

ISSN 2226-0099

Міністерство освіти і науки України
Херсонський державний аграрно-економічний університет



Таврійський науковий вісник

Сільськогосподарські науки

**Випуск 141
Частина 2**



Видавничий дім
«Гельветика»
2025

*Рекомендовано до друку вченою радою Херсонського державного аграрно-економічного університету
(Протокол № 6 від 13.02.2025)*

Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки / Херсонський державний аграрно-економічний університет. Одеса : Видавничий дім «Гельветика», 2025. Вип. 141. Ч. 2. 276 с.

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

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

Реєстрація суб'єкта у сфері друкованих медіа: Рішення Національної ради України з питань телебачення і радіомовлення No 2933 від 24.10.2024 року. Ідентифікатор медіа R30-05566.

Мова видання: українська, англійська, німецька, польська.

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

Головний редактор:

Аверчев О.В. – доктор сільськогосподарських наук, професор, заслужений працівник науки та техніки України, завідувач кафедри землеробства, Херсонський державний аграрно-економічний університет.

Члени редакційної колегії:

Вожегова Р.А. – доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН, заслужений діяч науки і техніки України, директор, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН України;
Лавренко С.О. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент, заслужений винахідник, проректор з наукової роботи та міжнародної діяльності, Херсонський державний аграрно-економічний університет;

Бех В.В. – доктор сільськогосподарських наук, професор, зав. відділу селекції риб, Інститут рибного господарства НААН України;

Волох А.М. – доктор біологічних наук, професор, професор кафедри геоекології і землеустрою, Таврійський державний агротехнологічний університет;

Данилик І.М. – доктор біологічних наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник, Інститут екології Карпат НАН України;

Србіслав Денчіч – доктор генетичних наук, професор, член-кор. Академії наук і мистецтв та Академії технічних наук Сербії, Сербія;

Дубина Д.В. – доктор біологічних наук, професор, головний науковий співробітник, Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України;

Кутішев П.С. – кандидат біологічних наук, доцент, завідувач кафедри водних біоресурсів та аквакультури, Херсонський державний аграрно-економічний університет;

Мельничук С.Д. – доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри технологій молока та м'яса, Сумський національний аграрний університет;

Осадовский Збигнев – доктор біологічних наук, професор, ректор Поморської Академії, Слупськ, Польща;

Пасічник Л.А. – доктор біологічних наук, старший науковий співробітник відділу фітопатогенних бактерій Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України;

Повозніков М.Г. – доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри конярства та бджільництва, Національний університет біоресурсів і природокористування України;

Скляр В.Г. – доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри екології та ботаніки, Сумський національний аграрний університет;

Черненко О.М. – доктор сільськогосподарських наук, професор, професор кафедри годівлі та розведення сільськогосподарських тварин, Дніпровський державний аграрно-економічний університет;

Шевченко П.Г. – кандидат біологічних наук, доцент, старший науковий співробітник, завідувач кафедри гідробіології та іхтіології, Національний університет біоресурсів та природокористування України.

ЗЕМЛЕРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО, ОВОЧІВНИЦТВО ТА БАШТАННИЦТВО

AGRICULTURE, CROP PRODUCTION,
VEGETABLE AND MELON GROWING

УДК 632.11:632.4:635.9

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.2.1>

ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ БОРОШНИСОЇ РОСИ ТРОЯНД

Мирошниченко Д.М. – аспірант кафедри фітопатології
імені академіка В.Ф. Пересипкіна,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
Піковський М.Й. – д.с.-г.н.,
професор кафедри фітопатології імені академіка В.Ф. Пересипкіна,
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Троянди є однією з основних квітниково-декоративних культур, що зумовлено їх поліфункціональним значенням і багатогранністю використання, зокрема у промисловому квітникарстві та в декоративному садівництві. Однак за різних способів та умов культивування вони можуть уражуватися багатьма фітопатогенами. В умовах України поширеним є паразитування на рослинах троянд гриба *Podosphaera pannosa* (Wallr.: Fr.) de Vary, який викликає борошнисту росу. Дана хвороба зумовлює погіршення декоративних властивостей рослин і може призводити до зниження їх продуктивності.

Значний вплив на розвиток хвороб рослин мають умови навколишнього середовища, при цьому зміна клімату також може відображатися на вірулентності патогенів, їх адаптації до нових умов.

Мета роботи полягала у вивченні впливу метеорологічних факторів на розвиток борошнистої роси троянд. Дослідження проводили протягом вегетаційних періодів 2023-2024 рр. на території м. Києва. Спостерігали за розвитком хвороби на чайно-гібридних трояндах у відкритому ґрунті. У роботі використовували фітопатологічні методи, які передбачали візуальну діагностику хвороби та мікроскопічний аналіз її збудника. Оцінку ступеня розвитку борошнистої роси здійснювали за загальноприйнятою шкалою.

Під час фітопатологічного моніторингу хвороба проявлялася на листках, молодих пагонах і квітках троянд. В окремих випадках патологія мала нетипові симптоми – викликала зміну забарвлення хворих ділянок на жовтувате, фіолетове або червонувате.

Метеорологічні умови під час проведення досліджень (2023-2024 рр.) різнилися між собою, що зумовлювало відмінності у строках появи та інтенсивності розвитку захворювання. У 2023 р. рослини троянд, уражені борошнистою россою, виявлені у першій декаді червня, тоді як у 2024 р. – у третій декаді травня. Сприятливими для розвитку хвороби були періоди, які характеризувалися середньодобовою температурою в діапазоні 20,5-22,6 °С, відносною вологістю повітря 63,5-74,1 % та ГТК 0,86-1,25. Підвищення середньодобової температури повітря в межах 24,5-27,9 °С і дуже сильна посуха сповільнювали розвиток

борошнистої роси троянд. Отримані результати можна використовувати під час розробки системи захисту троянд від хвороб.

Ключові слова: троянди, борошниста роса, температура, вологість, поширення і розвиток хвороби.

Myroshnychenko D.M., Pikovskyi M.Y. Features of the development of powdery mildew in roses

Roses are one of the main floricultural and ornamental crops, which is due to their multifunctional value and versatility of use, in particular in industrial floriculture and in ornamental horticulture. However, under different cultivation methods and conditions, they can be affected by many phytopathogens. In Ukraine, the parasitism of rose plants by the fungus *Podosphaera pannosa* (Wallr.: Fr.) de Bary, which causes powdery mildew, is common. This disease causes a deterioration in the decorative properties of plants and can lead to a decrease in their productivity.

Environmental conditions have a significant impact on the development of plant diseases, while climate change can also be reflected in the virulence of pathogens and their adaptation to environmental conditions.

The purpose of the work was to study the influence of meteorological factors on the development of powdery mildew of roses. The research was conducted during the growing seasons of 2023-2024 in the territory of Kyiv. The development of the disease was monitored on hybrid tea roses in open ground. Phytopathological methods were used for the research, which included visual diagnosis of the disease and microscopic analysis of its pathogen. The degree of powdery mildew development was assessed using a generally accepted scale.

During phytopathological monitoring, the disease manifested itself on leaves, young shoots and flowers of roses. In some cases, the pathology had atypical symptoms – it caused a change in the color of diseased areas to yellowish, purple or reddish.

Meteorological conditions during the research (2023-2024) differed from each other, which caused differences in the timing of the appearance and intensity of the disease. In 2023, rose plants affected by powdery mildew were detected in the first decade of June, while in 2024 – in the third decade of May. Favorable for the development of the disease were periods characterized by an average daily temperature in the range of 20.5-22.6 °C, relative humidity of 63.5-74.1% and GTK 0.86-1.25. An increase in the average daily air temperature in the range of 24.5-27.9 °C and very severe drought slowed down the development of powdery mildew of roses. Research results can be used to develop a system for protecting roses from diseases.

Key words: roses, powdery mildew, temperature, humidity, spread and development of the disease.

Постановка проблеми. Троянда є однією з найбільш важливих декоративних рослин [1]. Завдяки значному поліфункціональному значенню та багатогранності їх використання, зокрема у промисловому квітникарстві та в декоративному садівництві, вони викликають особливу увагу у багатьох дослідників, які вивчають різні аспекти даної культури в умовах України [2]. Водночас, рослини троянд за різних способів та умов культивування є сприйнятливими до ураження багатьма фітопатогенами [1]. Небезпечними біотичними чинниками під час вирощування рослин є інфекційні патології [3-5]. У різних країнах світу та в Україні однією з найпоширеніших хвороб троянд є борошниста роса, яка зумовлює зниження декоративних властивостей рослин і може проявлятися у різні періоди вегетації культури [6-8].

Відомо, що великий вплив на розвиток хвороб рослин мають умови навколишнього середовища, при цьому зміна клімату також може модулювати вірулентність патогенів та їх адаптацію до нових умов середовища [9]. Наявність у науковій літературі різноманітної інформації щодо екології збудників борошнистих рос і впливу умов навколишнього середовища зумовлює необхідність вивчення даних аспектів на рослинах троянд.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Борошниста роса є однією з найбільш поширених і небезпечних хвороб рослин, яку викликають біотрофні

патогени. Останні уражують понад 10 000 видів рослин. Різні збудники борошнистої роси у певні фази їх життєвих циклів відрізняються вимогами щодо температури, вологості та інших чинників [10]. Спори борошнисторосяних грибів проростають та інфікують рослину-хазяїна за відсутності краплинно-рідинної вологи, хоча вимоги до вологості відрізняються. У більшості випадків за наявності вільної вологи конідії гинуть, а ріст міцелію пригнічується [11]. Інтенсивність захворювання зазвичай зростає в кінці літнього періоду [12]. На рослинах троянд борошнисту росу викликає гриб *Podosphaera pannosa* (Wallr.: Fr.) de Bary [13-14].

При вивченні впливу температури на тривалість інкубаційного періоду борошнистої роси троянд, спричиненої *Sphaerotheca pannosa* var. *rosae*, встановлено що за постійної температури в діапазоні 8-28 °C тривалість інкубаційного періоду становила від 3 до 10 днів; за температури 30 °C через 19 днів видимих колоній патогену не утворювалося [15]. Лабораторними дослідженнями встановлено, що 24 годинне освітлення на добу значно знижувало інтенсивність захворювання [16].

Також сприяє розвитку борошнистої роси затінення насаджень, що зменшує циркулювання повітря і підвищує вологість [17]. Оптимальне проростання конідій відбувається через 2-4 год, якщо температура становила від 20 до 23 °C і відносна вологість складала 100 %, але температура близько 30 °C пригнічувала даний процес [15, 18].

Рівняння множинної регресії засвідчило залежність розвитку борошнистої роси від метеорологічних факторів на 97,2 % [19]. Також вказується, що розвиток хвороби позитивно корелював з ранковою відносною вологістю, вечірньою відносною вологістю і швидкістю вітру, але відмічена негативна кореляція з мінімальною температурою (-0,767), максимальною температурою (-0,635) та кількістю опадів (-0,234) [20].

Таким чином, аналіз результатів наукових досліджень, отриманих у різних регіонах, свідчить про вплив екологічних умов на поширення борошнистої роси троянд.

Вивчення впливу метеорологічних факторів на розвиток хвороби потребує проведення експериментів у конкретних умовах культивування троянд, що сприятиме розуміння епідеміологічних умов захворювання та розробці стратегії заходів його контролю.

Мета досліджень – провести моніторинг борошнистої роси троянд у відкритому ґрунті.

Постановка завдання. Дослідження проводили протягом вегетаційних періодів 2023-2024 рр. на території м. Києва у Голосіївському районі. Аналізували рослини одного і того ж сорту чайно-гібридних троянд, які вирощували у відкритому ґрунті. Оцінку поширення борошнистої роси та інтенсивності її розвитку здійснювали шляхом візуального огляду модельних рослин, на яких не виконували заходи контролю хвороби. За потреби відбирали зразки рослинного матеріалу, здійснювали лабораторну ідентифікацію збудника та діагностику хвороби, використовуючи загальноприйняті фітопатологічні методи – мікро- та макроскопічний [8, 21].

Оцінку ступеня ураження рослин проводили з використанням шкали M.L. Sahn [22]. Розповсюдження хвороби визначали за формулою [23]:

$$P = \frac{n \times 100}{N},$$

де P – розповсюдження хвороби, %;

N – загальна кількість рослин у пробах, шт.;

n – кількість хворих рослин у пробах, шт.

Інтенсивність розвитку хвороби розраховували за наступною формулою:

$$Rx = \frac{\sum (a \times b) \times 100}{N \times K},$$

де Rx – розвиток хвороби, %;

$\sum (a \times b) \times 100$ – сума добутку кількості хворих рослин на відповідний бал ураження;

N – загальна кількість облікових рослин (здорових і хворих), шт.;

K – вищий бал шкали обліку [23].

Для статистичної обробки результатів досліджень використовували пакет програм аналізу даних Microsoft Excel.

Виклад основного матеріалу дослідження. У період проведення досліджень борошниста роса проявлялася на листках, молодих пагонах і квітках троянд (рис. 1). За ураження листкових пластинок на їх поверхні утворювався білий борошнистий наліт. В окремих випадках спостерігали зміну забарвлення хворих ділянок на жовтувате, фіолетове або червонувате. За сильного розвитку молоді листки скручувалися та деформувалися. На стеблах наліт часто формувався навколо колючок і мав більш щільну структуру. Уражені квітконоси, чашечки і пелюстки також вкривалися міцелієм і спороношенням патогену. Саме на ці ознаки звертали увагу під час моніторингу хвороби.



а



б



в

Рис. 1. Борошниста роса троянд: уражені листки (а); симптоми хвороби на стеблі (б) та пелюстках квітки (в)

Метеорологічні умови в роки проведення досліджень різнилися між собою, що зумовлювало відмінності у строках появи та інтенсивності розвитку борошнистої роси троянд.

Середні значення місячних температур повітря та кількість атмосферних опадів у 2023 р. (рис. 2) складали: квітень – 9,7 °С (59,2 мм), травень – 16,3 °С (0,6 мм), червень – 20,1 °С (38,1 мм), липень – 24,6 °С (72,7 мм), серпень – 24,0 °С (8,6 мм) та вересень – 19,2 °С (7,3 мм). Відносна вологість повітря у квітні становила – 74,1 %, травні – 49,2 %, червні – 62,6 %, липні – 67,6 %, серпні – 63,5 % та вересні – 64,6 %. Загалом спостерігалася посушлива погода. ГТК за травень, червень і вересень складав менше 1. Тільки у липні даний показник становив 1,0.

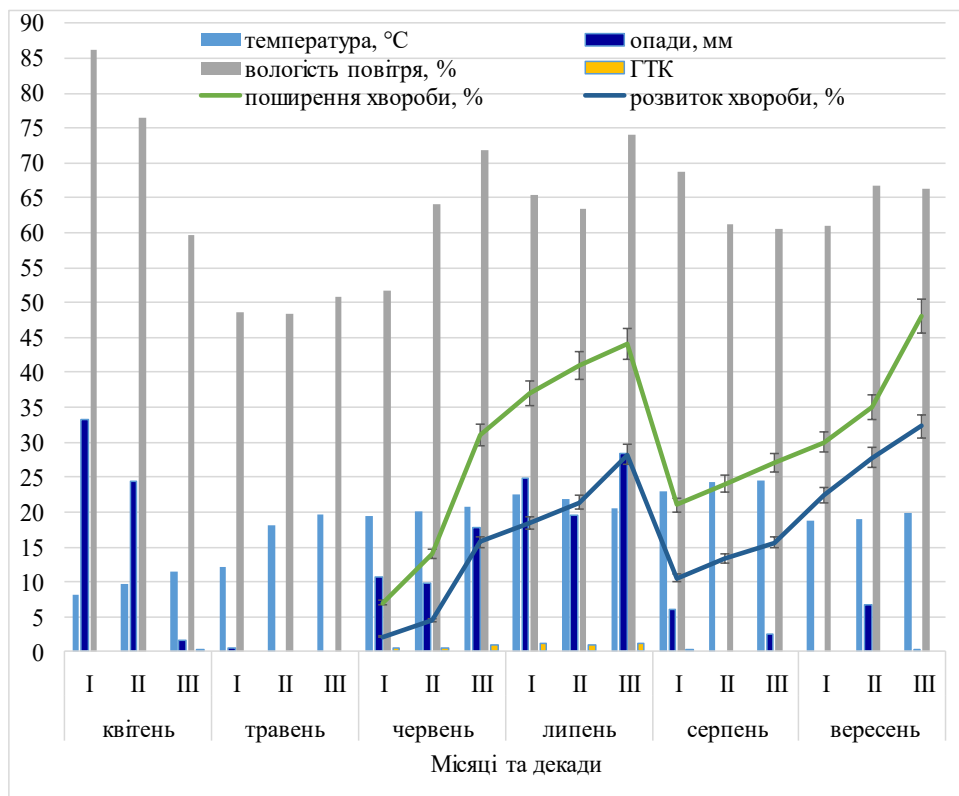


Рис. 2. Динаміка поширення та розвитку борошнистої роси під час вегетації троянд у 2023 році (м. Київ)

У 2023 р. рослини троянд, уражені борошнистою росою, виявлені у першій декаді червня (рис. 2). Поширення хвороби у цей час становило 7 % за її розвитку 2,1 %. Надалі, до третьої декади липня відбувалося динамічне зростання кількості уражених рослин (44 %) та інтенсивності розвитку хвороби (28,2 %). Наступний спалах борошнистої роси відмічено в осінній період вегетації троянд. Протягом вересня кількість уражених рослин зростає від 30 до 48 %, а ступінь ураження за цей період спостережень становив 22,4-32,3 %.

Під час вегетації троянд у 2024 р. середні значення місячних температур повітря та кількість атмосферних опадів склали (рис. 3): квітень – 12,9 °C (51,3 мм), травень – 16,9 °C (9,6 мм), червень – 21,9 °C (94,1 мм), липень – 25,0 °C (5,4 мм), серпень – 22,9 °C (30,9 мм), вересень – 20,5 °C (8,1 мм). При цьому відносна вологість повітря була наступною: у квітні – 69,0 %, травні – 51,4 %, червні – 68,8 %, липні – 63,6 %, серпні – 59,6 % та у вересні – 56,0 %. ГТК у квітні становив 0,53, травні – 0,14, червні – 1,49, серпні – 0,47. Аномально посушливою була погода у липні та вересні.

Перші рослини троянд, уражені борошнистою росою, під час вегетації рослин у 2024 році виявлені у третій декаді травня (рис. 3). Надалі, максимального поширення хвороба набувала у третій декаді червня: розповсюдження становило 19 %, а ступінь ураження – 2,1 %.

а розвиток захворювання – 12,4 %. Зростання даних показників також відбувалося з першої декади серпня до третьої вересня, коли максимальна кількість хворих рослин становила 30 %, а інтенсивність їх ураження – 25,1 %.

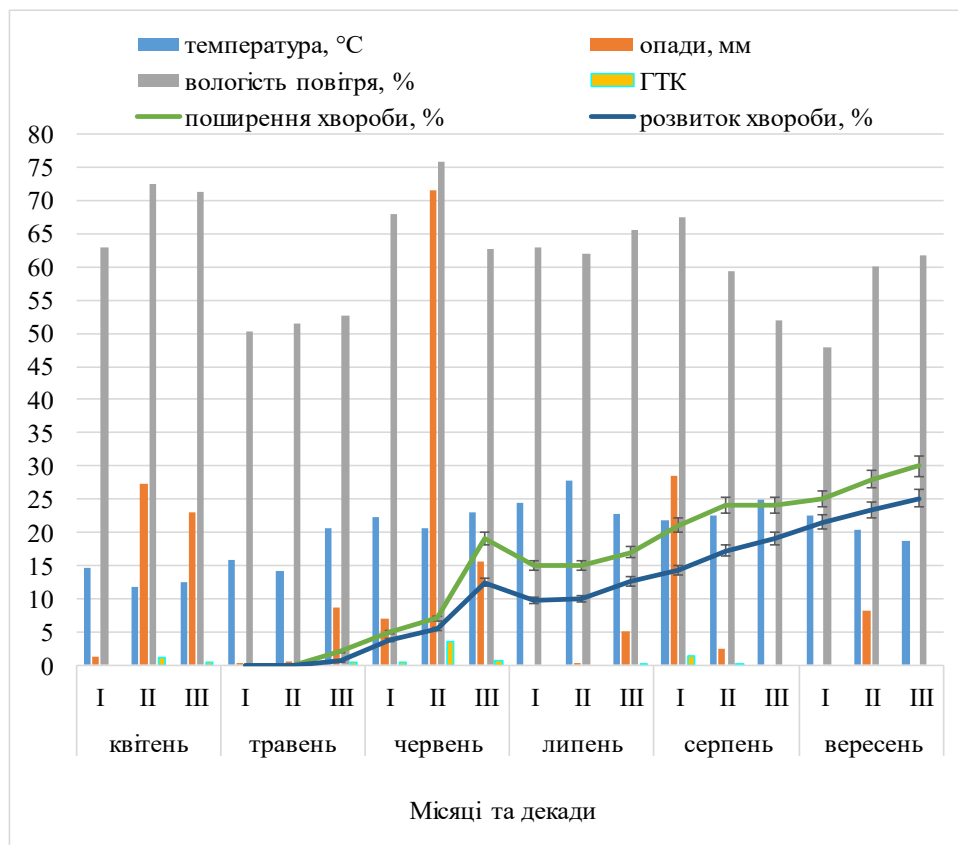


Рис. 3. Динаміка поширення та розвитку борошнистої роси під час вегетації троянд у 2024 році (м. Київ)

Дослідженнями А.Б. Марченко [24] встановлено, що поширення борошнистої роси, зумовленої збудником *Sr. pannosa* var. *rosae* в урбоекосистемах Лісостепу України відбувалося за середньодобової температури повітря 19,6 °C, кількості опадів – 16,3 мм, відносної вологості повітря – 66,4 % і ГТК – 1,4.

Водночас Кумар В. і Чандел С. [19] під час вивчення впливу епідеміологічних факторів на інтенсивність розвитку борошнистої роси троянд у сорту Lutin протягом двох років спостерігали прогресуюче наростання хвороби за температури 24,6 °C, сукупній кількості опадів 25,5 мм і середній відносній вологості повітря 61,5 %.

У наших дослідженнях під час вегетації троянд у 2023 році періоди, які характеризувалися середньодобовою температурою в межах 20,5-22,6 °C, відотною вологістю повітря 63,5-74,1 % та ГТК 0,86-1,25, були сприятливими для розвитку борошнистої роси. Аналіз метеорологічних умов 2024 року засвідчив, що за

підвищення середньодобової температури повітря в діапазоні 24,5-27,9 °С (перша-друга декади липня) і дуже сильної посухи хвороба не мала швидкого поширення та інтенсивного розвитку. Тобто низький рівень ГТК, низька вологість повітря, підвищені температури сповільнювали розвиток хвороби.

