in the varieties Berkut, Stymul, Lider, MIP Deviz, MIP Zakhysnyk, MIP Tytul, MIP Sharm (UKR), CDC Carter, Condor, Merlin (CAN), Lilly (DEU).

Conclusions. Samples of spring barley material were selected according to productivity sings, which can be recommended as a source material in breeding to increase the productive potential of the culture in the conditions of the Southern Forest-Steppe of Ukraine.

Key words: spring barley, variety, productivity, yield, ear length, amount of grain in an ear, weight of grain in an ear, weight of 1000 grains.

ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК

| | | | |
|-----------------------|--------|---------------------|--------|
| БІЛЯВСЬКА Л.Г..... | 5 | КРАВЧЕНКО А.І..... | 93 |
| БІЛЯВСЬКИЙ Ю.В..... | 5 | КУЛИК М.І..... | 5 |
| БОБОНИЧ Є.Ф..... | 33 | ЛИХОВИД П.В..... | 18, 47 |
| БОЯРКІНА Л.В..... | 12 | ЛІКАР Я.О..... | 25 |
| ВОЖЕГОВА Р.А..... | 18, 25 | МАМЧУР Р.М..... | 33 |
| ГАДЗАЛО Я.М..... | 25 | МАРЧЕНКО Т.Ю..... | 75 |
| ГОЛОБОРОДЬКО С.П..... | 65 | МОРОЗ С.Ю..... | 33 |
| ГРАБОВСЬКИЙ М.Б..... | 52 | МУЗАФАРОВА В.А..... | 100 |
| ДОЛЯ М.М..... | 33 | НАЗАРЕНКО М.М..... | 60, 88 |
| ДУБИНСЬКА О.Д..... | 65 | НІМЕНКО С.С..... | 52 |
| ЗАВАЛЬНЮК О. І..... | 75 | ПЕТРЕНКО А.І..... | 60 |
| ЗАХАРЧЕНКО Е.А..... | 83 | ПІЛЯРСЬКА О.О..... | 18 |
| ІЛЛІЧОВ Ю.Г..... | 100 | СИДОРОВ С.М..... | 65 |
| КАЧАНОВА Т.В..... | 18 | СКАКУН В.М..... | 75 |
| КІР'ЯН В.М..... | 100 | ХОЛОД С.М..... | 100 |
| КОВАЛЕНКО О.А..... | 18 | ЧЖАН С..... | 83 |
| КОВАЛЬОВ М.М..... | 40 | ШАРІЙ В.О..... | 12 |
| КОСТРИЧ Д.В..... | 33 | ШИТІКОВ Р.М..... | 88 |

НОТАТКИ

Наукове видання
ЗРОШУВАНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО
Збірник наукових праць

Випуск 79

Відповідальний за випуск – Пілярська О.О.

Підписано до друку 08.05.2023 р. Формат 60x84 1/8.
Папір офсетний. Гарнітура Arial. Цифровий друк.
Умовно друк. арк. 13,02. Наклад 300. Зам. № 0623/364
Віддруковано з готового оригінал-макета.

Видавництво і друкарня – Видавничий дім «Гельветика»
65101, м. Одеса, вул. Інглєзі, 6/1
Телефони: +38 (095) 934 48 28, +38 (097) 723 06 08
E-mail: mailbox@helvetica.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 7623 від 22.06.2022 р.