Висновки і пропозиції. Метеорологічні умови в роки проведення досліджень були різними, що зумовлювало відмінності у строках появи та інтенсивності розвитку борошнистої роси троянд. У 2023 р. початковий розвиток хвороби виявлено у першій декаді червня, тоді як у 2024 р. – у третій декаді травня. Сприятливими для розвитку борошнистої роси були періоди, які характеризувалися середньодобовою температурою в діапазоні 20,5-22,6 °С, відносною вологістю повітря 63,5-74,1 % та ГТК 0,86-1,25. Підвищення середньодобової температури повітря в межах 24,5-27,9 °С, дуже сильна посуха сповільнювали розвиток хвороби. Отримані результати досліджень слід використовувати під час розробки системи захисту троянд від хвороб.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Debener T., Byrne D.H. Disease resistance breeding in rose: current status and potential of biotechnological tools. *Plant Sci.* 2014. № 228. P. 107–117. doi: 10.1016/j.plantsci.2014.04.005
2. Троянди в насадженнях міста Києва / О.В. Колесніченко та ін. Київ: ФОП Ямчинський О.В., 2020. 267 с.
3. Linde M., Shishkoff N. Disease Powdery mildews. In: Encyclopedia of rose science (Eds. Roberts A.V., Debener T., Gudin S.). Elsevier, Academic Press, Oxford, 2003. P. 158–165.
4. Pikovskyi M.Y., Kolesnichenko O.V., Kyryliuk V.I., Serediuk O.O. Flower-ornamental plants – the host of Botrytis cinerea Pers. *Біоресурси і природокористування*. 2018. Т.10. № 5-6. С. 5–10.
5. Мирошніченко Д.М., Піковський М.Й. Стійкість сортів троянд проти чорної плямистості. *Фітосанітарна безпека*. 2023. Вип. 69. С. 107–117.
6. Braun U., Takamatsu S. Phylogeny of Erysiphe, Microsphaera, Uncinula (Erysipheae) and Cystotheca, Podosphaera, Sphaerotheca (Cystothecaceae) inferred from rDNA ITS sequences-some taxonomic consequences. *Schlechtendalia*. 2000. № 4. P. 1–33.
7. Scarito G., Salamone A., Vito Zizzo G., Agnello S. Use of natural products for their control of powdery mildew of rose plants. *Acta Hort.* 2007. Vol. 751. P. 251–257.
8. Піковський М.Й., Кирик М.М., Шевчук В.К., Конуп Л.О., Мельник В.І., Азаїкі С.С. Хвороби квітково-декоративних рослин : підручник. Київ: ФОП Ямчинський О.В., 2022. 331 с.
9. Singh B.K., Delgado-Baquerizo M., Egidi E. et al. Climate change impacts on plant pathogens, food security and paths forward. *Nat. Rev. Microbiol.* 2023. Vol. 21. P. 640–656. <https://doi.org/10.1038/s41579-023-00900-7>
10. Mieslerová B., Cook R. T.A., Wheeler C.P., Lebeda A. Ecology of Powdery Mildews – Influence of Abiotic Factors on their Development and Epidemiology. *Critical Reviews in Plant Sciences*. 2022. Vol. 41. № 6. P. 365–390. <https://doi.org/10.1080/07352689.2022.2138044>
11. Flint M.L. Pests of the Garden and Small Farm: A Grower's Guide to Using Less Pesticide. Oakland Univ. Calif. Agric. Nat. Res. Publ, 1998. 286 p.
12. Koike S.T., Gladders P., Paulus A.O. Vegetable Diseases. A Color Handbook. Academic Press, San Diego, CA, 2007. 320 p.
13. Braun U., Takamatsu S. Phylogeny of Erysiphe, Microsphaera, Uncinula (Erysipheae) and Cystotheca, Podosphaera, sphaerotheca (Cystothecaceae) inferred from rDNA ITS sequences some taxonomic consequences. *Schlechtendalia*. 2000. № 4. P. 1–33.

14. Braun U., Cook R.T.A., Inman A.J., Shin H.D. The taxonomy of the powdery mildew fungi. In: Belanger R R, Bushnell W R, Dik A J, Carver T L W (Ed), *The Powdery Mildews: A Comprehensive Treatise*, St. Paul, M N, USA, APS Press, 2002. P. 13–55.
 15. Xu X.M. Effects of Temperature on the Length of the Incubation Period of Rose Powdery Mildew (*Sphaerotheca pannosa* var. *rosae*). *European Journal of Plant Pathology*. 1999. Vol. 105. P. 13–21.
 16. Suthaparan A., Stensvand A., Torre S., Herrero M.L., Pettersen R.I., Gadoury D.M., Gíslérød H.R. Continuous lighting reduces conidial production and germinability in the rose powdery mildew pathosystem. *Plant Disease*. 2010. Vol. 94. P. 339–344.
 17. Linde M., Shishkoff N. Powdery mildew. In: Roberts, A.V., T. Debener, and S. Gudin (eds). *Encyclopedia of Rose Sciences*. Elsevier Science. Oxford, USA, 2003. P. 158–165.
 18. Horst R.K., Cloyd R.A. *Compendium of Rose Diseases and Pests*. Second Edition. The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota, USA. 2007. 96 p.
 19. Kumar V., Chandel S. Effect of epidemiological factors on percent disease index of rose powdery mildew caused by *Podosphaera pannosa* (Wallr.) de Bary. *Journal of Crop and Weed*. 2018. Vol. 14. № 2. P. 137–142.
 20. Choudhary A.P., Jaiman R.K., Kiran Kumari, Patel P.K. Management of Rose Powdery Mildew Caused by *Podosphaera pannosa* (Wallr.) de Bary. *Environment and Ecology*. 2021. Vol. 39. № 4. P. 1000–1007.
 21. Narayanasamy P. *Plant Pathogen Detection and Disease Diagnosis*. CRC Press, 2001. 544 p.
 22. Amin Faheem et al. Evaluation of Genus *Rosa* Germplasm for Resistance to Black Spot and Powdery Mildew. *International Journal of Agriculture Sciences*. 2016. Vol. 8. Iss. 42. P. 1859–1862.
 23. Методика випробування і застосування пестицидів / С. О. Трибель та ін.; За ред. С.О. Трибеля. Київ: Світ, 2001. 448 с.
 24. Марченко А.Б. Мікозні хвороби троянд: діагностика, етіологія, сортова стійкість, біозахист: монографія / А.Б. Марченко. Під загальною редакцією доктора біол. наук Слюсаренка О.М. Біла Церква, 2017. 216 с.
-

УДК 635.21:631.8

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.2.2>

ВПЛИВ РЕСУРСООЩАДНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ВИРОЩУВАННІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР НА ВЛАСТИВОСТІ ЧЕРНОЗЕМУ ТИПОВОГО

Мороз О.С. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства імені С.Т. Вознюка,
Національний університет водного господарства та природокористування

Солодка Т.М. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства імені С.Т. Вознюка,
Національний університет водного господарства та природокористування

Опанасюк Д.В. – студент II курсу,

Навчально-науковий інститут агроекології та землеустрою

Національного університету водного господарства та природокористування

У статті проаналізовано вплив ресурсощадних технологій вирощування культур на фізико-хімічні властивості чорнозему типового. Метою роботи було дослідження змін фізико-хімічних характеристик типового середньо-суглинкового чорнозему при використанні ґрунтозахисних технологій вирощування озимої пшениці. За визначенням В. В. Докучаєва, ґрунт – це не просто гірська порода, утворена геологічними процесами та історією, а результат дії фізико-географічних чинників, таких як ландшафт. Він є самостійним природним тілом, яке Докучаєв називав «четвертим царством природи», поряд з рослинами, тваринами та мінералами. Проблема раціонального використання ґрунтового покриву в сучасних умовах постає особливо гостро. Концепція сталого розвитку передбачає ощадливе використання як невідтворюваних, так і відтворюваних ресурсів.

Вона може бути обумовлена різноманітними факторами, як природними, так і антропогенними. У багатьох випадках природні й антропогенні фактори перетинаються, діють комплексно і можуть каталізувати деградаційні процеси. Ґрунтовий покрив дослідної ділянки представлений типовим чорноземом крупнопилувато-середньо-суглинковим на лесі. Згідно проведених дослідів і розрахунків внесення соломи разом з органічними і мінеральними добривами підвищило вміст гумусу при мілкому обробітку на 0,25 %, при різноглибинному обробітку – на 0,22 %, безпліцевий обробіток ґрунту без внесення добрив мав перевагу над оранкою за показником суми обмінних основ, особливо варіант з різноглибинним плоскорізним обробітком, який складав 30,1 мг-екв/100 г ґрунту, порівняно з оранкою, яка становила 28,2, та мілким плоскорізним обробітком – 28,8 мг-екв/100 г ґрунту. Вперше було проведено оцінку впливу ресурсощадних технологій вирощування озимої пшениці на фізико-хімічні показники типового чорнозему.

Ключові слова: обробіток ґрунту; різноглибинний обробіток ґрунту; безпліцевий обробіток ґрунту; ґрунтозахисні технології, вирощування сільськогосподарських культур.

Moroz O.S., Solodka T.M., Opanasiuk D.V. Influence of resource-saving technologies in crop cultivation on the properties of typical black soil

The article analyzes the influx of resource-saving technologies for growing crops on the physical and chemical power of typical black soil. The method of work was to investigate changes in the physico-chemical characteristics of typical medium-loam chernozem under different soil-drying technologies for growing winter wheat. According to V.V. Dokuchaev, soil is not just a mountain rock, created by geological processes and history, but the result of the actions of physical-geographical officials, such as landscape. It is an independent natural body, as Dokuchaev called "the fourth kingdom of nature," including plants, animals and minerals. The problem of rational viorization of the soil curve is especially acute in today's minds. The concept of steel development conveys the careful use of both uncreated and created resources.

It may be affected by a variety of factors, both natural and anthropogenic. In many situations, natural anthropogenic factors interact, act in a complex manner and can catalyze degradation

processes. The soil cover of the last plot is represented by typical coarse-piluvate-medium-loamy chernozem on the forest. Based on the results of research and de-raking, the application of straw together with organic and mineral fertilizers increased the amount of humus in small tillage by 0.25%, and in mixed tillage – by 0.22 %, non-police treatment of the soil without applying it to the advantage over the orange for the indicator of the amount of exchangeable bases, especially the option with a different type of flat-cut treatment, which added up to 30.1 mg-eq/100 g of soil, leveled with the orange, Yak became 28.2, that with small flat-cut soil – 28.8 mg-eq/100 g of soil. First, an assessment was made of the use of resource-saving technologies for growing winter wheat on the physical and chemical characteristics of typical black soil.

Key words: soil processing; different types of soil treatment; police-free processing of soil; Soil-drying technologies, development of agricultural crops.

Постановка проблеми. Чорноземи вважаються одним із найбільших багатств України, оскільки вони не мають рівних за своїми генетичними характеристиками у світі. Проте сучасний стан чорноземів вже не відповідає уявленням про їхню родючість. Надмірне використання чорноземів у сільськогосподарському виробництві, технологічний тиск та виснажливе господарювання призвели до значних втрат їхньої родючості.

За літературними даними, чорноземи займають 27,8 млн га в Україні, зокрема близько 65% орних земель, що дозволяє отримувати якісну сільськогосподарську продукцію [1, с. 34]. У Лісостеповій зоні на чорноземи припадає 11,5 млн га, що становить 80% ріллі. Типові й опідзолені чорноземи покривають приблизно 43% сільськогосподарських угідь і вважаються одним із головних багатств України.

Чорноземи відзначаються високим рівнем потенційної родючості завдяки значним запасам гумусу і поживних речовин, сприятливій структурі та водному режиму, а також нейтральній реакції ґрунтового розчину і високій біологічній активності. Найвища родючість чорноземів проявляється у перші роки освоєння цілих земель, однак з часом вона знижується, що вимагає комплексу заходів (агротехнічних, меліоративних та інших) для її підтримання [2, с. 9–10]. Але, як було зазначено раніше, сучасний стан чорноземів вже не відповідає уявленням про їхню родючість.

Погляд В. В. Докучаєва на ґрунт як орґано-мінеральне утворення трансформувався в поняття про його «біокосну» (В. І. Вернадський) сутність. Живі організми, заселивши колись вперше (в докембрії) геологічні породи, поступово їх перетворюють, акумулюючи поживні речовини, а після відмирання збагачують верхні горизонти порід елементами живлення і новоутвореними органічними та мінеральними речовинами, які використовуються наступними поколіннями біоти. Таким чином, у приповерхневому шарі земної суші поступово накопичуються елементи живлення, вода, повітря, створюються всі екологічні умови для росту і розвитку вищих рослин, формуючи головну, найважливішу властивість ґрунту – родючість, яка різко відрізняє його від геологічної породи [3, 4, с. 445, с. 20].

Дослідження М. К. Шикуди дають нам зрозуміти, що кризові явища, які відбуваються протягом останніх 6 років у сільському господарстві України, включають різке зменшення обсягів внесення мінеральних і органічних добрив, порушення технологій обробітку ґрунту. Також погіршують стан ґрунтів такі фактори, як нестача паливно-мастильних матеріалів і техніки.

Проблема раціонального використання ґрунтового покриву в сучасних умовах постає особливо гостро. Концепція сталого розвитку передбачає ощадливе використання як невідтворюваних, так і відтворюваних ресурсів. Під терміном «деградація» (degradatio від лат. – зниження) частіше розуміють негативні процеси зміни властивостей і природних режимів ґрунтів, які в сукупності можуть

призвести до зміни екосистемних функцій ґрунтового покриву. Деградація ґрунтів породжує загальну деградацію життя і руйнування біосфери [5, с. 54]. Вона може бути обумовлена різноманітними факторами, як природними, так і антропогенними. У багатьох випадках природні й антропогенні фактори перетинаються, діють комплексно і можуть каталізувати деградаційні процеси.

1. До найбільш характерних і поширених деградацій ґрунтів в Україні належать дегуміфікація, зменшення вмісту поживних речовин, переущільнення, втрата структури, кіркоутворення, ерозія, підкислення, заболочування, забруднення радіонуклідами та важкими металами. Із названих процесів більшість прямо, а частина опосередковано, зумовлені сільськогосподарським використанням земель. Катастрофічне зниження обсягів виконання агрохімічних робіт призводить до хімічної деградації ґрунтів, зниження їх родючості й урожайності сільськогосподарських культур, погіршення екологічних умов і якості рослинницької продукції.

2. Агрофізична деградація призвела до зменшення глибини коренемісткого шару, зниження польової вологоємності, діапазону активної вологи, її доступності рослинам, а також рухомості елементів живлення. Погіршилася якість обробітку ґрунту і збільшилися витрати на його проведення [3, с. 500].

3. Органічні речовини ґрунту – основний фактор його родючості. Вони стабілізують основні фізичні та фізико-хімічні властивості, забезпечують рослини елементами органічного і мінерального живлення. Органічні речовини є одним із найважливіших факторів, який визначає родючість ґрунту. Ґрунтоутворення, як процес формування ґрунту, зумовлюється утворенням і нагромадженням гумусових речовин, що є однією з форм консервації вуглецю, який пройшов через біологічний колообіг [2, с. 12].

4. Прискорення темпів втрат гумусу за останні 25–30 років пояснюється багатьма причинами: підсиленням мінералізації гумусу внаслідок підвищення інтенсивності обробітку ґрунту; необґрунтованим поглибленням орного шару; практично повним відчуженням з поля нетоварної частини врожаю; недостатнім надходженням у ґрунт поживних решток та органічних добрив; внесенням високих норм мінеральних добрив, незбалансованих за складом, і низьких норм органічних добрив; спалюванням стерні; підсиленням процесів водної ерозії та дефляції; зміною структури посівних площ у бік підвищення частки просапних культур.

Збереження та підвищення родючості ґрунтів, особливо чорноземів, є важливим завданням сучасного землеробства в Україні. Це передбачає запобігання втратам гумусу, нагромадження органічних речовин у ґрунті, створення оптимальних умов для активізації біологічних і фізико-хімічних процесів, а також впровадження високотехнологічних технологій вирощування сільськогосподарських культур [5, с. 54].

Одним з основних напрямків біологізації є застосування органічних добрив разом із технологією безплужного обробітку ґрунту. При такому обробітку частина рослинних решток заробляється у поверхневий шар ґрунту, що збільшує вміст органічної речовини та наближає процеси саморегуляції чорнозему до природних аналогів [6, с. 210].

Органічні добрива задовольняють від 30 до 50 % потреб рослин у живленні [7, с. 320]. Для покриття дефіциту гумусу в ґрунтах під сільськогосподарським використанням необхідно вносити 360–370 млн т органічних добрив по всій Україні. Мінімальна норма таких добрив для підтримання бездефіцитного балансу гумусу має складати: у зоні Полісся 15,1, Лісостепу – 10,9, Степу – 13,4 т/га посівної площі.

Постановка завдання. Встановлення впливу різних видів обробітку ґрунту та удобрення на вміст гумусу в чорноземі типового. Вивчення фізико-хімічних властивостей ґрунту за різних систем обробітку і удобрення. Встановлення впливу ґрунтозахисних технологій вирощування на урожайність пшениці озимої. Розрахунок економічної ефективності вирощування пшениці озимої за використання ресурсоощадних технологій.

Для вирішення цих задач були проведені польові та лабораторні дослідження, які здійснювалися на стаціонарному досліді. Дослідження проводились в господарстві НДГ «Великоснітинське» Фастівського району Київської області.

Рельєф території характеризується слабо хвилястою рівниною, а ґрунтоутворюючі породи представлені лесами та лесовидними суглинками. Це створює умови для формування чорноземних ґрунтів, які є сприятливими для сільськогосподарських культур.

Виклад основного матеріалу досліджень. Ґрунтовий покрив дослідної ділянки представлений типовим чорноземом крупнопилувато-середньо-суглинковим на лесі.

Генетичний горизонт верхнього шару ґрунту складається з: крупного пилу: 51,2–65,4 %, мулу: 16,8–16,7 %, фізичної глини: 30,8–32,2 %.

Це співвідношення фізичної глини та крупного пилу може призвести до агрофізичної деградації при інтенсивному технологічному навантаженні на ґрунт.

Дослід має три системи обробітку ґрунту, а також п'ять варіантів удобрення. Однаковою на всіх варіантах накладалася система захисту рослин. У 2022–2023 році в досліді вирощувалася озима пшениця сорту «Поліська-90». Попередником озимої пшениці була кукурудза на силос.

У цих дослідженнях проводилося порівняльне вивчення агрономічної та економічної ефективності таких технологій, як: традиційна, що базується на полицевій оранці 25–27 см, ґрунтозахисна, що базується на різноглибинному безполицевому обробітку на 25–27 см, ґрунтозахисна, яка базується на мілкому безполицевому обробітку на 10–12 см.

Ці технології сприяють оптимізації агротехнічних заходів і можуть значно вплинути на підвищення продуктивності сільського господарства в умовах змінного клімату.

На фоні перепрацьованих систем обробітку ґрунту вивчалися п'ять систем удобрення:

Контроль (без добрив);

Солома 1,2 т/га + $N_{12} + N_{55}P_{45}K_{45}$;

Солома 1,2 т/га + $N_{12} + N_{78}P_{68}K_{68}$;

Солома 1,2 т/га + N_{12} + сидерати + $N_{55}P_{45}K_{45}$;

Солома 1,2 т/га + сидерати + $N_{78}P_{68}K_{68}$.

При плануванні системи удобрення акцент ставився на використання місцевих ресурсів – соломи і вирощування сидератів.

Розмір посівної ділянки становив $6 \times 30 \text{ м} = 180 \text{ м}^2$, облікової ділянки – 100 м^2 . Озима пшениця сорту «Поліська-90» (норма висіву 230 кг/га) збиралася у фазі воскової стиглості зерна методом пробних ділянок.

Змішані із 5–6 проб зразки ґрунту відбиралися три рази за вегетаційний період: III декада квітня, I декада липня і I декада вересня. Глибина відбору зразків становила 0–15 см і 15–30 см. Протягом вегетації проводилося спостереження за темпами росту і розвитку врожаю озимої пшениці.

При внесенні добрив зміни стають більш значними, і чіткіше проявляється диференціація профілю ґрунту залежно від способу обробки. Без добрив і з внесенням добрив найвищий вміст гумусу спостерігався у верхніх шарах при мінімальному обробітку, що є результатом внесення органічних добрив у верхній шар та зменшення інтенсивності обробітку і розпушення ґрунту [9, с. 150].

У таблиці 1 наведено дані вмісту гумусу в чорноземі типовому. Аналізуючи отримані дані, можна відзначити, що спостерігалось збільшення вмісту гумусу в поверхневому шарі ґрунту (0–15 см) при безполіцевих обробітках, особливо за мілкового обробітку як у варіанті без добрив, так і на удобрених фондах. Використання добрив підвищило вміст гумусу в цьому шарі ґрунту: на обробленій площі – 0,19 %, на різноглибинному плоскому обробітку – 0,21 %, на мілкому – 0,25 %. Внесення соломи разом з органічними і мінеральними добривами підвищило вміст гумусу при мілкому обробітку на 0,25 %, при різноглибинному обробітку – на 0,22 %.

Таблиця 1

Вміст гумусу в чорноземі типовому залежно від системи удобрення і обробітку ґрунту, %

Варіанти удобрення	Шар ґрунту, см	Оранка	Різноглибинний плоскорізний обробіток	Мілкий плоскорізний обробіток
		гумус, %	гумус, %	гумус, %
1. Контроль (без добрив)	0–15	3,50 ± 0,02	3,52 ± 0,02	3,54 ± 0,02
	15–30	3,53 ± 0,03	3,50 ± 0,03	3,48 ± 0,04
2. Солома 1,2 т/га + N ₅₅ P ₄₅ K ₄₅	0–15	3,65 ± 0,03	3,70 ± 0,04	3,76 ± 0,03
	15–30	3,67 ± 0,04	3,65 ± 0,04	3,62 ± 0,04
3. Солома 1,2 т/га + N ₇₈ P ₆₈ K ₆₈	0–15	3,66 ± 0,03	3,72 ± 0,03	3,75 ± 0,03
	15–30	3,65 ± 0,04	3,65 ± 0,04	3,64 ± 0,05
4. Солома 1,2 т/га + N ₅₅ P ₄₅ K ₄₅ + Сидерати	0–15	3,68 ± 0,03	3,74 ± 0,03	3,78 ± 0,03
	15–30	3,66 ± 0,05	3,64 ± 0,05	3,63 ± 0,05
5. Солома 1,2 т/га + Сидерати + N ₇₈ P ₆₈ K ₆₈	0–15	3,69 ± 0,03	3,73 ± 0,03	3,79 ± 0,04
	15–30	3,67 ± 0,05	3,65 ± 0,05	3,63 ± 0,04

У сучасному землеробстві рівень родючості ґрунту повинен забезпечувати отримання високих та якісних урожаїв, адже досягнута врожайність сільськогосподарських культур на половину забезпечується можливостями ґрунту (Таблиця 2).

Висновки і пропозиції. Безполіцевий обробіток ґрунту без внесення добрив мав перевагу над оранкою за показником суми обмінних основ, особливо варіант з різноглибинним плоскорізним обробітком який складав 30,1 мг-екв/100 г ґрунту порівняно з оранкою, яка становила 28,2 та мілким плоскорізним обробітком 28,8 мг-екв/100 г ґрунту.

За рахунок загортання свіжої органічної речовини в нижні шари чорнозему типового може відбуватися підвищення гідролітичної кислотності, де формується значна кількість кислих продуктів гідролізу соломи. Найвищі дані гідролітичної кислотності ґрунту спостерігались на варіанті солома 1,2 т/га + сидерати + N₇₈ P₆₈ K₆₈ і становить 2,8 мг-екв/100 г ґрунту.

Таблиця 2

Урожайність озимої пшениці в залежності від технологій вирощування, т/га

Технологія вирощування		Урожайність, т/га	Приріст від удобрення, т/га	± до обробітку
Система обробітку	Норми удобрень			
Оранка	1.Контроль(без добрив)	3,00	-	-
	2.Солома 1,2 т/га +N ₁₂ + N ₅₅ P ₄₅ K ₄₅ ;	3,70	0,7	-
	3.Солома 1,2 т/га +N ₁₂ + N ₇₈ P ₆₈ K ₆₈ ;	3,61	0,61	-
	4.Солома 1,2 т/га +N ₁₂ + Сидерати+ N ₅₅ P ₄₅ K ₄₅ ;	4,23	1,23	-
	5.Солома 1,2 т/га + Сидерати +N ₇₈ P ₆₈ K ₆₈	3,64	0,64	-
Різно- глибинний плоскоріз	1.Контроль(без добрив)	4,01	-	-0,41
	2.Солома 1,2 т/га +N ₁₂ + N ₅₅ P ₄₅ K ₄₅ ;	4,05	0,04	0,20
	3.Солома 1,2 т/га +N ₁₂ + N ₇₈ P ₆₈ K ₆₈ ;	3,51	-0,5	0,09
	4.Солома 1,2 т/га +N ₁₂ + Сидерати+ N ₅₅ P ₄₅ K ₄₅ ;	3,98	-0,03	0,16
	5.Солома 1,2 т/га + Сидерати +N ₇₈ P ₆₈ K ₆₈	4,71	0,7	0,10
Мілкий плоскоріз	1.Контроль(без добрив)	2,71	-	-0,03
	2.Солома 1,2 т/га +N ₁₂ + N ₅₅ P ₄₅ K ₄₅ ;	3,66	0,95	0,26
	3.Солома 1,2 т/га +N ₁₂ + N ₇₈ P ₆₈ K ₆₈ ;	3,35	0,65	0,05
	4.Солома 1,2 т/га +N ₁₂ + Сидерати+ N ₅₅ P ₄₅ K ₄₅ ;	4,21	1,5	0,20
	5.Солома 1,2 т/га + Сидерати +N ₇₈ P ₆₈ K ₆₈	3,48	0,77	0,04
НІР ₀₅ 0,22				

Систематичне внесення органо-мінеральних добрив у сівозміні та удобрення озимої пшениці сприяло значному підвищенню урожайності. Найбільший приріст врожаю був на варіанті за різноглибинного плоскорізного обробітку по фоні внесення соломи 1,2 т/га + сидерати + N₇₈ P₆₈ K₆₈. Така технологія вирощування пшениці озимої забезпечує урожайність на рівні 4,71 т/га.

Встановлено, що найкращим економічно вигідним варіантом обробітку був різноглибинний плоскорізний, який і приніс найвищий умовно чистий дохід, що є найважливішим критерієм в ринковій економіці. А найменш економічно доцільною виявилась технологія із застосуванням традиційної оранки. Витрати на збирання врожаю при цьому підвищувалися.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Балаєв А. Д. Охорона і відновлення родючості. Київ : В-тво НУБіП України, 2010. 66 с.
2. Балаєв А. Д. Родючість чорноземів Лісостепу за використання мінімізації обробітку ґрунту і елементів біологізації землеробства. *Вісник Харківського національного аграрного університету імені В. В. Докучаєва. Сер. Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів*. 2013. Вип. № 1. С. 8–11.
3. Тихоненко Д. Г. Ґрунтознавство : підручник. Київ : Вища освіта, 2005. 703 с.
5. Тихоненко Д. Г. Ґрунтознавство часткове: навч. посіб. Харків : вид-во ХНАУ, 2001. 184 с.
6. Медведєв В. В. Проблеми охорони ґрунтів. *Вісник аграрної науки*. 2004. Вип. № 1. С. 53–57.
7. Городній М. М., Лісовал А. П., Бикін А. В. Агрохімічний аналіз: підручник / за ред. М. М. Городнього. Київ : Арістей, 2005. 468 с.
8. Городній М. М., Мельничук Д. О. Якість ґрунтів та сучасні стратегії удобрення. Київ : Арістей, 2004. 488 с.
9. Носко Б. С., Прістер Б. С., Лобода М. В. Довідник з агрохімічного та агроекологічного стану ґрунтів. Київ : Урожай, 1994. 333 с.
10. Рідей Н. М., Тонха О. Л., Шовлов Д. Л. Охорона земель та стале землекористування. Київ : ТОВ ПРОГТЕХСНАБ, 2009. 246 с.
11. Шикіула М. К. Ґрунтозахисна біологічна система землеробства в Україні : монографія. Київ : «Оранта», 2000. 389 с.

УДК 633.11:631.95:575.21

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.2.3>

СПАДКОВА МІНЛИВІСТЬ ЗА ДІЇ ЕПІМУТАГЕНУ NONIDET P-40 У ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

Окселенко О.М. – к.с.-г.н.,

докторант кафедри селекції і насінництва,

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Назаренко М.М. – д.с.-г.н.,

професор кафедри селекції і насінництва,

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Nonidet P-40 належить до класу епімутагенів – речовин, здатних викликати спадкові зміни без значного пошкодження ДНК. Його дія спрямована на модифікацію білкової частини хромосоми, що опосередковано впливає на структуру та функціонування генетичного матеріалу. Насіння пшениці озимої (по 1000 зерен на кожну концентрацію) обробили Nonidet P-40 (4-нонілфеніл-полиетиленгликоль) у концентраціях 0,01 %, 0,05 %, 0,1 %, 0,5 %. Експозиція 18 годин. Використовували 4 сорти Фаррел, NE 12443, Ронін, Сейлор. У поколіннях М2–М3 мутації були ідентифіковані шляхом візуальної оцінки та біометричного аналізу структури врожайності. Всього досліджено 10000 родин у другому-третьому поколінні. Зі статистичною достовірністю на загальну частоту мутацій вплинув показник підвищення концентрації, у той же час як показник генотипу був менш вагомим, при попарному порівнянні суттєво відрізнялися сорти Ронін і Сейлор. Сорти по-різному реагують на нижчі концентрації (0,01 % і 0,05 %). На вищих концентраціях (0,1 % і 0,5 %) відмінності згладжуються. Концентрація NP-40 статистично значимо вплинула на рівень мінливості. Генотип також показав вплив на рівень мінливості, хоча менш виражений. Виділилися сорти Ронін і Сейлор з найвищими показниками рівня мінливості. В спектрі було отримано всього 30 змінених ознак по 6 групах мінливості. Групи змінених ознак мають різну ступінь впливу на загальну мінливість. Значимість окремих груп залежить як від концентрації NP-40, так і від вихідного генотипу. Дискримінантний аналіз дозволив встановити модельність частоти, рівня мінливості, першої, четвертої та шостої груп ознак. Аналіз показав відсутність різниці у дії NP-40 при концентраціях 0,01 % і 0,05 %. Найбільш передбачуваними є мутації, які сприяють формуванню низькорослих рослин із підвищеною стійкістю до вилягання, форм із слабкою восковою поволокою, що може впливати на транспірацію, рослин із довгим колосом, що може позитивно позначитися на врожайності. Існує висока ймовірність виділення форм з коротшим вегетаційним періодом. Відзначено перспективність появи високопродуктивних форм. NP-40 як екогенетичний чинник демонструє слабку дію з низькою частотою змінених форм, проте спектр індукованих змін доволі широкий. Спадкові зміни, хоч і рідкісні, мають регулярний характер, іноді специфічний для сортів (наприклад, Ронін і Сейлор). Висока ймовірність отримання цінних форм з довгим озерним колосом, ранньостиглих і низькорослих форм, але це ускладняється регулярною появою пізньостиглих і високорослих епімутацій. Для вихідного матеріалу перспективними є концентрації NP-40 у межах 0,1–0,5 %, при цьому сортова специфіка виражена посередньо. Регулярність появи продуктивних форм підкреслює потенціал чинника у формотворчому процесі.

Ключові слова: пшениця озима, Nonidet P-40, епімутації, генотип, мінливість.

Okselenko O.M., Nazarenko M.M. Hereditary variability under the action of epimutagen Nonidet P-40 for winter wheat

Nonidet P-40 belongs to the class of epimutagens – speech agents that produce rapid changes without significant damage to DNA. This action is directly aimed at modifying the protein part of the chromosome, which indirectly influences the structure and functioning of the genetic material. Winter wheat seeds (1000 seeds for each concentration) were treated with chemical epimutagen Nonidet P-40 (4-nonylphenyl-polyethylene glycol) in concentrations of 0.01%, 0.05%, 0.1%,

0.5%. Exposure 18 hours. Used 4 varieties Farrell, NE 12443, Ronin, Sailor. In generations M2–M3, mutations were identified by visual assessment and biometric analysis of the yield structure. A total of 10,000 families in the second-third generation were studied. According to the statistical significance of the mutation frequency, the indicator of increased concentration was shown at the same time as the indicator of the genotype was less responsive, with pairwise equalization, the Ronin and Sailor varieties were differentiated. Varieties react differently to lower concentrations (0.01% and 0.05%). At higher concentrations (0.1% and 0.5%), the intensity is smoothed out. The concentration of NP-40 statistically significantly increased the level of intensity. The genotype also showed an influx of variability, although fewer expressions. The varieties Ronin and Sailor were seen with the best indicators of the level of moisture. In the spectrum, a total of 30 changing signs were identified across 6 groups of intensity. Groups of changing signs may vary at different levels in the global flow. The significance of these groups depends both on the concentration of NP-40 and on the output genotype. Discriminant analysis made it possible to establish the pattern of frequency, level of intensity, first, fourth and sixth groups of signs. The analysis showed a significant difference in the dose of NP-40 at concentrations of 0.01% and 0.05%. The most transmissible mutations are those that promote the formation of low-stemmed sprouts from increased resistance to wilting, forms with a weak waxy fiber that can be fused to transpire, sprouts from long ear, which can have a positive impact on the yield. This explains the high likelihood of seeing forms with a short growing season. The potential for the emergence of highly productive forms has been shown. NP-40, as an ecogenetic agent, demonstrates a weak action with a low frequency of changes in forms, but the spectrum of induced changes is quite wide. Rainfall changes, although rare, may be of a regular nature, sometimes specific to varieties (for example, Ronin and Sailor). There is a high probability of removing valuable forms with a long grained ear, early-growing and low-growing forms, but this is complicated by the regular emergence of late-growing and high-growing epimutations. For the output material, the most promising concentrations are NP-40 concentrations in the range of 0.1–0.5%, at which the variety specificity is in the middle. The regularity of the appearance of productive forms reinforces the potential of the maker in the form-creating process.

Key words: winter wheat, Nonidet P-40, epimutations, genotype, variability.

Постановка проблеми. Nonidet P-40 належить до класу епімутагенів – речовин, здатних викликати спадкові зміни без значного пошкодження ДНК. Його дія спрямована на модифікацію білкової частини хромосоми, що опосередковано впливає на структуру та функціонування генетичного матеріалу [1, 3]. Завдяки своїм епігенетичним властивостям, Nonidet P-40 вибірково впливає на специфічні ділянки хроматину, сприяючи зміні доступності генів для транскрипції [2, 9].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вивчення екогенетичної активності чинників є ключовим аспектом для оптимізації хімічного мутагенезу, що дозволяє досягти високої ефективності у створенні нових цінних форм рослин [6, 7].

Правильне регулювання таких параметрів, як концентрація епімутагенів, тривалість та інтенсивність впливу, а також ретельний добір генотипів, створює умови для значного підвищення частоти бажаних спадкових змін [4, 5].

Дослідження показують, що генотипи демонструють різний рівень чутливості або толерантності до дії епімутагенних чинників, що є важливим аспектом для розробки селекційних програм. Особливості цієї чутливості часто залежать від генетичної структури сорту, адаптивних механізмів, а також умов вирощування [8, 9]. Незважаючи на потенційну важливість цих особливостей, генетичні механізми толерантності залишаються недостатньо вивченими [10].

Метою дослідження було визначити частоти та спектри епігенетичної мінливості у сортів пшениці озимої, а також виявити ключові аспекти виникнення спадкових змін, залежно від характеристик вихідного матеріалу.

Постановка завдання. Насіння 4 сортів пшениці озимої Фаррел, NE 12443, Ронін, Сейлор обробляли розчином хімічного епімутагену Nonidet P-40 (4-ноніл-феніл-полиетиленгликоль, тут та далі по тексту – NP-40) у концентраціях 0,01 %, 0,05 %, 0,1 % та 0,5 %.

0,05 %, 0,1 %, 0,5 %. Для кожної обробки були використані 1000 зерен пшениці озимої. Експозиція дії мутагену становила 18 годин. Для контролю використовували необроблені вихідні ініціальні форми (зерна сортів, замочені у воді).

У поколіннях M_2 – M_3 мутантні сімейства були відібрані шляхом візуальної оцінки, аналізу проходження фенофаз, структурним аналізом та аналізом за зерновою продуктивністю. Посів проводили вручну, в кінці вересня, на глибину 4-5 см і з нормою 100 життєздатних насінин в рядок (довжина 1,5 м), міжряддя 15 см, між зразками 30 см, 2 рядки, контроль з необробленим насінням вихідної форми через кожні 20 варіантів.

Досліди проводили на дослідному полі Дніпровського державного аграрно-економічного університету (с. Олександрівка, Дніпровський район, Дніпропетровська область, Україна). Математичну обробку результатів проводили факторним аналізом за допомогою модуля ANOVA, дискримінантним аналізом (Statistica 10.0).

Виклад основного матеріалу дослідження. У ході дослідження було проаналізовано 10 000 сімей у другому та третьому поколінні, що дозволило отримати значний обсяг даних для оцінки епігенетичної мінливості (Таблиця 1).

Результати дослідження свідчать, що порогові значення концентрацій NP-40 досягнуті не були, оскільки у кожному варіанті експерименту зберігалось не менше ніж 500 сімей. Навіть за використання вищої концентрації NP-40 0,5 % не відзначалося суттєвого зниження життєздатності.

Підвищення концентрації NP-40 статистично достовірно впливало на частоту мутацій ($F = 145,15$; $F_{0,05} = 3,67$; $P = 8,17 \times 10^{-5}$). Це свідчить про те, що концентрація є ключовим фактором у стимуляції епігенетичних змін. Генотип не мав статистично значимого впливу ($F = 3,44$; $F_{0,05} = 3,86$; $P = 0,06$). При попарному порівнянні жоден сорт не демонстрував суттєвих відмінностей у частоті мутацій, що вказує на універсальність дії NP-40 для різних генотипів.

Навіть за найвищої концентрації (0,5 %), життєздатність рослин залишалася стабільною, що підкреслює відносну безпечність NP-40 для використання у генетичному поліпшенні.

Аналіз результатів частоти епігенетичних змін для різних сортів пшениці озимої за впливу різних концентрацій NP-40 показав, що частота змін у відсотках за дії NP-40 0,01 % мінімум: 1,6 % (сорт Фаррел, NE 12443), максимум 2,4 % (сорт Ронін), NP-40 0,05 % мінімум 2,2 % (сорт NE 12443), максимум 3,2 % (сорт Ронін), NP-40 0,1 % мінімум 3,4 % (сорт Фаррел), максимум 3,6 % (інші сорти), NP-40 0,5 % мінімум 4,2 % (сорти NE 12443, Сейлор), максимум 4,4 % (сорти Фаррел, Ронін). Усі концентрації NP-40 статистично достовірно відрізнялися між собою та від контролю.

Частота змін зростала зі збільшенням концентрації NP-40 у всіх сортах. Максимальна частота зафіксована при NP-40 0,5 %. Сорти по-різному реагують на нижчі концентрації (0,01 % і 0,05 %). На вищих концентраціях (0,1 % і 0,5 %) відмінності згладжуються. Сорти Ронін і Сейлор виявляють найбільший потенціал для практичного використання за дії NP-40. Варто враховувати сорти з підвищеною чутливістю для оптимізації використання даного чинника.

Проведена класифікація сортів на основі частоти змін показала їх поділ на три групи (Рис. 1) перша група Ронін і Сейлор, друга і третя мінорні групи відповідно Фаррел і NE 12443. Поділ зумовлений більшою різницею у відповідях сортів на концентрації NP-40 0,01 % і NP-40 0,05 %.

Таблиця 1

Загальна частота мутацій за дії NP-40 ($x \pm SD$, $n = 500$)

Сорт	Варіант	Загальна кількість сімей	Кількість мутантних сімей	Частота, %
Фаррел	вода	500	3	$0,60 \pm 0,10^a$
	NP-40 0,01 %	500	8	$1,60 \pm 0,15^b$
	NP-40 0,05 %	500	14	$2,80 \pm 0,21^c$
	NP-40 0,1 %	500	17	$3,40 \pm 0,22^d$
	NP-40 0,5 %	500	22	$4,40 \pm 0,24^e$
NE 12443	вода	500	2	$0,40 \pm 0,11^a$
	NP-40 0,01 %	500	8	$1,60 \pm 0,15^b$
	NP-40 0,05 %	500	11	$2,20 \pm 0,21^c$
	NP-40 0,1 %	500	18	$3,60 \pm 0,23^d$
	NP-40 0,5 %	500	21	$4,20 \pm 0,24^e$
Ронін	вода	500	2	$0,40 \pm 0,10^a$
	NP-40 0,01 %	500	12	$2,40 \pm 0,16^b$
	NP-40 0,05 %	500	16	$3,20 \pm 0,21^c$
	NP-40 0,1 %	500	18	$3,60 \pm 0,24^d$
	NP-40 0,5 %	500	22	$4,40 \pm 0,27^e$
Сейлор	вода	500	2	$0,40 \pm 0,11^a$
	NP-40 0,01 %	500	11	$2,20 \pm 0,15^b$
	NP-40 0,05 %	500	14	$2,80 \pm 0,20^c$
	NP-40 0,1 %	500	18	$3,60 \pm 0,23^d$
	NP-40 0,5 %	500	21	$4,20 \pm 0,24^e$

Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA за концентраціями при $P0,05$

Рівень мінливості обчислено як відношення кількості змінених сімей до загальної кількості ознак. Результати подано у Таблиці 2. Концентрація NP-40 статистично значимо вплинула на рівень мінливості ($F = 41,1$; $F_{0,05} = 3,67$; $P = 5,14 \cdot 10^{-4}$). Генотип також показав вплив на рівень мінливості, хоча менш виражений ($F = 3,99$; $F_{0,05} = 3,86$; $P = 0,05$). Виділилися сорти Ронін і Сейлор з найвищими показниками рівня мінливості ($F = 7,11$; $F_{0,05} = 5,98$; $P = 0,03$).

У багатьох випадках не було різниці між впливом концентрацій NP-40 0,01 % та 0,05 %. Це свідчить про стабільний вплив низьких концентрацій на генетичну мінливість без значного посилення ефекту при підвищенні концентрації. Підвищення концентрації NP-40 суттєво впливає на рівень мінливості, але генотипи також мають певний вплив, особливо у специфічних сортів. Концентрації 0,01 % і 0,05 % часто демонструють схожі результати, що свідчить про потенціал використання нижчих доз для досягнення бажаних ефектів.

Виявлено 30 змінених ознак, які розподілені по 6 групах мінливості. Для оцінки значимості окремих груп використано дискримінантний і факторний аналіз. Відповідно до проведених аналізів, значимість груп подано у Таблицях 3 і 4. Групи

змінених ознак мають різну ступінь впливу на загальну мінливість. Значимість окремих груп залежить як від концентрації NP-40, так і від вихідного генотипу.

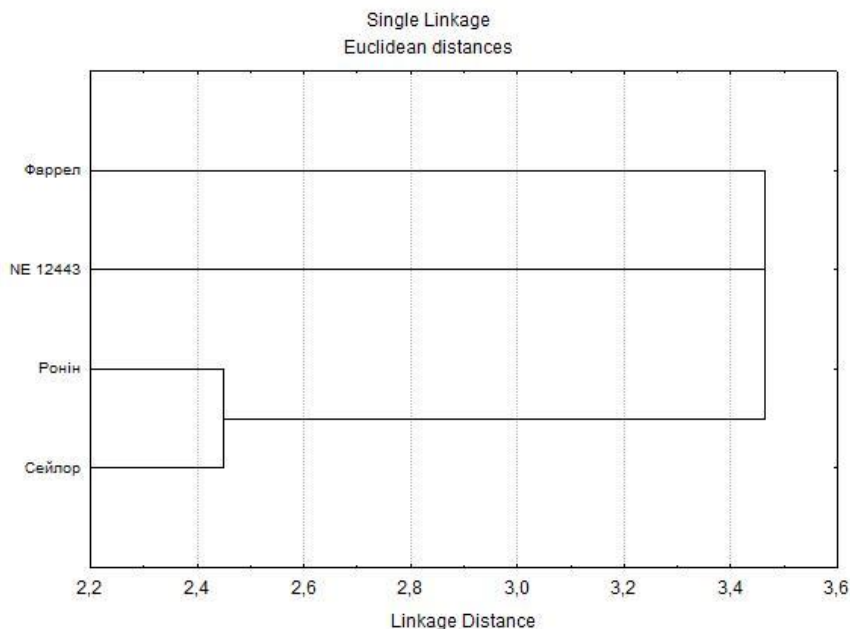


Рис. 1. Класифікація у кластерному просторі

Перша група мутації за структурою стебла. Це такі ознаки як високостеблові, низькостеблові, напівкарлик, інтенсивна воскова поволока, слаба воскова поволока, відсутність воскової поволоки. Висока частота високорослих форм (0,41 %, регулярна), можливі зміни за послабленням воскової поволоки (0,30 %, регулярна), до регулярних також відноситься низькостебловість в середньому 0,18 %. Друга група складається з ознак структури зерна. Виникнення мутацій за всіма цими ознаками мало ймовірне але регулярне, особливо для ознаки крупне зерно та для сортів NE 12443, Ронін, Сейлор. Третя група включає зміни за структурою колосу. Це такі ознаки як безостий колос, довгий колос, рихлий колос, циліндричний колос, веретеноподібний колос, щільний колос, крупний колос, дрібний колос, напівостистий колос, ригідний колос, булавоподібний колос, загострений колос, антоціанові ості. Фактично всі зміни низької ймовірності, але більша вірогідність отримання остистого колосу з безостої форми та ймовірне виявлення форм з довгим колосом (0,11 %, регулярні). Більш варіативна четверта група (зміни за фізіологією росту та розвитку). Можливі регулярні зміни за строками стиглості, в окремих випадках 0,31 % (пізньостиглість) та 0,24 % ранньостиглість. Зростає кількість стерильних форм при вищих концентраціях. П'ята група складається з системних мутацій, котрі зовсім нехарактерні, за виключенням невеликої кількості спельтоїдних форм та поодиноких скверхедів. Шоста група складається з господарчо-цінних форм з високої кущистістю та продуктивністю. Продуктивні носять регулярний характер, але з невисокою частотою (0,16).

Таблиця 2

Рівень мінливості за дії NP-40

Сорт	Варіант	Рівень мінливості	Кількість змінених ознак
Фаррел	вода	$0,02 \pm 0,01^a$	3
	NP-40 0,01 %	$0,11 \pm 0,02^b$	7
	NP-40 0,05 %	$0,34 \pm 0,04^c$	12
	NP-40 0,1 %	$0,48 \pm 0,09^d$	14
	NP-40 0,5 %	$0,66 \pm 0,10^e$	15
NE 12443	вода	$0,01 \pm 0,01^a$	2
	NP-40 0,01 %	$0,13 \pm 0,04^b$	8
	NP-40 0,05 %	$0,20 \pm 0,05^b$	9
	NP-40 0,1 %	$0,54 \pm 0,06^c$	15
	NP-40 0,5 %	$0,63 \pm 0,10^c$	15
Ронін	вода	$0,01 \pm 0,01^a$	2
	NP-40 0,01 %	$0,26 \pm 0,06^b$	11
	NP-40 0,05 %	$0,38 \pm 0,07^b$	12
	NP-40 0,1 %	$0,50 \pm 0,08^{bc}$	14
	NP-40 0,5 %	$0,66 \pm 0,10^c$	15
Сейлор	вода	$0,01 \pm 0,01^a$	2
	NP-40 0,01 %	$0,22 \pm 0,05^b$	10
	NP-40 0,05 %	$0,31 \pm 0,06^b$	11
	NP-40 0,1 %	$0,58 \pm 0,08^c$	16
	NP-40 0,5 %	$0,67 \pm 0,10^c$	16

Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA за концентраціями при $P0,05$

Дискримінантний аналіз дозволив встановити модельність окремих параметрів спадкової мінливості за групами.

Основні результати свідчать, що найбільш суттєві зміни зафіксовані у першій, четвертій та шостій групах. Частота, рівень мінливості та мутацій у цих групах були статистично значимими. Аналіз показав відсутність різниці у дії NP-40 при концентраціях 0,01 % і 0,05 %, що відображено на Рисунку 2. Це вказує на схожу епігенетичну активність речовини у зазначених концентраціях.

Результати аналізу показали, що центроїдні відстані між групами для усіх досліджених концентрацій NP-40 були незначними. Попарне порівняння виявило, що попередня концентрація значимо відрізнялася від наступної, але без суттєвих якісних переходів між ними. Найбільш передбачуваними є мутації, які сприяють формуванню низькостеблових рослин із підвищеною стійкістю до вилягання, форм із слабкою восковою поволокою, що може впливати на транспірацію, рослин із довгим колосом, що може позитивно позначитися на врожайності. Існує висока ймовірність виділення форм з коротшим вегетаційним періодом. Відзначено перспективність появи високопродуктивних форм, що є ключовим для покращення агрономічних характеристик. Інші позитивні варіанти мутацій є менш ймовірними, але не виключеними, що залишає простір для подальшого вивчення ефектів NP-40.

Таблиця 3

Модельні параметри мутагенної активності (NP-40)

Параметр в моделі	Wilks Lambda λ	Часткова Lambda	F-критичне (4,12)	p-рівень
Загальна частота	0,11	0,78	18,02	0,01
Рівень мінливості	0,11	0,79	18,32	0,01
Перша група	0,20	0,54	5,99	0,03
Друга група	0,67	0,20	1,17	0,18
Третя група	0,44	0,43	2,13	0,08
Четверта група	0,17	0,61	6,49	0,03
П'ята група	0,61	0,21	1,30	0,15
Шоста група	0,21	0,56	4,14	0,05

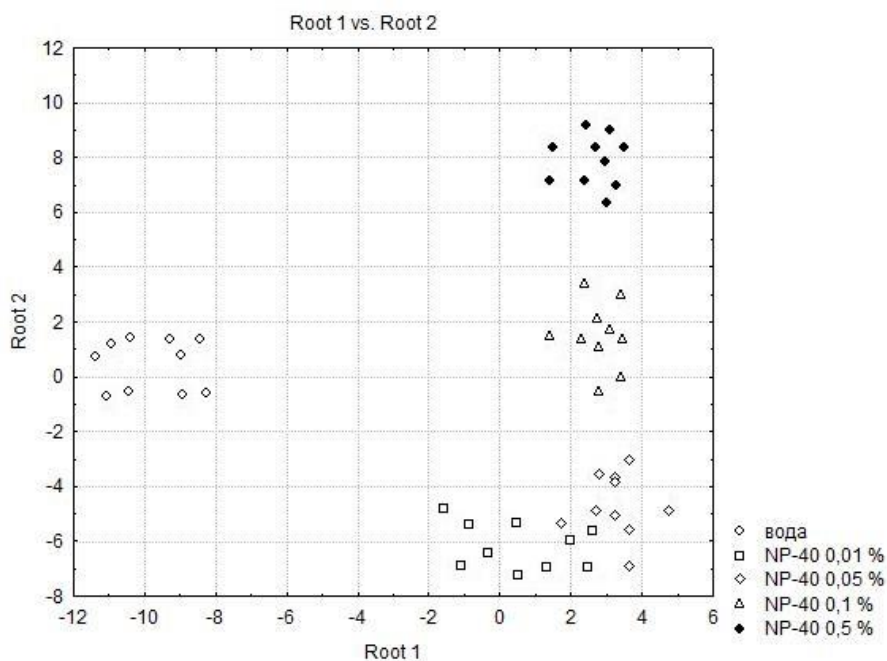


Рис. 2. Класифікація у факторному просторі

Висновки і пропозиції. NP-40 як екогенетичний чинник демонструє слабку дію з низькою частотою змінених форм, проте спектр індукованих змін доволі широкий. Спадкові зміни, хоч і рідкісні, мають регулярний характер, іноді специфічний для сортів (наприклад, Ронін і Сейлор). Висока ймовірність отримання цінних форм з довгим озерним колосом, ранньостиглих і низькорослих форм, але це ускладнюється регулярною появою пізньостиглих і високорослих епімутацій. Для вихідного матеріалу перспективними є концентрації NP-40 у межах 0,1–0,5 %, при цьому сортова специфіка виражена посередньо. Регулярність появи продуктивних форм підкреслює потенціал чинника у формотворчому процесі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Anter A. Induced Mutations in Wheat (*Triticum aestivum* L.) and Improved Grain Yield by Modifying Spike Length. *Asian Journal of Plant Sciences*. 2021. 20. P. 313–323.
2. Ariraman, M., Dhanavel, D., Seetharaman, N., Murugan, S., & Ramkumar, R. Gamma radiation influences on growth, biochemical and yield characters of *Cajanus cajan* (L.) *MILLSP. Journal of Plant Stress Physiology*. 2018. 4. P. 38–40.
3. Chakraborty S., Mahapatra S., Hooi A., Ali N., Satdive R. Determination of Median Lethal (LD50) and Growth Reduction (GR50) Dose of Gamma Irradiation for Induced Mutation in Wheat. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 2023. 66. e23220294.
4. Hassine M., Baraket M., Marzougui N. Slim-Amara H. Screening of the effect of mutation breeding on biotic stress tolerance and quality traits of durum wheat. *Gesunde Pflanzen*. 2023. 75. P. 837–846.
5. Hongjie L., Timothy D., McIntosh R.A. Yang Z. Breeding new cultivars for sustainable wheat production. *The Crop Journal*. 2019. 7(6). P. 715–717.
6. Lal R., Chanotiya C., Gupta P. Induced mutation breeding for qualitative and quantitative traits and varietal development in medicinal and aromatic crops at CSIR-CIMAP, Lucknow (India): past and recent accomplishment. *International Journal of Radiation Biology*. 2020. 96(12). P. 1513–1527.
7. Mangi N., Baloch A., Khaskheli N., Ali M., Afzal W. Multivariate Analysis for Evaluation of Mutant Bread Wheat Lines Using Metric Traits. *Integrative Plant Sciences*. 2021. 1(1). P. 29–34.
8. Nazarenko M., Izhboldin O. Izhboldina O. Study of variability of winter wheat varieties and lines in terms of winter hardness and drought resistance. *AgroLife Scientific Journal*. 2022. 11(2). P. 116–123.
9. Horshchar, V., Nazarenko, M. Peculiarities of the sodium azide action as a factor of variability on winter wheat. *Agriculture and Forestry*. 2024. 70(2). P. 61–76.
10. Shimelis H., Olaolorun B., Mathew I., Laing M. Optimising the dosage of ethyl methanesulphonate mutagenesis in selected wheat genotypes. *South African Journal of Plant and Soil*. 2019. 36(5). P. 357–366.

УДК 633.88:582.998.2:631.55 (477.43+477.85)
DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.2.4>

УРОЖАЙНІСТЬ СУЦВІТЬ НАГІДОК ЛІКАРСЬКИХ ЗАЛЕЖНО ВІД СПОСОБІВ ЗАСТОСУВАННЯ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН

Паращук В.В. – аспірант кафедри рослинництва, селекції та насінництва,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

У статті наведено результати лабораторно-польових досліджень вивчення впливу окремих агротехнічних заходів за вирощування нагідок лікарських в умовах Лісостепу західного. В статті проаналізовано стан вивчення питання впливу комплексу агротехнічних заходів за вирощування нагідок лікарських в різних ґрунтово-кліматичних зонах України. В науковій статті висвітлено питання щодо впровадження в технологію вирощування нагідок лікарських екологічно безпечних препаратів, які здатні втручатися в фізіологічні процеси росту і розвитку рослин, забезпечуючи їх повноцінне протікання та сприяти отриманню якісної та безпечної сировини для потреб фармацевтичної промисловості. В результаті проведених спостережень, обліків і аналізів встановлено істотний вплив способів застосування регуляторів росту рослин на урожайність суцвіть нагідок лікарських. Вивчалися препарати: Івін, Авангард Стимул та Азотофіт Р, а також способи застосування: передпосівна обробка насіння та обприскування вегетуючих рослин у фазі розетки листків.

Дослідженнями встановлено, що у розрізі трьох років (2021-2023) найбільш сприятливим був 2023 рік, в умовах якого урожайність суцвіть становила 1,49-1,74 т/га. Оптимальну урожайність суцвіть 1,72 т/га отримано за обприскування посівів регулятором росту Азотофіт Р, з перевищенням контролю 0,25 т/га (14,5%) та на варіанті обробки насіння препаратом Івін з перевищенням контролю 0,18 т/га (10,9%). Аналізом за тестом Дункана підтверджено достовірність впливу регуляторів росту рослин за різних способів їх застосування. Встановлено істотну різницю між контрольним варіантом (без застосування препарату), варіантом із препаратом Азотофіт Р, а також варіантами із застосуванням препаратів: Івін та Авангард Стимул, які знаходились в одній гомогенній групі. Усереднені дані урожайності суцвіть нагідок лікарських, отримані за тестом Дункана за різних способів застосування регуляторів росту показали, що різниця між варіантами була істотною.

Ключові слова: нагідки лікарські, регулятор росту рослин, обробка насіння, обприскування посіву, урожайність суцвіть.

Paraschuk V.V. The yield of marigold inflorescences depending on the methods of application of plant growth regulators

The article presents the results of laboratory-field studies of the influence of individual agrotechnical measures for growing marigolds in the conditions of the Western Forest-Steppe. The article analyzes the state of studying the issue of the impact of a set of agrotechnical measures for growing marigolds in different soil and climatic zones of Ukraine. The scientific article highlights the issue of introducing environmentally safe preparations into the technology of growing marigolds, which are able to interfere with the physiological processes of plant growth and development, ensuring their full course and contributing to the production of high-quality and safe raw materials for the needs of the pharmaceutical industry. As a result of the observations, records and analyses, a significant influence of the methods of plant growth regulators application on the yield of marigold inflorescences has been established. The studied drugs were: Ivin, Avangard Stimul and Azotofit R, as well as methods of application: pre-sowing seed treatment and spraying of vegetative plants in the leaf rosette phase.

The studies found that in a three-year period (2021-2023), the most favorable year was 2023, in which the yield of inflorescences was 1.58-1.72 t/ha. The optimal yield of inflorescences of 1.72 t/ha was obtained by spraying crops with the growth regulator Azotofit R, with an excess of control of 0.25 t/ha (14.5%) and in the variant of seed treatment with the drug Ivin with an excess of control of 0.18 t/ha (10.9%). Analysis using the Duncan test confirmed the reliability of the

effect of plant growth regulators in different ways of their application. A significant difference was found between the control variant (without the use of the drug), the variant with the drug Azotofit R, as well as the variants with the use of drugs: Ivin and Avangard Stimul, which were in the same homogeneous group. The averaged data on the yield of marigold inflorescences obtained by Duncan's test for different methods of using growth regulators showed that the difference between the variants was significant.

Key words: marigolds, plant growth regulator, seed treatment, spraying of crops, inflorescence yield.

Постановка проблеми. Значною перевагою лікарської рослинної сировини порівняно із синтетичними лікарськими засобами є більша безпечність та здатність впливати на етіологію захворювання, а не лише на його наслідки [1–3]. Серед лікарських рослин, які досить часто використовують в офіційній та народній медицині, варто виділити нагідки лікарські (*Calendula officinalis* L.) [4]. Нагідки лікарські володіють протизапальними, бактерицидними, протівірусними, ранозагоювальними, спазмолітичними властивостями; покращують процеси регенерації; збуджують секреторну активність травних органів; стимулюють жовчоутворення і жовчовиділення; виявляють седативну і антиаритмічну дію. Фармацевтичний ринок України наповнений достатньою кількістю препаратів вітчизняного виробництва, у складі яких є суцвіття *C. officinalis* або їх екстракти: «Нагідок квітки», календули настойка, мазь «Календула», комбінований рослинний препарат «Ротокан», настоянка «Фітодент», доктор Біокон «Ромашка і календула», крем «Бальзам бодяга з екстрактом календули», фітозбори, що містять сировину рослини: «Елекасол», «Гастрофіт», «Фітогепатол», «Фітобронхол» та ін. [5–9].

Отже, культура є досить популярною, що становить значний інтерес для науковців у напрямку вивчення агротехніки її вирощування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В умовах Лісостепу західного виконувались дослідження з вивчення впливу строків сівби на продуктивність рослин двох різних сортів нагідок лікарських: Сонячна красуня та Радіо, в результаті встановлено оптимальний строк сівби та більш адаптований до умов зони сорт [10, 11]. Дослідженнями Сухар С.В. встановлено, що сівбу нагідок лікарських краще здійснювати за рівня термічного режиму ґрунту 6–8 °C на глибині загортання насіння широкорядним способом з шириною міжрядь 30 см і відстанню між рослинами в межах 10 см, що відповідає нормі висіву 0,35 млн. схожих насінин на гектар [12, 13]. Рослини *C. officinalis* сорту Польова красуня культивували у двох екологічних зонах – Західного Лісостепу і Передкарпаття. Під час культивування рослин вносили біостимулятори росту «Вермимаг», «Вермийодіс» і «Вермистим» у фенологічних фазах сходів й бутонізації з розрахунку по 5 л/га. В результаті досліджень виявлено, що умови зростання нагідок не впливали на вміст діючих речовин у рослинах нагідок, але регулятори росту мали істотний вплив як на продуктивність суцвіть, так і їх хімічний склад [14, 15]. Наразі маловивченим є питання застосування різного походження біологічно активних препаратів за вирощування нагідок лікарських.

Постановка завдання. Мета досліджень – оцінка впливу способів застосування регуляторів росту рослин на ріст, розвиток рослин та урожайність суцвіть нагідок лікарських за вирощування в умовах Лісостепу західного.

Виклад основного матеріалу. Закладався двохфакторний дослід, де фактор А – регулятор росту (без регулятора росту – контроль, Івін, Авангард Стимул, Азотопіт Р), фактор В – спосіб застосування регулятора росту (обробка насіння,

обприскування посіву у фазі розетки листків). В дослідженнях застосовані загальнонаукові методи для узагальнення результатів досліджень, в основі яких є об'єктивність, доказовість, відтворення та математично-статистичний – для обробки експериментальних даних.

За результатами досліджень щодо впливу погодних умов встановлено, що найбільш сприятливим для формування урожайності нагідок лікарських був 2023 рік. Достатня кількість опадів у березні відіграла важливу роль подальшої сівби і гарних стартових умов нагідок лікарських. В умовах вегетаційного періоду відбувалось поступове наростання температур, що цілком відповідало біологічним вимогам культури. Такі умови сприяли отриманню урожайності суцвіть в межах 1,49–1,74 т/га залежно від варіанту досліджень. Умови 2021 року також виявились досить сприятливими, значення урожайності не істотно поступались значенням умов 2023 року (табл. 1).

Таблиця 1

Урожайність суцвіть нагідок лікарських залежно від способів застосування регуляторів росту рослин, т/га (2021–2023 рр.)

Регулятор росту (А)	Спосіб обробки (В)	Рік			Середнє за 2021–2023 рр.	± до контролю
		2021	2022	2023		
Без регулятора (контроль)	насіння	1,48	1,42	1,49	1,47	-
	посіву	1,48	1,42	1,49	1,47	-
Івін	насіння	1,65	1,62	1,68	1,65	0,18
	посіву	1,62	1,58	1,63	1,61	0,14
Авангард Стимул	насіння	1,60	1,53	1,61	1,58	0,11
	посіву	1,67	1,63	1,68	1,66	0,19
Азотофіт Р	насіння	1,62	1,58	1,62	1,60	0,13
	посіву	1,73	1,69	1,74	1,72	0,25
НІР ₀₅	А – 0,11; В – 0,03					

В середньому за роки досліджень оптимальну урожайність суцвіть 1,72 т/га отримано за обприскування посівів регулятором росту Азотофіт Р, з перевищенням контролю 0,25 т/га та на варіанті обробки насіння препаратом Івін з перевищенням контролю 0,18 т/га.

Для об'єктивної оцінки даних урожайності у розрізі варіантів досліджень прибавки до контролю доцільно подати у відсотках до контролю. Так, рістрегулюючі препарати забезпечили прибавки урожайності суцвіть нагідок лікарських в межах 6,9–14,5% (рис. 1). Оптимальні прибавки отримано за обприскування посівів препаратом Азотофіт Р – 14,5%, а також на варіанті передпосівної обробки насіння регулятором росту Івін – 10,9%.

Для визначення достовірності різниці між варіантами досліджень використовували тест Дункана, за результатами якого при визначенні впливу фактору А (регулятор росту) розподіл був на три гомогенних групи. Усереднені за варіантами дані розподілись наступним чином: у першій гомогенній групі з показником 1,47 т/га був контроль; у другій – варіанти із застосуванням препаратів Івін та Авангард Стимул (відповідно: 1,63 та 1,62 т/га), у третій – варіант із препаратом Азотофіт Р (1,66 т/га) (табл. 2).

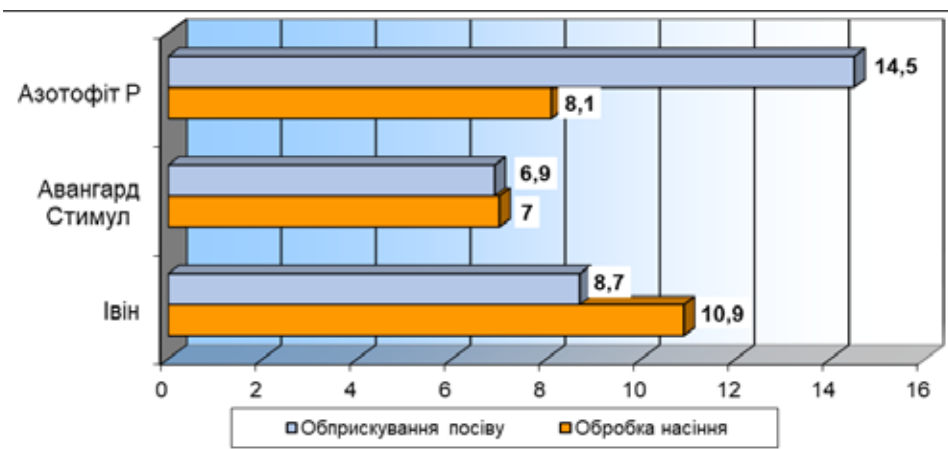


Рис. 1. Прибавки урожайності суцвіть нагідок лікарських залежно від способів застосування біологічно активних препаратів, % (середнє за 2021–2023 рр.)

Таблиця 2

Залежність урожайності суцвіть нагідок лікарських залежно від регулятора росту рослин за тестом Дункана (2021–2023 рр.)

Препарат (А)	Урожайність, т/га	Гомогенні групи		
		I	II	III
Без препарату (контроль)	1,47	***		
Івін	1,63		***	
Авангард Стимул	1,62		***	
Азотофіт Р	1,66			***

Щодо впливу способу застосування регулятора росту рослин (фактор В), за тестом Дункана усереднені значення урожайності суцвіть нагідок лікарських розподілено за двома різними гомогенними групами, що свідчить про істотну різницю між варіантами досліджень (табл. 3).

Таблиця 3

Залежність урожайності суцвіть нагідок лікарських залежно від способу застосування регулятора росту рослин за тестом Дункана (2021–2023 рр.)

Спосіб застосування регулятора росту рослин (В)	Урожайність, т/га	Гомогенні групи	
		I	II
Обробка насіння	1,57	***	
Обприскування посіву	1,61		***

Висновки. Отже, за вирощування нагідок лікарських в умовах Лісостепу західного доцільно використовувати регулятори росту рослин як для передпосівної обробки насіння, так і для обприскування вегетуючих рослин у фазі розетки листків. Встановлено, що оптимальну урожайність суцвіть забезпечило обприскування посівів препаратом Азотофіт Р та передпосівна обробка насіння препаратом

Івін, урожайність суцвіть на цих варіантах склала в середньому за роки досліджень відповідно: 1,72 та 1,65 т/га з перевищенням контролю 0,25 т/га (14,5%) та 0,18 т/га (10,9%).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Verma P. K., Raina R., Singh M., Wazir V. S., Kumar P. Attenuating potential of *Calendula officinalis* of biochemical and antioxidant parameters in hepatotoxic rats. *Indian J Physiol Pharmacol*. 2017. Vol. 61. Iss. 4. P. 398–410.
2. Лупак О. Перспективи використання деяких лікарських рослин родини Asteraceae в якості біологічно активних добавок. *Валеологія: сучасний стан, напрямки та перспективи розвитку* : тези доповідей XIV міжнародної науково-практичної конференції, 14 квітня – 16 квітня 2016 р., Харків : ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2016. С. 330–333.
3. Лихочвор В. В., Борисюк В. С., Дубковецький С. В., Онищук Д. М. Лікарські рослини. Значення, ботанічні і біологічні особливості, технологія вирощування, заготівля. Львів : НВФ «Українські технології», 2003. 208 с.
4. Сівко Г. І., Швець І. О. Дослідження вмісту біологічно активних речовин та седативні властивості *Calendula officinalis*. *Молодий вчений*. 2017. Вип. 3. № 43. С. 22–25.
5. Безкоровайна О. І., Терещенкова І. І. Лікарські трави в медицині : монографія. Харків : Факт, 2002. С. 152–155.
6. Нагідок квітки. Державна Фармакопея України. Харків : Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. Т. 3. С. 400–401.
7. Тернинко І. І., Кисличенко В. С. Фітохімічне вивчення ліпофільних фракцій з трави *Calendula officinalis* (L.) та *Chamomilla recutita* (L.). *Актуальні питання фармацевтичної і медичної науки і практики*. 2011. Вип. 14. № 3. С. 82–85.
8. Смойловська Г. П., Гречана О. В., Фуклева Л. А. Фітохімічне вивчення кислоти аскорбінової у рослинній сировині. *Актуальні питання фармацевтичної і медичної науки та практики*. 2010. Вип. 23. № 4. С. 58–59.
9. Kishimoto S., Maoka T., Sumitomo K., Ohmiya A. Analysis of carotenoid composition in petals of *Calendula* (*Calendula officinalis* L.). *Biosci Biotechnol Biochem*. 2005. Vol. 69. Iss. 11. P. 2122–2128.
10. Падалко Т.О. Залежність польової схожості та виживання рослин нагідок лікарських (*Calendula officinalis* L.) від чинників вегетації та агротехнічних прийомів в умовах Правобережного Лісостепу України. *Український журнал природничих наук*. 2024. № 8. С. 199–206.
11. Padalko T.O. Dynamics of growth and development of *Calendula* plants (*Calendula officinalis* L.) according to the duration and phases of vegetation in the conditions of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine. *International periodic scientific journal: «Scientific World Journal»*. Bulgaria. 2024. Vol. 23, no. 2. P. 72–78.
12. Сухар С.В. Продуктивність нагідок лікарських в Лісостепу західному України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2012. Вип. 4(1). С. 217–222.
13. Сухар С.В., Хоміна В.Я. Удосконалення елементів технології вирощування нагідок лікарських в умовах Лісостепу західного: монографія. Ніжин: ПП «Лисенко», 2015. 144 с.
14. Лупак О., Антоняк Г., Шпек М. Формування продуктивності *Calendula officinalis* L. залежно від внесення стимуляторів росту та ґрунтово- кліматичних умов культивування. *Вісник Львівського національного аграрного університету : агрономія*. Львів : Львів. нац. аграр. ун-т, 2016. № 20. С. 60–65.
15. Lupak O. Biochemical indices of prooxidant-antioxidant processes in *Calendula officinalis* L., grown under the influence of growth biostimulants». *Scientific Journal of Polonia University*. 2019. Vol. 34. № 3. P. 113–119.

УДК 631.582:633.491

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.2.5>

ВПЛИВ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ ТА УДОБРЕННЯ НА ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ КАРТОПЛІ СОРТУ «ГРАНАДА» ЗА АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ

Поліщук В.О. – к.с.-г.н.,

старший викладач кафедри ґрунтознавства та землеробства,

Поліський національний університет

Журавель С.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри ґрунтознавства та землеробства,

Поліський національний університет

Смаглій В.О. – к.е.н.,

доцент кафедри ґрунтознавства та землеробства,

Поліський національний університет

Нами проаналізовано вплив різних варіантів удобрення та біологічних препаратів на ріст і розвиток рослин картоплі, формування площі листкової поверхні, фотосинтетичного потенціалу та урожаю. Внесення біологічних препаратів відбувалося двічі у період вегетації картоплі позакоренево, перше – у фазу повні сходи, друге – через чотирнадцять днів. Біопрепарати, які використовувалися були наступними: Триходермін, р. (1 л/га) – виготовлений на основі гриба-антагоніста виду *Trichoderma lignorum* та складається з цілого комплексу целюлозолітичних ферментів, які виробляє сам гриб; 2. Гаупсин, р. (1 л/га) – штам ІМВ 2637, який виготовлений з бактерій групи *Pseudomonas aureofaciens*; 3. Azoter F®, р (10 л/га) – діюча речовина – містить гриб-паразит *Trichoderma atroviridae* та знищує спори *Fusarium*, *Rhizium* в ґрунті.

Дослідження проходили в умовах дослідного поля Поліського національного університету, що знаходиться поблизу с. Велика Горбаша в Черняхівському районі. Схема досліді була наступною: контроль (обробка водою), органічна система гній (50 т/га) та мінеральна система удобрення ($N_{50}P_{40}K_{70}$).

В ході досліджень встановлено, що сходи картоплі з'явилися впродовж 14-16 діб. У наступну фазу – бутонізація картоплі вступила через 24-27 діб після з'явлення сходів, що є характерним для сорту «Гранада». Міжфазний період «бутонізація-цвітіння» картоплі у середньому тривав від 9 до 14 діб. Використання біопрепаратів, які вносилися позакоренево сприяло зростанню фази цвітіння на 1-2 доби.

Період вегетації картоплі у середньому тривав 83-93 доби. На площу листкової поверхні у фази повних сходів та цвітіння позитивно впливало використання добрив. Так фаза повних сходів при використанні різних видів добрив зроста порівняно з контролем на 1-4%, а фаза цвітіння на 41-48%.

Встановлено, що найвищі показники фотосинтетичного потенціалу картоплі отримано за варіанту із внесенням гною, де він склав 919 тис. м²/га *діб та використання біологічного препарату Azoter F® – 1034 тис. м²/га *діб.

Урожайність картоплі найвищою була отримана за варіанту удобрення з мінеральною складовою ($N_{50}P_{40}K_{70}$), де вона склала 26,5 т/га. За мінеральної системи удобрення при внесенні Azoter F® позакоренево отримано найвищу урожайність, яка склала 28,6 т/га.

Ключові слова: урожайність, картопля, біологічні препарати, система удобрення, фотосинтетичний потенціал.

Polishchuk V.O., Zhuravel S.V., Smahlii V.O. The influence of biological preparations and fertilizers on the formation of granada potato yield under alternative growing technology

We have analyzed the effect of various fertilizer options and biological preparations on the growth and development of potato plants, the formation of leaf surface area, photosynthetic potential, and yield. The introduction of biological preparations was carried out twice during the growing season of potatoes foliarly, the first – in the phase of full germination, the second – after fourteen days. The biological preparations that were used were the following: Trichodermin, p.

(1 l/ha) – made on the basis of the antagonistic fungus *Trichoderma lignorum* and consists of a whole complex of cellulolytic enzymes produced by the fungus itself; 2. *Haupsyn, r.* (1 l/ha) – strain IMV 2637, which is made from bacteria of the *Pseudomonas aureofaciens* group; 3. *Azoter F®*, p (10 l/ha) – the active ingredient – contains the parasitic fungus *Trihoderma atroviridae* and destroys *Fusarium* and *Pythium* spores in the soil.

The research was conducted in the conditions of the experimental field of the Polis National University, which is located near the village of Velika Gorbasha in Chernyakhiv district. The scheme of the experiment was as follows: control (water treatment), organic manure system (50 t/ha) and mineral fertilizer system ($N_{50}P_{40}K_{70}$).

In the course of research, it was established that potato seedlings appeared within 14-16 days. Potatoes entered the next phase – budding 24-27 days after the emergence of seedlings, which is characteristic of the “Granada” variety. The interphase period of “budding-flowering” of potatoes lasted from 9 to 14 days on average. The use of biological preparations applied foliarly contributed to the growth of the flowering phase by 1-2 days.

The growing season of potatoes lasted 83-93 days on average. The use of fertilizers had a positive effect on the leaf surface area in the phase of full emergence and flowering. Thus, the phase of full seedlings when using different types of fertilizers increased compared to the control by 1-4%, and the flowering phase by 41-48%.

It was established that the highest indicators of the photosynthetic potential of potatoes were obtained under the option with the introduction of manure, where it amounted to 919 thousand $m^2/ha \cdot days$ and use of biological preparation *Azoter F®* – 1034 thousand $m^2/ha \cdot days$.

The highest yield of potatoes was obtained with the option of fertilizer with a mineral component ($N50P40K70$), where it was 26.5 t/ha. With the mineral fertilization system, when applying *Azoter F®* foliarly, the highest yield was obtained, which was 28.6 t/ha.

Key words: yield, potato, biological preparations, fertilization system, photosynthetic potential.

Постановка проблеми. Обов’язковою умовою отримання хороших та сталих врожаїв є своєчасне та правильне внесення добрив, адже вони сприяють покращенню структури ґрунту та повноцінному росту і розвитку сільськогосподарських культур. Також добрива, особливо органічного походження, можуть контролювати показники кислотності ґрунту. Щодо термінів внесення добрив, то вони індивідуальні для кожної культури та залежать від особливостей ґрунту, природно-кліматичної зони та інших факторів. Все більшу перевагу в останні десятиліття у світовому сільському господарстві надають новому напрямку землеробства – біологічному. Яке передбачає розроблення та впровадження зональних альтернативних екологічно-безпечних систем на основі використання лише ресурсо- й енергоощадних технологій. Ці технології ґрунтуються на використанні препаратів біологічного походження та мікродобрив, які вносяться позакоренево для захисту та підживлення рослин. Тому все ширше набуває актуальності вдосконалення уже існуючих екологічно-безпечних технологій вирощування картоплі та розробка нових. Для людей та тварин біологічні препарати є нешкідливими та екологічно безпечними, вони не накопичуються у продуктах харчування [14].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Україна має сприятливі кліматичні умови для отримання високих та сталих врожаїв картоплі. Картопля є культурою, яка для свого росту і розвитку потребує великої кількості елементів живлення. Під час несприятливих кліматичних умов, зокрема посухи, використання позакоренево біологічних препаратів є досить ефективним та сприяє підвищенню врожаю у межах 20-25%. Біопрепарати сприяють покращенню диференціації біометричних та фенологічних показників агроценозів, інтенсивності продукційних процесів та підвищують зростання енергетичної та економічної ефективностей при вирощуванні сільськогосподарських культур, зокрема картоплі [10].

Основним фактором отримання високого врожаю картоплі та її якісних показників є правильно підібрана технологія вирощування культури. Чим краще рослини формують листковий апарат, тим вищим буде фотосинтетичний потенціал досліджуваної культури. Головним джерелом у формуванні органічної речовини всіх зелених рослин є процес фотосинтезу. Він виступає основним фактором, який сприяє фізичному нагромадженню врожаю всіх культурних рослин під час їх вирощування. Площа листової поверхні (ПЛ) та фотосинтетичний потенціал (ФП) є найважливішими показниками фотосинтетичної діяльності рослин, які безпосередньо впливають на формування продуктивності посівів.

Постановка завдання. На дослідному полі Поліського національного університету були проведені дослідження, щодо вирощування картоплі сорту «Гранادا». Сівозміна була короткоротаційною: конюшина на насіння, картопля, жито озиме, пелюшко-вівсяна сумішка, овес з підсівом конюшини. Дослідна ділянка характеризувалася ясно-сірими лісовими ґрунтами, для яких характерним є низька забезпеченість гумусом. Реакція ґрунтового розчину є слабо-кислою. Програмою досліджень передбачалося вивчення впливу різних систем удобрення, зокрема: контроль; гній 50 т/га та мінеральної системи удобрення ($N_{50}P_{40}K_{70}$) з позакореневим внесенням Триходермін, Гаупсин, Azoter F®.

Мета роботи полягала у дослідженні впливу сучасних біологічних препаратів на ріст і розвиток рослин картоплі за умов використання елементів біологізації.

Результати досліджень. Отримані результати досліджень свідчать про те, що впродовж 2019-2020 рр. сходи картоплі з'являлися впродовж 14-16 діб, цьому сприяло зростання рівномірне температури та достатнє забезпечення вологою.

У фазу бутонізації картопля вступила через 24-27 діб після з'явлення сходів, що є характерним для сорту «Гранادا».

Від 9 до 14 діб тривав у середньому міжфазний період «бутонізація-цвітіння» картоплі. Внесення біопрепаратів позакоренево збільшило тривалість фази цвітіння на 1-2 доби, однак найдовшим період цвітіння був за варіанту удобрення з використанням гною (50 т/га) та внесенням позакоренево біопрепарату Azoter F® та склав 13 діб.

Найкоротшою фаза відмирання надземної маси рослин картоплі була за варіанту, який передбачав контроль (обприскування водою), який становив 37 діб, за варіанту удобрення – гній 50 т/га – 39 діб, за 3 варіанту удобрення – $N_{50}P_{40}K_{70}$ – 40 діб. Внесення біологічних препаратів позакоренево сприяло подовженню фази відмирання надземної маси до 3 діб (рис. 1).

В наших дослідях період вегетації картоплі у середньому тривав 83-93 доби. Найкоротшим він був за варіанту без внесення добрив та становив 83 доби. За варіанту з внесенням гною 50 т/га він склав 88 діб, а за 3 варіанту удобрення – $N_{50}P_{40}K_{70}$ – 89 діб. Внесення біологічних препаратів по зеленому листу сприяло зростанню вегетаційного періоду до 4 діб.

Як видно з рисунків 2 та 3 на площу листової поверхні у фазу повних сходів позитивно впливало використання добрив, яка при внесенні добрив зросла 1-4%, на 41-48% під час фази цвітіння у порівнянні до варіанту без внесення добрив.

Нами зафіксовано зростання фотосинтетичного потенціалу картоплі завдяки внесенню добрив, як позакореновому внесенню біопрепаратів так і органічних та мінеральних.

Встановлено, що найвищі показники фотосинтетичного потенціалу картоплі отримано за варіанту із внесенням гною, де він склав 919 тис. м²/га *діб та системи удобрення мінеральної – 908 тис. м²/га *діб, він зріс порівняно до варіанту без внесення добрив на 278-289 тис. м²/га *діб.

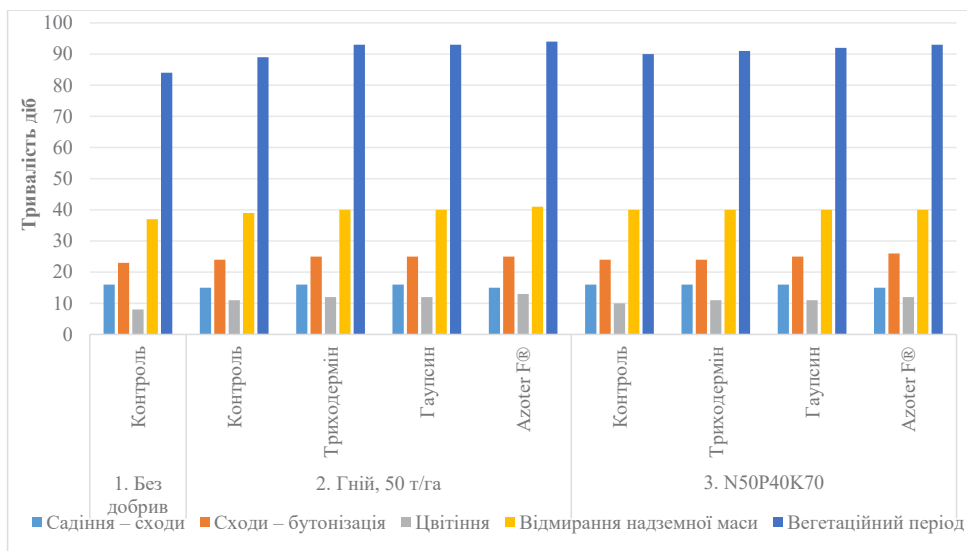


Рис. 1. Фенологічні фази росту й розвитку рослин картоплі сорту Гранада залежно від впливу добрив і біологічних препаратів (середнє за 2019-2020 рр.), дб

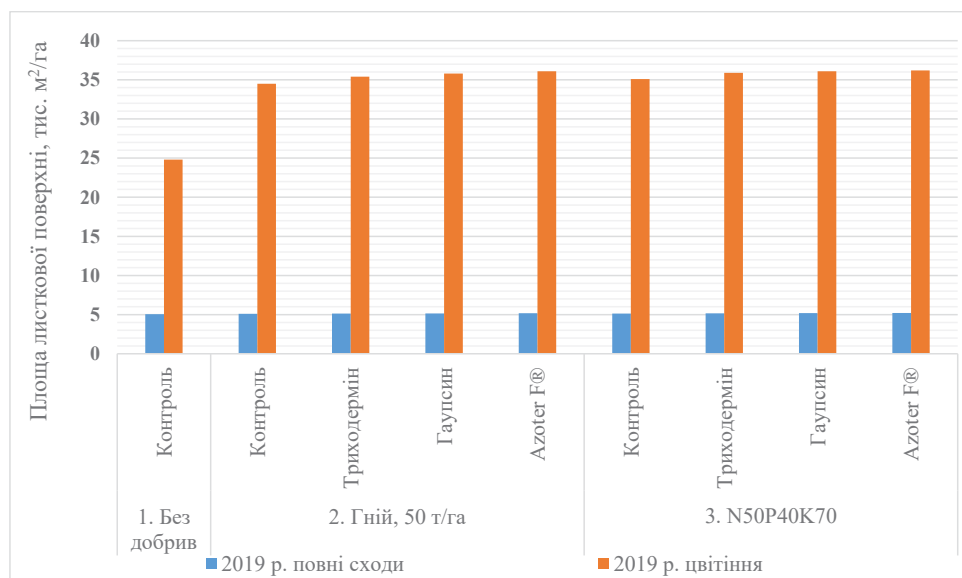


Рис. 2. Площа листової поверхні картоплі за фаз розвитку: повні сходи та цвітіння залежно від варіантів удобрення та біопрепаратів за 2019 р., тис. м²/га

Використання біологічних препаратів та різних добрив було позитивним. Так за органічної системи удобрення з використанням біопрепарату Гаупсин фотосинтетичний потенціал становив 1011 тис. м²/га *дб та Azoter F® – 1034 тис. м²/га *дб. На фоні N₅₀P₄₀K₇₀ при використанні цих самих біопрепаратів фотосинтетичний потенціал становив 990 та 1020 тис. м²/га *дб відповідно (табл. 1).

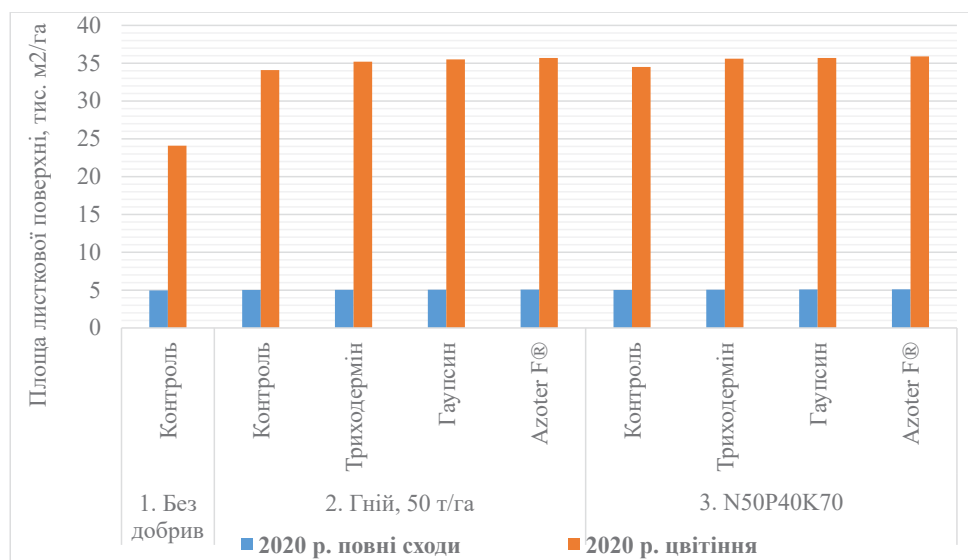


Рис. 3. Площа листової поверхні картоплі за фаз розвитку: повні сходи та цвітіння залежно від варіантів удобрення та біопрепаратів за 2020 р., тис. м²/га

Таблиця 1

Формування фотосинтетичного потенціалу картоплі сорту Гранาดา в міжфазні періоди «повні сходи – цвітіння», середнє за 2019-2020 рр.

Система удобрення	Позакореневе підживлення	Середня площа листової поверхні, тис. м²/га	Тривалість періоду, діб	Фотосинтетичний потенціал, тис. м²/га * діб
1. Без добрив	Контроль	14,30	46	630
2. Гній, 50 т/га	Контроль	19,50	49	919
	Триходермін	19,89	52	995
	Гаупсин	20,20	52	1011
	Azoter F®	20,27	53	1034
3. N ₅₀ P ₄₀ K ₇₀	Контроль	19,29	49	908
	Триходермін	20,03	51	982
	Гаупсин	20,18	51	990
	Azoter F®	20,38	52	1020
НІР _{0,5} різниці часткових середніх		0,44	0,87	0,76
НІР _{0,5} за фактором А		0,21	0,40	0,35
НІР _{0,5} за факторами В і АВ		0,23	0,44	0,37

У розрізі систем удобрення при вирощуванні картоплі перевага, щодо формування врожаю була за варіанту удобрення – N₅₀P₄₀K₇₀, де урожайність була найвищою та склала 26,5 т/га. За варіанту удобрення з внесенням гною урожайність становила 25,7 т/га. Найнижчою урожайність була за варіанту без внесення добрив 23,0 т/га. Щодо позакореневого внесення біопрепаратів, то найкраще спрацювали

Гаупсин – 28,4 т/га та Azoter F® – 28,1 т/га за варіанту удобрення з внесенням гною. У варіанті 3 найкраще спрацював Azoter F®, де урожайність становила 28,6 т/га (таблиця 2).

Таблиця 2

Врожайність бульб картоплі сорту Гранада залежно від варіантів удобрення та рідких біологічних препаратів, т/га (середнє за 2019-2020 рр.)

Варіанти удобрення	Підживлення позакореневе	Урожайність, т/га		
		2019 р.	2020 р.	Середнє
1. Без добрив	Контроль	23,3	22,6	23,0
2. Гній, 50 т/га	Контроль	26,5	24,9	25,7
	Триходермін	27,9	26,6	27,3
	Гаупсин	29,7	27,0	28,4
	Azoter F®	28,6	27,5	28,1
3. N ₅₀ P ₄₀ K ₇₀	Контроль	27,1	25,8	26,5
	Триходермін	28,2	26,6	27,4
	Гаупсин	29,0	27,0	28,0
	Azoter F®	29,6	27,5	28,6
НІР для різниці часткових середніх		1,82	1,77	–
НІР по фактору А		0,72	0,73	–
НІР по фактору В і АВ		0,92	0,88	–

Висновки і пропозиції. Згідно результатів дослідження період вегетації картоплі сорту Гранада становив 83-93 доби. Найвищі показники фотосинтетичного потенціалу картоплі отримано за варіанту із внесенням гною, де він склав 919 тис. м²/га *діб та мінеральної системи удобрення – 908 тис. м²/га *діб. За органічної системи удобрення з використанням біопрепарату Гаупсин фотосинтетичний потенціал становив 1011 тис. м²/га *діб та Azoter F® – 1034 тис. м²/га *діб.

Найвищою урожайність картоплі була отримана за варіанту удобрення з мінеральною складовою (N₅₀ P₄₀ K₇₀), де урожайність була найвищою та склала 26,5 т/га. Позакореневе внесення біопрепаратів сприяло отриманню найвищих врожаїв при використанні Azoter F®, де урожайність становила 28,6 т/га за мінеральної системи удобрення.

Отже, картоплю сорт «Гранада» найкраще вирощувати за варіанту удобрення з мінеральною складовою (N₅₀ P₄₀ K₇₀) та позакореневим внесенням біологічного препарату Azoter F®.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Бикін А.В., Бикіна Н. М., Генгалю О.М., Бордюжа Н.П., Слюсар О.В. Вплив позакореневого підживлення на врожайність та якість бульб картоплі чіпсового напрямку використання. *Науковий вісник НУБіП України*. Вип. 149. 2010. С. 91–96.
2. Данилюк В, Лагуш Н, Мруць О. Ефективність удобрення картоплі в умовах Малого Полісся. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Агрономія*. № 15 (2). Львів, 2011. С. 47–51.
3. Ковальов В. Б., Трембіцька О. І., Клименко Т. В., Поліщук В. О. Особливості вирощування картоплі в умовах Полісся при використанні мікродобрив та

біопрепарату. *Агропромислове виробництво Полісся : зб. наук. пр. / НААНУ*. 2016. Вип. 9. С. 25–28.

4. Кравченко О.А., Шарапа М.Г. Агротехнічні прийоми вирощування високих урожаїв картоплі в зонах Полісся та Лісостепу України. *Картоплярство України*, 2010. № 1–2 (18–19). С. 20–30.

5. Літінська Л.М., Каліцький П.Ф., Кравченко В.В. Ефективність застосування гною, мінеральних добрив і сидератів під картоплю. *Картоплярство*. Вип. 31. 2002. С. 36–42.

6. Молоцький М.Я., Федорук Ю.В. Урожайність картоплі залежно від сорту, способу вирощування та видів добрив на чорноземах типових малогумусних. *Аграрний вісник Причорномор'я. Зб. наук. праць*. Вип. 26, ч.2. Одеса. 2004. С. 75–81.

7. Перчиць А.І., Власенко М.Ю., Бугаєва І.П. Створення урожаю картоплі при різних способах внесення мінеральних добрив. *Картоплярство – міжвід. темат. наук. зб. Вип. 34–35. ІК УААН*. Київ, 2006. С. 85–93.

8. Поліщук В. О., Журавель С. В. Продуктивність картоплі за різних систем удобрення та рідких органо-мінеральних добрив. *Ринок землі: реалії та очікування : зб. тез доп. Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. (25–28 травня 2020 р.)*. Житомир, 2020. С. 101–105.

9. Поліщук В.О., Журавель С.В., Кравчук М.М., Залевський Р.А. Ефективність рідких комплексних добрив за різних систем удобрення картоплі в умовах Полісся України. *Наукові горизонти*. 2020. № 08(93). С. 141–148. Doi: 10.33249/2663-2144-2020-93-8-141-148.

10. Рожнятовський А.О. Технологія вирощування картоплі та її урожайність в умовах Полісся України. Посидання науки, освіти, практичного виробництва і справедливого продажу якісної органічної продукції. *Х ювілейна Міжнародна науково-практична конференція. (м. Чабани, 12 вересня, 2019 р.)*. Чабани, 2019. С. 257–259.

11. Сидорова А. І., Кононська Є. Т. Економічна оцінка застосування мінеральних добрив при вирощуванні картоплі на Поліссі України. *Землеробство. Система удобрення у сівозмінах*. 1973. Вип. 33. С. 94–96.

12. Федорук Ю.В. Зміна біохімічного складу бульб за використання зелених добрив при беззмінному вирощуванні картоплі та в сівозміні. *Аграрні вісті*. № 3. Біла Церква, 2005. С. 10–14.

13. Шувар І.А., Корпіта Г. М. Біологізація технології вирощування картоплі в Західному Лісостепу. *Інноваційні технології в рослинництві : матеріали III Всеукр. наукової інтернет-конф. (15 липня 2020 р.)*. Кам'янець Подільський, 2020. С. 153–156.

УДК 635.925

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.2.6>

ДЕКОРАТИВНА ОЦІНКА ВИДІВ ТА СОРТІВ РОДУ SYRINGA L.

Потапський Ю.В. – к.с.-г.н., доцент,

доцент кафедри садово-паркового господарства, геодезії і землеустрою,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Безвіконний П.В. – к.с.-г.н., доцент,

доцент кафедри садово-паркового господарства, геодезії і землеустрою,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Тарасюк В.А. – к.с.-г.н., доцент,

доцент кафедри землеробства, ґрунтознавства та захисту рослин,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

В статті розглянуто питання доцільності впровадження в широке культивування видів роду *Syringa* L. для сучасного зеленого будівництва в умовах західного Лісостепу. Здійснено аналіз стану наявних насаджень бузку звичайного і бузку Мейєра впродовж 2022–2024 років в умовах навчальної лабораторії «Ботанічний сад» Закладу вищої освіти «Подільський державний університет». За результатами оцінки декоративності виділено групи сортів роду *Syringa* L.: з гарною декоративною оцінкою (від 2,1 до 3,0 балів): бузок звичайний сорт Прімоуз; та з високою декоративною оцінкою (від 3,1 до 4,0 балів): бузок Мейєра сорт Флауерфеста Рожевий; сорти бузку звичайного: Чарльз Джолі, Карл, Сенсация, Перлина. Встановлено, що серед сортів бузку роду *Syringa* L. вищим ступенем облісненості характеризувався бузок Мейєра сорту Флауерфеста Рожевий та сорт бузку звичайного Перлина (в середньому 4,8 бала). За ступенем цвітіння кращим виявився бузок Мейєра сорт Флауерфеста Рожевий – 4,9 бала, децю менший цей показник був у сортів бузку звичайного Карл та Сенсация – 4,8 бала. За сумарною декоративною оцінкою виділено групи сортів бузку роду *Syringa* L.: декоративні (від 10,1 до 12,0 балів) – бузок звичайний сорт Прімоуз та сорт Чарльз Джолі; високодекоративні (від 12,1 до 14,0 балів) – сорти бузку звичайного Карл, Сенсация, Перлина та бузок Мейєра сорт Флауерфеста Рожевий. Визначено, що тривалість цвітіння у сортів бузку звичайного сорту Сенсация та сорту Чарльз Джолі становив 18–21 день, а сортів бузку звичайного сорту Перлина, Карл, Прімоуз та бузку Мейєра Флауерфеста Рожевий – 20–21 день. Тобто, всі сорти зберігають декоративність впродовж тривалого часу. За комплексом ознак встановлено групу високодекоративних генотипів, а саме сорти бузку звичайного Карл, Сенсация, Перлина та бузок Мейєра сорт Флауерфеста Рожевий. Таким чином, дані досліджувані сорти можуть бути рекомендовані для широкого використання в практиці сучасного зеленого будівництва.

Ключові слова: бузок звичайний, бузок Мейєра, декоративні якості, ступінь цвітіння, ступінь облісненості.

Potapsky Yu.V., Bezvikonnyy P.V., Tarasiuk V.A. Decorative evaluation of species and varieties of the genus *Syringa* L.

The article considers the issue of the feasibility of introducing species of the genus *Syringa* L. into open cultivation for modern green construction in the conditions of the western Forest-Steppe. An analysis of the state of existing plantings of common lilac and Meyer's lilac was carried out during 2022–2024 in the conditions of the educational laboratory "Botanical Garden" of the Higher Education Institution "Podillia State University". According to the results of the assessment of decorativeness, groups of varieties of the genus *Syringa* L. were distinguished: with a good decorative rating (from 2.1 to 3.0 points): common lilac variety Primrose; and with a high decorative rating (from 3.1 to 4.0 points): Meyer's lilac variety Flowerfest Pink; varieties of common lilac: Charles Jolie, Karl, Sensation, Pearl. It was found that among the varieties of lilac of the genus *Syringa* L., the highest degree of leafiness was characterized by Meyer's lilac of the Flowerfest Pink variety and the common lilac variety Perlyna (on average 4.8 points). In

terms of the degree of flowering, Meyer's lilac of the Flowerfest Pink variety turned out to be the best – 4.9 points, this indicator was somewhat lower for the varieties of common lilac Karl and Sensation – 4.8 points. According to the total decorative assessment, groups of lilac varieties of the genus Syringa L. were distinguished: decorative (from 10.1 to 12.0 points) – common lilac variety Primrose and variety Charles Jolie; highly decorative (from 12.1 to 14.0 points) – varieties of common lilac Karl, Sensation, Perlyna and Meyer's lilac variety Flowerfest Pink. It was determined that the duration of flowering in the varieties of common lilac of the Sensation variety and the Charles Jolie variety was 18–21 days, and in the varieties of common lilac of the Perlyna, Karl, Primrose and Meyer lilac Flowerfest Pink – 20–21 days. That is, all varieties retain their decorativeness for a long time. According to the complex of characteristics, a group of highly decorative genotypes was established, namely the varieties of common lilac Karl, Sensation, Perlyna and Meyer lilac Flowerfest Pink. Thus, these studied varieties can be recommended for widespread use in the practice of modern green construction.

Key words: common lilac, Meyer lilac, decorative qualities, degree of flowering, degree of leafiness.

Постановка проблеми. Зелені насадження в умовах міського середовища є одним із найбільш ефективних та економічних засобів підвищення комфортності та якості середовища життя громадян [1]. У зв'язку з інтенсивним розвитком міст створення нових та реконструкція наявних рекреаційних зон для відпочинку населення, зростання темпів урбанізації та посилення техногенного навантаження на зелені насадження міст та населених пунктів робить особливо значущим питання розширення асортименту деревних рослин [2, 3].

Одним з найважливіших критеріїв відбору рослин для озеленення є збереження їхньої декоративності незалежно від вікових змін та впливу несприятливих факторів навколишнього середовища. Таким чином, знання декоративних якостей та властивостей рослин необхідне для правильного розміщення їх у просторі, а також для підбору за термінами та тривалістю цвітіння, що сприяє значному збагаченню та продовженню художнього та естетичного вигляду ландшафтних композицій.

Аналіз останніх досліджень. При виборі тих чи інших деревних порід для садово-паркових насаджень квітки є важливою, іноді вирішальною декоративною деталлю. При підборі асортименту для створення ландшафтних композицій, на рівні з іншими декоративними характеристиками, потрібно враховувати форму квіток, їх розміри, колір, наявність аромату, час і тривалість цвітіння [4].

Одне з провідних місць серед красиво-квітух декоративних рослин, що використовуються в сучасному зеленому будівництві, належить бузку. Бузок є однією з найбільш поширених красиво-квітух декоративних культур, має прекрасні декоративні якості, високу екологічну пластичність, має широкий спектр видового і сортового різноманіття [5].

Завдяки виключно красивому цвітінню різні види бузку з різними термінами цвітіння рекомендуються для використання на присадибних ділянках та в парках і дендропарках, в одиночних посадках на тлі газону, в групах, альпінаріях і алеях, а також при створенні монокультурних садів на територіях дендропарків. Незважаючи на те, що в озелененні міст і області бузок використовується давно, його видовий і сортовий асортимент зараз достатньо обмежений [6, 7].

За результатами обстеження зелених насаджень загального користування м. Кам'янця-Подільського, кількість екземплярів бузку звичайного та Мейєра становлять лише 8,31%, що говорить про малий ступінь їх використання у практиці ландшафтного будівництва. Це пояснюється недостатньою вивченістю та фрагментарністю даних щодо адаптивного потенціалу бузку, відсутністю посадкового

матеріалу адаптованих та перспективних генотипів, а також комплексною оцінкою їх декоративних якостей з урахуванням впливу несприятливих факторів навколишнього середовища та вікових змін [9].

З метою найбільш повного ознайомлення пересічного відвідувача дендропарку з красою, декоративним різноманіттям, біологічними особливостями рослин актуальним стає створення монокультурних садів, де на певній території зосереджена велика кількість сортів та видів одного і того ж роду рослин [9, 10].

Дослідження питань встановлення декоративних, морфометричних та біологічних особливостей даних видів рослин повинні вивчатися на науковому рівні з подальшим дослідженням перспективності та поповнення асортименту новими культиварами на території нашої держави [11].

Мета досліджень. Метою досліджень було проведення комплексної оцінки декоративних якостей сортів бузку звичайного і бузку Мейєра та виділення високодекоративних генотипів для сучасного зеленого будівництва в умовах західного Лісостепу.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводились впродовж 2022–2024 років в умовах Навчальної лабораторії «Ботанічний сад» Закладу вищої освіти «Подільський державний університет».

Об'єктами дослідження були п'ять сортів бузку звичайного та один сорт бузку Мейєра – Флауерфеста Рожевий. Загалом було вивчено 40 рослин, серед яких: 6 (15%) рослин бузку звичайного сорту Чарльз Джолі, 7 рослин (17,5%) сорту Карл, 5 рослин (12,5%) сорту Сенсация, 9 рослин (22,5%) сорту Перлина, 8 рослин (20%) сорту Прімуоз та 5 рослин (12,5%) карликової форми бузку Мейєра сорту Флауерфеста Рожевий

Ступінь цвітіння сортів бузку оцінювали за 6-бальною шкалою, де 0 означало відсутність цвітіння, а 5 – повне, рясне цвітіння. Ступінь облісненості визначали за модифікованою 6-бальною шкалою: 0 – слабка облісненість, 5 – висока. Декоративність рослин оцінювали за 4-бальною шкалою, де найвищим був бал 4. Сумарна декоративна оцінка розраховувалася як сума балів за ступенем облісненості, цвітіння, а також оцінкою декоративності, що базувалася на характеристиках габітусу та стану куща. При цьому враховували наявність або відсутність пошкоджень стовбура, пагонів і листя, спричинених хворобами, шкідниками, антропогенним впливом чи несприятливими умовами осінньо-зимового періоду.

Фенологічні спостереження та визначення стану проводили згідно з методикою Методика проведення експертизи сортів рослин групи декоративних, лікарських та ефіроолійних, лісових на придатність до поширення в Україні [12].

Виклад основного матеріалу дослідження. Важливою сортовою ознакою бузку є інтенсивність (ступінь) цвітіння. Вона варіює залежно від погодних умов року та залежить від кількості квітконосних пагонів на кущі та кількості пар квітконосів в суцвітті. Крім того, при оцінці декоративних якостей сортів бузку роду *Syringa L.* в наших дослідженнях ми враховували ступінь їх облісненості та декоративність.

На основі результатів оцінки ступеня облісненості та цвітіння були виділені групи сортів бузку за ступенем вираженості досліджуваного показника (табл. 1).

За результатами оцінки декоративності виділено групи сортів роду *Syringa L.*:

1) з гарною декоративною оцінкою (від 2,1 до 3,0 балів): бузок звичайний сорт Прімуоз;

2) з високою декоративною оцінкою (від 3,1 до 4,0 балів): бузок Мейєра сорт Флауерфеста Рожевий; сорти бузку звичайного: Чарльз Джолі, Карл, Сенсация, Перлина.

Таблиця 1

Розподіл сортів роду *Syringa* L. за ступенем облісненості та цвітіння

Ступінь вираженості показника декоративності (у балах)	Ступінь облісненості	Ступінь цвітіння
слабка (від 0 до 1,0)	-	-
задовільна (від 1,1 до 2,0)	-	-
гарна (від 2,1 до 3,0)	Бузок звичайний сорт Прімуоз	Бузок звичайний сорт Прімуоз
висока (від 3,1 до 4,0)	Бузок Мейєра сорт Флауерфеста Рожевий; сорти бузку звичайного: Чарльз Джолі, Карл, Сенсация, Перлина.	Бузок Мейєра сорт Флауерфеста Рожевий; сорти бузку звичайного: Чарльз Джолі, Карл, Сенсация, Перлина.

Проведені дослідження виявили достовірні відмінності ступеня облісненості та декоративності сортів бузку роду *Syringa* L. в середньому за 2022–2024 роки дослідження (табл. 2).

Таблиця 2

**Оцінка декоративних якостей сортів бузку роду *Syringa* L.,
в середньому за 2022–2024 рр. (у балах)**

Назва сорту	Ступінь облісненості	Ступінь цвітіння	Оцінка декоративності	Сумарна декоративна оцінка
Чарльз Джолі	4,0	4,2	3,7	11,9
Карл	4,4	4,8	3,8	13,0
Сенсация	4,6	4,8	3,9	13,2
Перлина	4,8	4,7	3,9	13,3
Прімуоз	3,7	3,6	3,0	10,2
Бузок Мейєра сорт Флауерфеста Рожевий	4,8	4,9	4,0	13,7
<i>в середньому:</i>	4,4	4,5	3,7	12,6
НІР ₀₅	0,08	0,08	0,06	0,09

Серед сортів бузку роду *Syringa* L. вищим ступенем облісненості характеризувався бузок Мейєра сорт Флауерфеста Рожевий та сорт бузку звичайного Перлина (в середньому 4,8 бала); за ступенем цвітіння кращим виявився бузок Мейєра сорт Флауерфеста Рожевий – 4,9 бала, дещо менший цей показник був у сортів Карл та Сенсация – 4,8 бала. Найменше значення цього показника відмічали у бузку звичайного сорту Прімуоз.

За сумарною декоративною оцінкою виділено групи сортів бузку роду *Syringa* L.:

1) декоративні (від 10,1 до 12,0 балів): бузок звичайний сорт Прімуоз та Чарльз Джолі;

2) високодекоративні (від 12,1 до 14,0 балів): сорти бузку звичайного Карл, Сенсация, Перлина та бузок Мейєра сорт Флауерфеста Рожевий.

При підборі сортів бузку звичайного для різних ландшафтних композицій з метою продовження загального періоду цвітіння необхідно враховувати фенофази початку та закінчення цвітіння. На основі проведених нами багаторічних досліджень (2022–2024 рр.) було встановлено середні терміни початку та закінчення цвітіння, а також проведено розподіл сортів за групами проходження даних фенофаз, виявлено залежність термінів настання фенофаз від метеорологічних умов року (від суми позитивних температур та суми опадів із січня до початку фенофази) (табл. 3).

Таблиця 3

Розподіл сортів бузку роду *Syringa* L. за строком настання фенофази цвітіння (початок–кінець цвітіння), у середньому за 2022–2024 рр.

Фенофаза	Група	Назва сорту	Терміни проходження	Сума позитивних температур із січня до початку фенофази, °C	Сума опадів із січня до початку фенофази, мм
Початок цвітіння	квітучі в середні терміни	Бузок звичайний сорт Сенсация, сорт Чарльз Джолі	13.05-15.05	403,2-416,6	123,4-173,5
	пізно квітучі	Бузок звичайний сорт Перлина, сорт Карл, сорт Прімуоз, Бузок Мейєра сорт Флауерфеста Рожевий	17.05-20.05	435,1-450,3	184,4
Кінець цвітіння	закінчують цвітіння в середні терміни	Бузок звичайний сорт Сенсация, сорт Чарльз Джолі	31.05-5.06	675,4-721,2	148,6-154,1
	закінчують цвітіння в пізні терміни	Бузок звичайний сорт Перлина, сорт Карл, сорт Прімуоз, Бузок Мейєра сорт Флауерфеста Рожевий	7.06-10.06	728,3-744,7	160,7-177,8

На основі результатів оцінки декоративних якостей 6 сортів бузку виявлено, що тривалість цвітіння у сортів бузку звичайного сорту Сенсация та сорту Чарльз Джолі становив 18–21 день, а сортів бузку звичайного сорту Перлина, Карл, Прімуоз та бузку Мейєра Флауерфеста Рожевий – 20–21 день. Таким чином, впродовж 2022–2024 років всі вивчені сорти зберігають декоративність в умовах мінливого клімату та зростаючого антропогенного навантаження впродовж тривалого часу і можуть бути рекомендовані для широкого використання в практиці сучасного зеленого будівництва в умовах західного Лісостепу в тому числі в Хмельницькій області.

Висновки. За вивченими показниками декоративності виявлено групу високодекоративних генотипів. До них належать такі сорти: сорти бузку звичайного Карл, Сенсация, Перлина та бузок Мейєра сорт Флауерфеста Рожевий. До групи декоративних генотипів відносяться сорти бузку звичайного Чарльз Джолі та сорт Прімуоз.

Отже, використання в озелененні сортів бузку роду *Syringa* L. з різними термінами цвітіння дозволяє продовжити загальний період квітнування культури бузку в умовах західного Лісостепу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Myalkovsky R.; Plahtiy D.; Bezvikonnyi P., Horodyska O.; Nebaba K. Urban parks as an important component of environmental infrastructure: *Biodiversity conservation and recreational opportunities Scientific Journal Ukrainian Journal of Forest & Wood Science*. 2023. Vol 14. iss. 4. pp 57–72.
2. Кучерявий В. П. Кучерявий В. С. Озеленення населених місць: підручник для студентів вищих навчальних закладів. Львів: «Новий Світ-2000», 2020. 666 с.
3. Кузнецов С. І., Левон Ф. М., Клименко Ю. О. та ін. Сучасний стан та шляхи оптимізації зелених насаджень в Києві. *Інтродукція і зелене будівництво*. 2000. С. 90–104.
4. Дойко Н. М., Драган Н. В., Кривдюк Л. М., Силенко О. В. Кольорова палітра сортів роду *Syringa* L. у колекції дендропарку «Олександрія» НАН України. *Актуальні проблеми, шляхи та перспективи розвитку ландшафтної архітектури, садово-паркового господарства, урбоекології та фітомеліорації*: матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції, Біла Церква, 29 вересня 2022. Біла Церква, 2022. С 24–26.
5. Білик О. В., Січовий М. М., Мальована В. А., Моїсєєв Д. О. Використання видів роду *Syringa* L. в зеленому будівництві. *Промислова ботаніка: стан та перспективи розвитку*: матеріали VI міжнар. наук. конф., Донецьк, 4–7 жовтня 2010. Донецьк, 2010. С 56–59.
6. Прокопчук В. М., Панцирева Г. В. Перспективність створення монокультурного саду бузку (*Syringa* L.) в умовах дендропарку «Ладизинський гай». *Сільське господарство та лісництво*. 2021. № 21. С. 129–139.
7. Lattier J. D., Contreras R. N. Intraspecific, interspecific, and interseries cross-compatibility in lilac. *Journal of the American Society for Horticultural Science* [this link is disabled](#). 2017. Vol. 142. no. 4. pp. 279–288.
8. Горб В. К. Класифікація цвітіння деревних і кущових листопадних рослин помірного клімату. *Інтродукція рослин*. 2008. № 3. С. 50–57.
9. Горб В. К. Особливості проектування й використання монокультурних садів бузків. *Фундаментальні та прикладні аспекти інтродукції рослин в умовах глобальних змін навколишнього середовища*: матеріали міжнародної наукової конференції присвяченої 85-річчю від дня заснування Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України. Київ, 2020. С. 39–41.
10. Ihara H. Lilac for small spaces. *International Syringa 2018*: intern. scientific and practical conf. 2018. pp. 40–42.
11. Прокопчук В. М., Панцирева Г. В., Топольська В. П. Перспективи використання іто-півоній в умовах ботанічного саду «Поділля» Вінницького національного аграрного університету. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 19. С. 110–121.
12. Методика проведення експертизи сортів рослин групи декоративних, лікарських та ефіроолійних, лісових на придатність до поширення в Україні / Києнко З. Б., Матус В. М.; за ред. Ткачик С. О. Вінниця: Український інститут експертизи сортів рослин; 2016. 129 с.

УДК 633.34:631.5:551.583

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.2.7>

ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ГОРОХУ ПОСІВНОГО ЗЕРНОВОГО ТИПУ ЗА УМОВ ЗМІНИ КЛІМАТУ

Ревтьо О.Я. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри рослинництва та агроінженерії,
Херсонський державний аграрно-економічний університет

Малярчук А.С. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри рослинництва та агроінженерії,
Херсонський державний аграрно-економічний університет

У статті проаналізовано стан виробництва гороху в Україні та світі, оцінено перспективи вирощування зимуючого гороху в умовах зміни клімату. Проведено систематичний аналіз літературних джерел, статистичних даних та результатів польових досліджень.

Зміна клімату викликає необхідність адаптації сільського господарства, зокрема, до вибору більш стійких культур. Горох, як бобова культура, має потенціал для збільшення посівних площ в Україні.

Україна демонструє зростання виробництва гороху, спостерігається тенденція до збільшення посівних площ під горохом у 2024 році порівняно з 2023 роком: площі зросли на 40%, досягнувши 212 тисяч гектарів.

Світові посіви гороху продовжують зростати, що свідчить про важливу роль цієї культури в забезпеченні продовольчої безпеки.

Зимуючий горох має ряд переваг перед ярим: вища морозостійкість, ефективне використання вологи, більш раннє дозрівання.

В Україні збільшується кількість зареєстрованих сортів зимуючого гороху.

У 2020 році було тільки 2 зимуючих сорти типу гороху посівного придатних для вирощування в Україні – Космай та НС Мороз, у 2023 році – їх кількість збільшилася до 7, у 2024 році – до Держреєстру сортів занесено ще один сорт ФЕРО.

Усі зимуючі сорти типу гороху посівного є продуктом іноземної селекції, зокрема, п'ять із них (Апперкот, Балкан, Балтрап, Ескрім та Паддл) були виведені французькою компанією Florimond Desprez. Сорти гороху посівного НС Мороз і Космай створено науковцями-селекціонерами Сербії, оригіном є Інститут рільництва і овочівництва, м. Новий Сад. Сорт ФЕРО – продукт селекції компанії Norddeutsche Pflanzenzucht Hans Georg Lembke KG (NPZ, Німеччина).

Дослідження підтверджують високу продуктивність зимуючого гороху в посушливих умовах.

Зимуючий горох є перспективною культурою для України, особливо в умовах зміни клімату. Для успішного вирощування необхідно розширювати асортимент сортів, адаптованих до різних умов; удосконалювати технології вирощування, зокрема системи удобрення та захисту рослин.

Ключові слова: горох, зимуючий горох, горох озимий, зміна клімату, урожайність, адаптація, сільське господарство, Україна.

Revto O.Ya., Maliarchuk A.S. Features of growing grain peas under changing climate conditions

The article analyzes the state of pea production in Ukraine and worldwide, assessing the prospects for growing winter peas under climate change conditions. A systematic analysis of literary sources, statistical data, and field research results has been conducted.

Climate change necessitates the adaptation of agriculture, particularly in selecting more resilient crops. As a leguminous crop, peas have the potential for increased cultivation areas in Ukraine.

Ukraine has shown growth in pea production, with a trend toward expanding pea cultivation areas in 2024 compared to 2023. The sown area increased by 40%, reaching 212,000 hectares.

Global pea cultivation also continues to expand, highlighting the crop's important role in ensuring food security.

Winter peas offer several advantages over spring varieties, including higher frost resistance, more efficient water use, and earlier maturation. The number of registered winter pea varieties in Ukraine is increasing.

In 2020, there were only two registered winter pea varieties suitable for cultivation in Ukraine – Kosmai and NS Moroz. By 2023, this number had increased to seven, and in 2024, another variety, FER0, was added to the State Register of Plant Varieties.

All winter pea varieties are products of foreign breeding. Five of them (Uppercut, Balkan, Baltrap, Eskrim, and Paddle) were developed by the French company Florimond Desprez. The pea varieties NS Moroz and Kosmai were created by Serbian breeders, with the Institute of Field and Vegetable Crops in Novi Sad as the original developer. The FER0 variety is a product of Norddeutsche Pflanzenzucht Hans Georg Lembke KG (NPZ, Germany).

Research confirms the high productivity of winter peas under drought conditions.

Winter peas represent a promising crop for Ukraine, especially in the face of climate change. To ensure successful cultivation, it is necessary to expand the range of varieties adapted to different conditions and improve cultivation technologies, particularly fertilization and plant protection systems.

Key words: *pea, winter-sown pea, winter pea, climate change, yield, adaptation, agriculture, Ukraine.*

Постановка проблеми. Зміни клімату є одним з найбільших викликів сучасності, і вони суттєво впливають на всі аспекти сільського господарства, зокрема вирощування гороху [1].

У 2024 році Україна показала рекордний за попередні три роки урожай гороху, зібравши 465 тис. тонн цієї культури. Такого результату вдалося досягти завдяки значному збільшенню посівних площ – на 40% порівняно з попереднім роком, до 212 тис. гектарів. Середня врожайність гороху становила 2,19 тонни з гектара.

У маркетинговому році 2023/24 основними покупцями українського гороху стали Туреччина (27%), Італія (13%), Бангладеш (12%), Індія (9%) та Малайзія (6%). Високий попит, зокрема, з боку Індії, яка скасувала 50% мита на імпорт гороху, спричинив зростання цін на цю культуру. Очікується, що такі тенденції стимулюватимуть українських аграріїв до розширення посівних площ під горохом у 2025 році [2].

Урожайність гороху ярого типу розвитку значною мірою детермінована кількістю опадів у весняний період. Нестабільність зволоження у вегетаційний період є одним з основних лімітуючих факторів для отримання стабільних врожаїв цієї культури.

Зимуючий горох, на відміну від ярого, демонструє вищу адаптивність до посушливих умов. Сівба восени забезпечує рослинам можливість загартування та переходу в стан спокою, що дозволяє їм успішно пережити несприятливі зимові умови. Ранній вегетативний ріст, який починається восени-взимку, забезпечує ефективне використання зимових опадів та мінімізує негативний вплив весняної посухи. Результати польових досліджень, проведених у посушливих районах Запорізької області, підтверджують перевагу зимуючого гороху. Середня врожайність зерна зимуючого гороху в цих умовах досягала 4 т/га, що суттєво перевищує показники ярих сортів. Така висока продуктивність робить зимуючий горох перспективною культурою для вирощування у степових регіонах України, де дефіцит вологи є одним з головних обмежувальних факторів сільськогосподарського виробництва.

Постановка завдання. Завданням було проаналізувати стан світового та вітчизняного виробництва гороху на основі статистичних даних, вивчити особливості

формування сучасного сортового складу, в тому числі зимуючого гороху, розгляд перспективи вирощування зимуючих сортотипів гороху за умов зміни клімату.

Матеріали та методи досліджень. Систематичний аналіз та узагальнення результатів попередніх досліджень, даних державних статистичних матеріалів, довідкових даних тощо.

Виклад основного матеріалу дослідження. Вважається, що горох – нішева культура і вирощується радше для урізноманітнення сівозміни, передусім у південно-східних регіонах України. Аналіз площ під посівами гороху у 2024 році демонструє значну концентрацію у південних регіонах України. Зокрема, Одеська область виділила під цю культуру близько 60 тис. га, а Миколаївська – близько 34 тис. га [3].

Посівні площі під горохом в Україні в останні роки демонструють певну нестабільність, що пов'язано з різноманітними факторами, серед яких – погодні умови та ціни на ринку. За даними Держстату, посівні площі гороху за попередні 6 років порівняно з 1990 роком скоротилися у 6 разів (рис. 1). У той же час спостерігається тенденція до збільшення посівних площ під горохом у 2024 році порівняно з 2023 роком: площі зросли на 40%, сягнувши 212 тисяч гектарів.

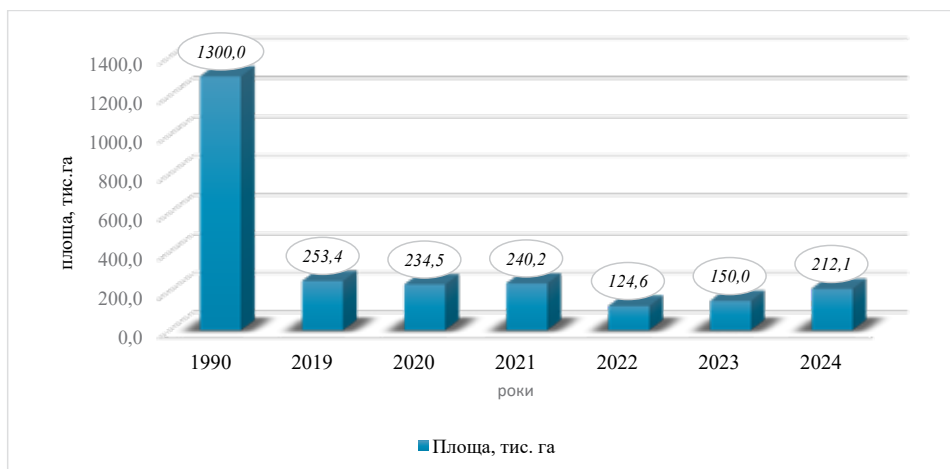


Рис. 1. Посівна площа гороху в Україні по рокам, тис. га

Світові посіви гороху продовжують зростати, що свідчить про важливу роль цієї культури у забезпеченні продовольчої безпеки (рис. 2).

Зростаючий світовий попит на рослинні білки, зокрема високоєфективного горохового протеїну, стимулює динамічний розвиток ринку гороху. Висока харчова цінність горохового білка, що перевищує показники соєвого, обумовлює його широке застосування у харчовій та кормовій промисловості. Для України, з її значним аграрним потенціалом, ця тенденція відкриває перспективи розширення посівних площ під горохом та створення високомаржинальних виробництв з його переробки.

Адаптація аграрного сектору до мінливих кліматичних умов вимагає гнучкості у прийнятті виробничих рішень. Значна частина сортів гороху, культивованих у регіоні, характеризується широким фенотиповим спектром, що дозволяє успішно вирощувати їх як в осінніх, так і весняних посівах.

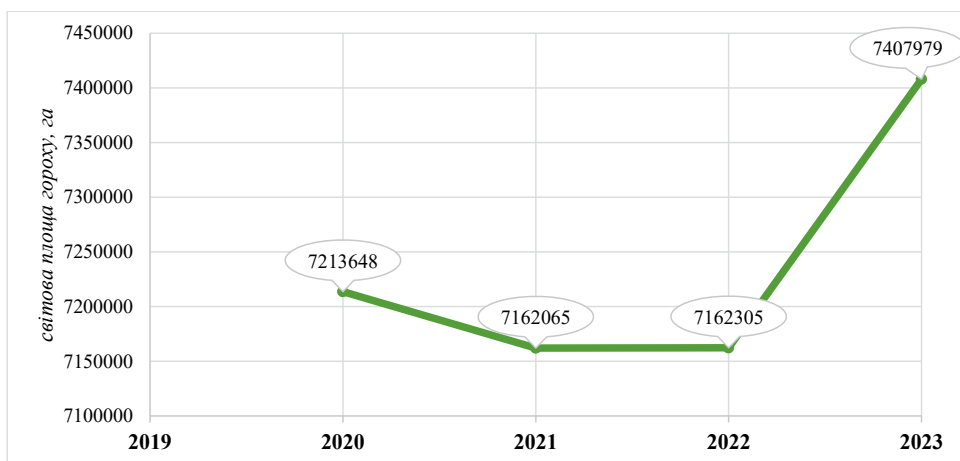


Рис. 2. Світова площа гороху за 2020–2023 роки, га

Джерело: [4]

Станом на 17 січня 2025 року до Державного реєстру сортів рослин України занесено 73 сорти гороху посівного типово ярого розвитку та 8 зимуючих сортотипів [5].

Частка вітчизняних сортів гороху посівного у реєстрі на 2025 рік складає 36% від загальної кількості (рис. 3).



Рис. 3. Частка сортів гороху посівного вітчизняної та іноземної селекції, %

Усі зимуючі сортотипи гороху посівного є продуктом іноземної селекції, зокрема, п'ять із них (Апперкот, Балкан, Балтрап, Ескрім та Паддл) були виведені французькою компанією Florimond Desprez. Сорти гороху посівного НС Мороз і Космай створено науковцями-селекціонерами Сербії, оригіном є Інститут рільництва і овочівництва, м. Новий Сад. Сорт ФЕРО – продукт селекції компанії Norddeutsche Pflanzenzucht Hans Georg Lembke KG (NPZ, Німеччина).

У 2020 році були тільки 2 зимуючих сортотипи гороху посівного придатних для вирощування в Україні – Космай та НС Мороз, у 2023 році їх кількість зросла до 7, у 2024 році до Держреєстру сортів занесено ще один сорт ФЕРО.

Зимуючі сортотипи гороху, завдяки своїм біологічним особливостям та адаптивності до різних умов вирощування, мають низку переваг перед типово якими сортами. Зимуючі сорти гороху добре пристосовані до континентального клімату України, мають гнучкі строки сівби (середина жовтня – середина грудня), що дозволяє ефективно використовувати вологу та інші ресурси. Деякі сорти зимуючого гороху можна висівати рано навесні, або в «лютневі вікна».

Зимуючий горох починає вегетацію ранньою весною і ефективно використовує вологу, накопичену в ґрунті за зимовий період. Рослини встигають розвинути потужну кореневу систему до настання літньої спеки, тому вони краще витримують посушливі періоди.

Дослідженнями науковців Херсонського державного аграрно-економічного університету встановлено, що зимостійкість сортів зимуючого гороху у 2019–2020 роках була на рівні 79–91%, що дозволяє вирощувати його в умовах півдня України [6].

З метою задоволення зростаючого попиту на зимуючі сорти гороху в Китаї, протягом 2013–2016 рр. було проведено комплексне дослідження морозостійкості 672 генотипів на трьох експериментальних ділянках у Північному Китаї. За результатами польових випробувань, що включали оцінку виживання рослин після впливу низьких температур, було відібрано 16 генотипів з найвищими показниками зимостійкості. Середній коефіцієнт виживання цих генотипів склав 0,57, коливаючись від 0,41 до 0,75 [7].

Результати досліджень, проведених Руденко В.А. протягом 2019–2022 років, свідчать про те, що форма розвитку гороху є одним із ключових факторів, які значно впливають на рівень його врожайності. Так, урожайність зимуючих сортів Ендура і Балтрап суттєво перевищувала урожайність ярих сортів Світ і Дарунок Степу [8].

У США зимуючий горох культивується у широкому діапазоні ґрунтово-кліматичних умов та сівозмін, що демонструє адаптивність до різних систем землеробства. Ця культура вирощується з метою отримання високобілкового насіння для харчової та кормової промисловості, а також використовується як сидеральна культура для збагачення ґрунту органічною речовиною [9].

Зимуючий горох звільняє поле раніше за ярий, що дозволяє вчасно підготувати його під наступну культуру та ефективніше використовувати техніку.

На північному заході Тихого океану дослідження показали, що зимуючий горох споживає значно менше ґрунтової вологи, ніж озима пшениця, а навесні рівень залишкового азоту в ґрунті для наступної культури виявляється вищим. Як результат, урожайність ярої пшениці після зимуючого гороху перевищувала урожайність після пшениці озимої [10].

Німецькі вчені встановили, що зимовий горох, вирощений у сумісних посівах з якими зерновими, демонструє ряд агрономічних переваг над ярим горохом. Зокрема, він характеризується вищою морозостійкістю, ефективнішим використанням азоту та більшою продуктивністю, що робить його перспективною культурою для органічного землеробства та систем сівозмін [11].

Ранні строки вегетації та короткий період вегетації зменшують ризик ураження рослини хворобами та шкідниками.

Незважаючи на значну кількість переваг, вирощування озимого гороху пов'язане з певними труднощами та ризиками. В Україні на сьогоднішній день обмежений вибір сортів зимуючого гороху, адаптованих до різних кліматичних зон.

Норма висіву зимуючого гороху менша за норму висіву ярого, але вартість насіннєвого матеріалу вища. В експериментах, проведених в Англії в 1993–1996 рр., оптимальними датою сівби та густотою рослин озимого гороху було встановлено середину листопада та 75–80 рослин/м² [12].

Своєчасне проведення гербіцидних обробок є критичним фактором у технології вирощування озимого гороху. Оптимальні строки обробок припадають на період інтенсивного весняного росту, коли рослини досягають фази 5-го листка.

Дозрівання гороху зимуючого, як правило, досить нерівномірне – боби на різних ярусах дозрівають не одночасно, тому для покращення умов збирання гороху необхідна десикація.

Попри недоліки та позитивний досвід вирощування зимуючого гороху, технологія його культивування в Україні потребує всебічного наукового обґрунтування. Особливої уваги заслуговують дослідження, спрямовані на оптимізацію строків сівби, вибір ефективних препаратів для інокуляції насіння, розробку оптимальних систем удобрення та систем захисту від хвороб та шкідників.

Висновок. Зимуючий горох є перспективною культурою для вирощування в Україні. Однак, для досягнення високих і стабільних врожаїв необхідно ретельно дотримуватися всіх агротехнічних вимог, обирати сорти, адаптовані до конкретних ґрунтово-кліматичних умов, проводити наукові дослідження з метою подальшого вдосконалення технології вирощування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Ревтьо О.Я., Золін О.О. Особливості вирощування сої за умов зміни клімату. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 133. С. 105–112.
2. В Україні зібрали найбільший урожай гороху за останні три роки: які області в лідерах. *Texty.org.ua – статті та журналістика даних для людей – Тексти.org.ua*. URL: <https://texty.org.ua/fragments/113704/v-ukrayini-zibraly-najbilshyj-urozhaj-horohu-za-ostanni-try-roky-yaki-oblasti-v-liderah/> (дата звернення: 22.01.2025).
3. Посівні площі сільськогосподарських культур за їх видами. *Держана служба статистики України*. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 23.01.2025).
4. FAOSTAT. Home | Food and Agriculture Organization of the United Nations. URL: <https://www.fao.org/faostat/en/#home>.
5. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні. *Український інститут експертизи сортів рослин*. URL: <https://sops.gov.ua/ua/derzavnij-reestr>.
6. Аверчев О., Ковшакова Т. Порівняльна продуктивність сортів гороху зимуючого та ярого в умовах півдня України. *Сучасна наука: стан та перспективи розвитку* : матеріали III Всеукр. науково-практ. конф. молодих вчен. з нагоди Дня науки, м. Херсон, 19 трав. 2021 р. 2021. С. 53–55.
7. Marker-trait association analysis of frost tolerance of 672 worldwide pea (*Pisum sativum* L.) collections / R. Liu et al. *Scientific Reports*. 2017. Vol. 7, no. 1. URL: <https://doi.org/10.1038/s41598-017-06222-y>.
8. Руденко В.А. Порівняльна продуктивність зимуючих і ярих сортотипів гороху залежно від норми висіву у Південному Степу України : дис. ... канд. с.-г. наук : 201. Одеса, 2023. 196 с.
9. Berg R. K., Lynd J. Q. Soil fertility effects on growth, yield, nodulation and nitrogenase activity of Austrian winter pea. *Journal of Plant Nutrition*. 1985. Vol. 8, no. 2. P. 131–145. URL: <https://doi.org/10.1080/01904168509363330>.

10. Schillinger WF. 2017. Schillinger W. F. Winter Pea: Promising New Crop for Washington's Dryland Wheat-Fallow Region. *Frontiers in Ecology and Evolution*. 2017. Vol. 5. URL: <https://doi.org/10.3389/fevo.2017.00043>.
 11. Grain yield and quality characteristics of different genotypes of winter pea in comparison to spring pea for organic farming in pure and mixed stands / P. Urbatzka et al. *Organic Agriculture*. 2011. Vol. 1, no. 4. P. 187–202. URL: <https://doi.org/10.1007/s13165-011-0015-2>.
 12. Knott C. M., Belcher S. J. Optimum sowing dates and plant populations for winter peas (*Pisum sativum*). *The Journal of Agricultural Science*. 1998. Vol. 131, no. 4. P. 449–454. URL: <https://doi.org/10.1017/s0021859698005991>.
-

УДК 632.4:633.85

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.2.8>

ШКІДЛИВІСТЬ СТЕБЛОВОЇ ФОРМИ БІЛОЇ ГНІЛІ СОНЯШНИКУ

Різняк В.В. – аспірант кафедри фітопатології імені академіка В.Ф. Пересипкіна,
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Піковський М.Й. – д.с.-г.н.,
професор кафедри фітопатології імені академіка В.Ф. Пересипкіна,
Національний університет біоресурсів і природокористування України

У статті наведено результати досліджень впливу стеблової форми білої гнілі соняшнику (збудник – гриб *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary) на продуктивність рослин і якість насіння. Дослідження проводили протягом вегетаційних періодів 2023-2024 рр. Зразки рослинного матеріалу з різним ступенем розвитку хвороби відбирали у фазі повної стиглості в умовах Київської області Бориспільського району. Діагностику білої гнілі (склеротиніозу), біометричний аналіз, оцінку якості насіння здійснювали за загальноприйнятими методиками.

Встановлено, що інфікування рослин соняшнику збудником білої гнілі та розвиток стеблової форми патології негативно впливає на біометричні параметри рослин і якість насіння. Зокрема, діаметр кошиків в уражених рослин зменшувався із зростанням ступеня розвитку хвороби від 18,1 см (початковий) до 6,0 см (дуже сильний ступінь ураження), тоді як у контролі (здорові рослини) даний показник становив 19,4 см. Також виявлено зменшення маси насіння з однієї рослини в діапазоні 8,1-120,1 г.

Насіння з уражених рослин соняшнику характеризувалося зниженням лабораторної схожості: у варіанті із початковим рівнем розвитку хвороби – схожість становила 95,1 %; із слабким – 93,4 %; середнім – 75,3 %, сильним – 52,1 % та дуже сильним – 36,2 %. У варіанті з насінням, отриманим із здорових рослин, даний показник був 97,2 %. Коефіцієнти кореляції засвідчили сильний зворотний взаємозв'язок між інтенсивністю ураження стебел соняшнику білою гниллю та діаметром кошика (-0,98), масою насіння з однієї рослини (-0,95) і лабораторною схожістю насіння (-0,97).

Експериментально доведено істотну різницю щодо впливу ступеня ураження стебел соняшнику білою гниллю на вміст жиру в насінні. Так, у контрольному варіанті насіння містило 47,1 % даної речовини. За початкового рівня ураження рослин, показник вмісту жиру зменшувався на 0,9 %, а за слабого – вже на 3,6 %. Більш суттєве зниження жиру в насінні відмічено із зростанням інтенсивності розвитку хвороби. Зокрема, за середнього ступеня ураження вміст олії зменшувався на 7,6 %, сильного – на 11,9 % та дуже сильного – на 21,0 % порівняно з контролем.

Ключові слова: соняшник, хвороби, гриб, *Sclerotinia sclerotiorum*, якість насіння.

Riznyk V.V., Pikovskiy M.Y. Harmfulness of the stem form of white mold to sunflower

The article presents the results of studies on the influence of the stem form of white mold of sunflower (causative agent – fungus *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary) on plant productivity and seed quality. The study was conducted during the growing seasons of 2023-2024. Samples of plant material with different degrees of disease development were selected in the phase of full ripeness in the conditions of the Boryspil district of the Kyiv region. Diagnosis of white mold (sclerotiniosis), biometric analysis, and assessment of seed quality were carried out according to generally accepted methods.

It was established that infection of sunflower plants with the pathogen of white mold and the development of the stem form of the pathology negatively affects the biometric parameters of plants and seed quality. In particular, the diameter of the baskets in affected plants decreased with increasing degree of disease development from 18.1 cm (initial) to 6.0 cm (very severe degree of damage), while in the control (healthy plants) this indicator was 19.4 cm. A decrease in the mass of seeds from one plant was also found in the range of 8.1-120.1 g.

Seeds from affected sunflower plants were characterized by a decrease in laboratory germination: in the variant with the initial level of disease development, germination was 95.1%;

with weak – 93.4%; medium – 75.3%, strong – 52.1% and very strong – 36.2%. In the variant with seeds obtained from healthy plants, this indicator was 97.2%. Correlation coefficients showed a strong inverse relationship between the intensity of damage to sunflower stems by white rot and the diameter of the basket (-0.98), the mass of seeds from one plant (-0.95) and laboratory germination of seeds (-0.97).

A significant difference in the influence of the degree of damage to sunflower stems by white mold on the fat content in seeds was experimentally proven. Thus, in the control variant, the seeds contained 47.1% of this substance. At the initial level of plant damage, the fat content index decreased by 0.9%, and at a weak level – by 3.6%. A more significant decrease in fat in the seeds was observed with an increase in the intensity of the disease. In particular, at a moderate level of damage, the oil content decreased by 7.6%, at a strong level – by 11.9% and at a very strong level – by 21.0% compared to the control.

Key words: sunflower, harmful organisms, fungus, *Sclerotinia sclerotiorum*, seed quality.

Постановка проблеми. Соняшник (*Helianthus annuus* L.) є економічно важливою культурою, яка займає у світі четверте місце серед найважливіших олійних культур [1]. З насіння соняшнику виробляють високоякісну олію, до складу якої входять ненасичені жирні кислоти, такі як лінолева, ліноленова і арахідонова, а також вітаміни А, D і Е [1]. Україна є одним із провідних виробників та експортерів соняшникового насіння та олії [2]. Соняшник схильний до ураження збудниками різних захворювань, які можуть суттєво впливати на продуктивність, ріст та якість врожаю. У різних країнах світу на культурі трапляється паразитування понад 30 патогенів [3], які викликають інфекційні хвороби. В Україні небезпечними патологіями соняшнику є біла та сіра гнилі [4-6], септоріоз, фомоз, несправжня борошниста роса [7]. При цьому надзвичайно небезпечним є розвиток білої гнилі (склеротиніозу), яка спричинюється грибом-некротрофом *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary [8]. Водночас, різні аспекти негативного впливу білої гнилі на рослини соняшнику залишаються недостатньо вивченими.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Гриб *S. sclerotiorum* уражує широкий діапазон живителів, що налічує понад 600 видів рослин і викликає білу гниль у різних регіонах світу [9-10]. Дослідження із вивчення шкідливості склеротиніозу соняшнику свідчать, що втрати врожаю можуть становити 100 %, якщо інфікування відбувається у ранніх стадіях розвитку [11]. Рослини соняшнику інфіковані на початку фази цвітіння можуть втратити 98 % потенційної врожайності, тоді як уражені через 8 тижнів цвітіння після можуть втратити 12 % [12].

Високий рівень втрат врожаю від хвороби зумовлюють різні форми її прояву: коренева (прикоренева), стеблова та кошикова [13]. Механізм виникнення кореневої гнилі соняшнику полягає у міцеліальному проростанні склероціїв біля поверхні ґрунту за якого гіфи патогену інфікують корені рослини. Стеблова гниль виникає, коли листкова інфекція через черешок проникає у тканини стебла. Кошикова форма білої гнилі з'являється під час карпогенного проростання склероціїв, формування апотеціїв і потраплення аскоспор, у сприятливих умовах навколишнього середовища, на пилку і старіючі квіткові тканини, що призводить до руйнування кошика і втраті врожаю насіння [13].

У науковій літературі розкрито шкідливість кореневої і кошикової форм склеротиніозу соняшнику. Так, у дослідженнях S. J. Kolte [14] за прояву кореневої форми білої гнилі, недобір врожаю соняшнику становив від 5 до 70 %. Водночас склеротиніоз кошиків на комерційних полях може зумовлювати втрату 10-20 % врожаю культури, знижувати вміст олії у насінні на 10-15 % та підвищувати вміст вільних жирних кислот, що викликає її гіркоту [15]. За зростання рівня розвитку

хвороби у зібраному врожаї збільшується кількість домішки у формі склероціїв, знижується олійність насіння та підвищується кислотність олії [16].

Стеблова форма білої гнилі може з'явитися в будь-який час після фази появи сходів соняшнику, але переважно хвороба проявляється в середині або наприкінці вегетаційного періоду соняшнику. На стеблах виникають невеликі, насичені водою ділянки. За прогресування хвороби на рослині можуть виникати вторинні симптоми, які проявляються у в'яненні рослин, знебарвленні та розтріскуванні стебла. На зовнішній стороні ураженого стебла формуються склероції. Серцевина стебла у місці розвитку патогену містить міцелій та велику кількість склероціїв [17].

Таким чином, біла гниль викликана *S. sclerotiorum* є значним біотичним стресом, що впливає на продуктивність культур і призводить до значних втрат врожаю [18], що зумовлює доцільність вивчення різних аспектів впливу захворювання на рослини.

Постановка завдання. Метою роботи було встановити вплив стеблової форми білої гнилі соняшнику на продуктивність рослин і якість насіння.

Для досягнення цієї мети було поставлено наступні завдання:

- дослідити біометричні параметри рослин соняшнику за різного їх ступеня ураження склеротиніозом стебел;
- встановити посівні якості насіння, отриманого із рослин, інфікованих білою гниллю;
- визначити вплив хвороби на вміст жиру в насінні соняшнику.

Матеріали і методи досліджень. Спостереження та дослідження шкідливості стеблової форми білої гнилі соняшнику проводили в умовах Київської області Бориспільського району на виробничих посівах. Для цього у фазі повної стиглості відбирали уражені рослини (з одного поля та одного гібриду). Надалі їх групували за наступним ураженням: початковий – довжина хворої частини стебла до 5 см, слабкий ступінь – 10-15 см, середній – 20-25 см, сильний – 30-35 см і дуже сильний – понад 40 см. У контролі аналізували здорові рослини. Кількість рослин, яка підлягала вивченню для кожного ступеня ураження становила 20 штук. Повторність кожного варіанту чотириразова. Діагностику склеротиніозу здійснювали за комплексом симптомів [8]. Біометричний аналіз проводили в умовах лабораторії Мікології і фітопатології кафедри фітопатології НУБіП України. Посівні якості насіння визначали за загальноприйнятими методиками [19]. Вміст жиру в насінні соняшнику визначали з використанням інфрачервоного аналізатора. Статистичну обробку отриманих даних здійснювали з використанням програм аналізу даних Microsoft Excel.

Виклад основного матеріалу дослідження. Аналіз наукової літератури свідчить про значну загрозу хвороб рослин для сільськогосподарського виробництва унаслідок щорічних втрати продовольства, а також погіршення якості продукції [20]. Тому їх вивчення є важливим розробки заходів контролю патологій.

Результати досліджень свідчать, що зараження рослин соняшнику збудником білої гнилі та розвиток стеблової форми хвороби негативно впливає на біометричні параметри рослин і якість насіння. Так, діаметр кошиків зменшувався із зростанням ступеня розвитку захворювання від 18,1 см (початковий) до 6,0 см (дуже сильний ступінь ураження), тоді як у контролі (здорові рослини) даний показник становив 19,4 см (рис. 1). Також встановлено зменшення маси насіння з однієї рослини в діапазоні 8,1-120,1 г за зростання інтенсивності розвитку хвороби від початкового ступеня до дуже сильного.

Аналіз посівних якостей насіння соняшнику, отриманого з уражених рослин, засвідчив зниження його енергії проростання від 93,0 % до 32,0 %, що на 2,2-63,2 % менше порівняно з контролем. Така ж закономірність відмічена стосовно лабораторної схожості насіння, яка зменшувалася із зростанням ступеня ураження стебел склеротиніозом: у варіанті із початковим рівнем розвитку хвороби – становила 95,1 %; із слабким – 93,4 %; середнім – 75,3 %, сильним – 52,1 % та дуже сильним – 36,2 %. У варіанті з насінням, отриманим із здорових рослин, лабораторна схожість насіння досягала 97,2 %.

Розрахунок коефіцієнтів кореляції засвідчив зворотний взаємозв'язок між інтенсивністю ураження стебел соняшнику білою гниллю та діаметром кошика (-0,98), масою насіння з однієї рослини (-0,95), енергією проростання на лабораторною схожістю насіння (-0,97).

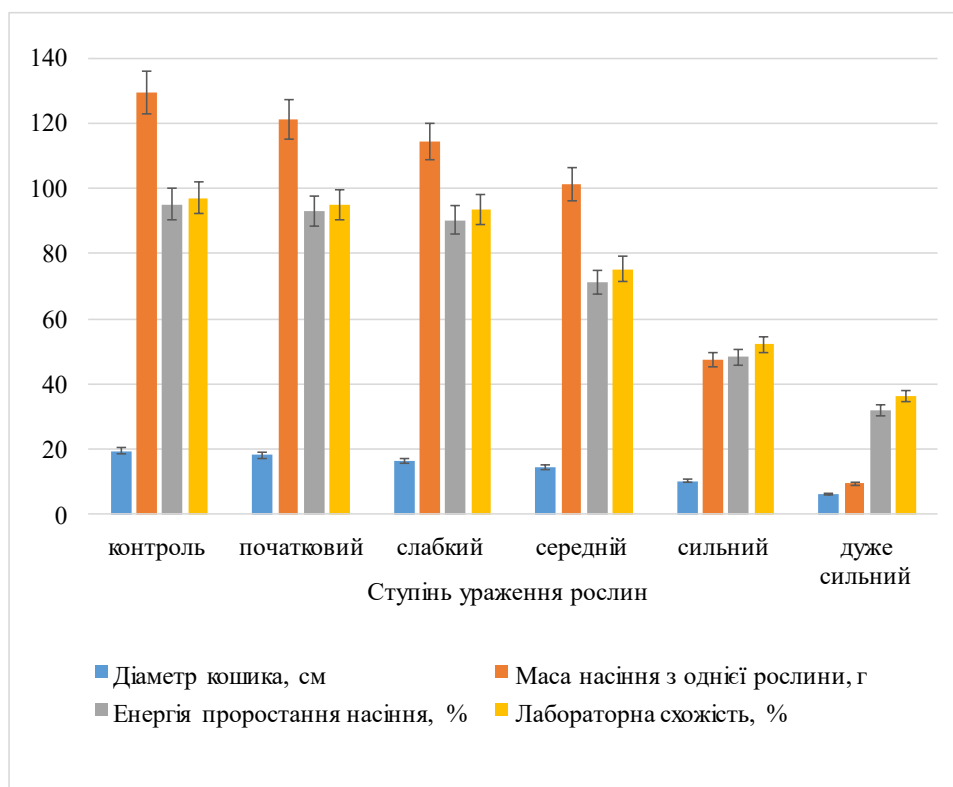


Рис. 1. Вплив ураження стебел соняшнику білою гниллю на продуктивність рослин та посівні якості насіння (середнє за 2023-2024 рр.)

Дослідженнями встановлена істотна різниця щодо впливу ураження стебел соняшнику білою гниллю на вміст жиру в насінні (рис. 2). Так у контрольному варіанті насіння містило 47,1 % даної речовини. За початкового рівня ураження рослин, показник вмісту жиру зменшувався на 0,9 %, а за слабого – вже на 3,6 %. Більш суттєве зниження жиру в насінні відмічено із зростанням інтенсивності розвитку хвороби. Зокрема, за середнього ступеня ураження вміст жиру

зменшувався на 7,6 %, за сильного – на 11,9 % та за дуже сильного – на 21,0 % порівняно з контролем. Встановлена зворотна кореляція між ступенем ураження стебел соняшнику склеротиніозом і вмістом жиру ($-0,96$).

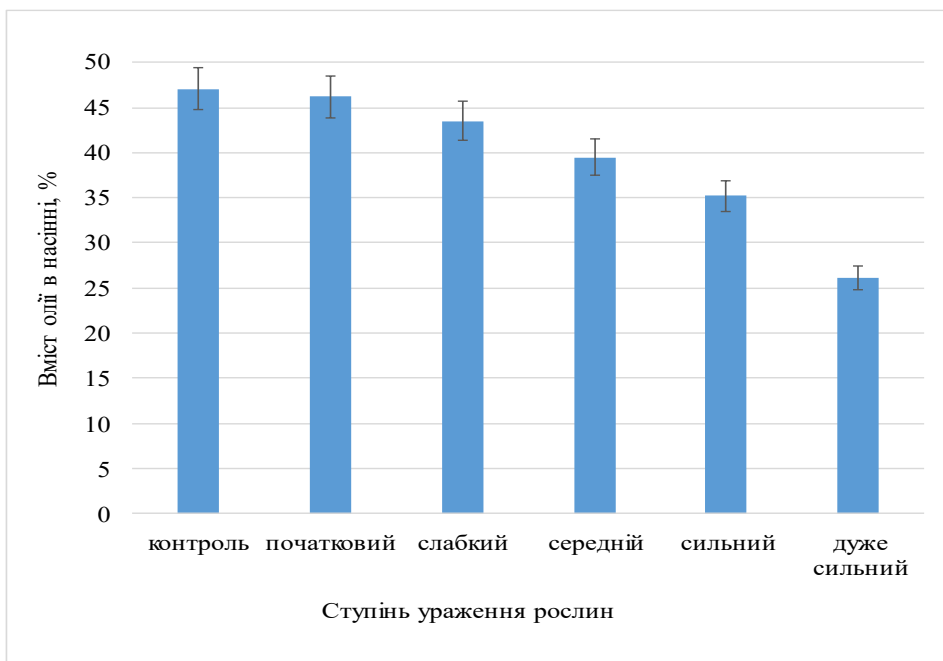


Рис. 2. Вплив ураження рослин соняшнику стебловою формою білої гнилі на вміст жиру в насінні (середнє за 2023-2024 рр.)

Висновки і пропозиції. Отже, в результаті проведених досліджень встановлено шкідливість стеблової форми білої гнилі соняшнику, яка зростала зі збільшенням інтенсивності ураження рослин. Хвороба негативно впливала на біометричні показники рослин і якість насіння.

Зменшення маси насіння з однієї рослини відмічено в діапазоні від 8,1 до 120,1 г. Лабораторна схожість насіння зменшувалася із зростанням ступеня розвитку склеротиніозу стебел: у варіанті із початковим рівнем розвитку захворювання становила 95,1 %; із слабким – 93,4 %; середнім – 75,3 %, сильним – 52,1 %, дуже сильним – 36,2 %.

Вміст жиру в насінні соняшнику знижувався від 46,2 до 26,1 %, залежно від інтенсивності розвитку білої гнилі, що на 0,9-21,0 % менше за контроль.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Adeleke B.S., Babalola O.O. Oilseed crop sunflower (*Helianthus annuus*) as a source of food: Nutritional and health benefits. *Food Sci. Nutri.* 2020. № 8. P. 4666–4684.
2. Sydiakina O.V., Podriezov I.O. Sunflower: current state, problems and prospects for production. *Таврійський науковий вісник.* 2024. № 136. Частина 2. С. 124–133.
3. Markell S.G., Harveson R.M., Block C.C., Gulya T.J. Sunflower Diseases. Sunflower: Chemistry, Production, Processing and Utilization. E. Martínez-Force, Dunflord N.T., Salas J. J., eds. AOCS Press, Urbana, IL. 2015. P. 93–128.

4. Кирик М., Піковський М. Захист соняшнику від білої та сірої гнилей. *Пропозиція*. 2010. № 7. С. 100–103.
5. Kyryk M.M., Pikovskyi M.Y., Azaiki S. Gray mold of plants, biological and ecological properties of its agents (*Botrytis cinerea* Pers). Kyiv: Phoenix, 2013. 209 p.
6. Бурдейний О.В., Дудченко В.В. Сучасні стратегії контролю *Sclerotinia sclerotiorum* (lib.) de Bary в агроценозах соняшнику. *Матер. VI Всеукр. наук.-практ. конф. здобувачів вищої освіти та молодих учених «Наукові читання імені В.М. Виноградова»*, 23–24 травня 2024 року. Херсон: ХДАЕУ, 2024. С. 79–81.
7. Марковська О.Є., Шелудько О.Д., Омеляненко О.А. Шляхи зниження шкодочинності грибних хвороб на зрошуваних посівах сільськогосподарських культур південного степу України. *Зрошуване землеробство*. 2014. Вип. 61. С. 66–69.
8. Піковський М.Й., Кирик М.М. Біоекологічні особливості фітопатогенних грибів *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary і *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel: монографія. Київ: ФОП Ямчинський О.В., 2021. 278 с.
9. Boland G.J., Hall R. Index of plant hosts of *Sclerotinia sclerotiorum*. *Can. J. Plant Pathol.* 1994. Vol. 16. P. 93–108. <https://doi.org/10.1080/07060669409500766>
10. Liang X., Rollins J.A. Mechanisms of broad host range necrotrophic pathogenesis in *Sclerotinia sclerotiorum*. *Phytopathology*. 2018. Vol. 108. P. 1128–1140. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-06-18-0197-RVW>
11. Saharan G.S., Mehta N. *Sclerotinia Diseases of Crop Plants: Biology, Ecology and Disease Management*, Vol. LXII. Springer-Verlag GmbH, Heidelberg, Germany. 2008. 486 p.
12. Maširević S., Jasnic S. Root, stem and head rot of sunflower. *Biljni Lekar (Plant Doctor)*. 2006. Vol. 34. P. 336–343.
13. Harveson R.M., Markell S.G., Block C.C., Gulya T.J. *Compendium of Sunflower Diseases and Pests*. American Phytopathological Society, St. Paul, MN. 2016. 140 p.
14. Kolte S.J. *Diseases of annual edible oilseed crops volume III sunflower, safflower, and nigerseed diseases*. CRC Press, Boca Raton, FL, USA. 1985. 168 p.
15. Gulya T., Harveson R., Mathew F., Block C., Thompson S., Kandel H., Berglund D., Sandbakken J., Kleingartner L., Markell S. Comprehensive disease survey of U.S. sunflower: disease trends, research priorities and unanticipated impacts. *Plant Dis.* 2019. Vol. 103. P. 601–618.
16. Agüero M. E., Pereyra V. R., Escande A. R. Effect of sunflower head rot [*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary] on impurities in harvested product, and oil content and acidity. *The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*. 2001. Vol. 85, № 3-4. P. 177–186. <https://doi.org/10.46429/jaupr.v85i3-4.3071>
17. Mathew F., Harveson R., Block C., Gulya T., Ryley M., Thompson S., Markell S. *Sclerotinia sclerotiorum* Diseases of Sunflower (White mold). *Plant Health Instructor*. 2020. Vol. 20. DOI:10.1094/PHI-I-2020-1201-01
18. Hossain M.M., Sultana F., Rubayet M.T., Khan S., Mostafa M., Mishu N.J., Sabbir M.A.A., Akter N., Kabir A., Mostofa M.G. White Mold: A Global Threat to Crops and Key Strategies for Its Sustainable Management. *Microorganisms*. 2025. Vol. 13, № 4. <https://doi.org/10.3390/microorganisms13010004>
19. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості: ДСТУ 4138-2002. [Чинний від 2004-01-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2003. 173 с.
20. Gai Y., Wang H. Plant Disease: A Growing Threat to Global Food Security. *Agronomy*. 2024. Vol. 14. 1615. <https://doi.org/10.3390/agronomy14081615>

УДК 504.064.3:574:630*2477.42

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.2.9>

РАДІОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ ЖИТОМИРСЬКОГО ПОЛІССЯ

Романчук Л.Д. – д.с.-г.н.,

професор кафедри екології та природоохоронних технологій,

Державний університет «Житомирська політехніка»

Ковальова С.П. – к.с.-г.н.,

завідувачка відділу тваринництва та екологічної безпеки земель і якості продукції,

Інститут сільського господарства Полісся

Національної академії аграрних наук України

Можарівська І.А. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри здоров'я природи та якості харчових ресурсів,

Державний університет «Житомирська політехніка»

Устименко В.І. – д.філос.,

доцент кафедри екології та природоохоронних технологій,

Державний університет «Житомирська політехніка»

Буднік І.П. – к.с.-г.н.,

викладач,

Малинський фаховий коледж

Внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС радіоактивному забрудненню були піддані значні території Українського Полісся. Тому глобальною проблемою у лісових екосистемах є реабілітація радіоактивно забруднених земель та збереження і відтворення ґрунтів. При виконанні досліджень використовували загальноприйняті методи.

Дослідженнями було доведено, що забруднена внаслідок аварії на ЧАЕС територія дочірнього підприємства «Коростенський лісгосп АПК» Житомирського обласного комунального агролісгосподарського підприємства «Житомироблагроліс» Житомирської обласної ради характеризується нерівномірним радіологічним забруднення ґрунтів із нерівномірним розподілом. Щільність забруднення ґрунту ^{137}Cs варіювала у широких межах – від 49,95 до 367,04 кБк/м^2 (1,35–9,92 Ки/км^2), а ^{90}Sr – від 1,55 до 4,48 кБк/м^2 (0,042–0,121 Ки/км). Гамма-фон на обстежуваних ділянках лісорослинних умов залежав не тільки від випромінювань штучними радіонуклідами, але й від природніх радіонуклідів і знаходився у межах 22–47 мкР/год .

Результати агрохімічних досліджень ґрунтів кварталів лісорослинних умов А 1, А 2, В 1, В 2 показали, що усі ґрунти були бідними по вмісту поживних речовин. Вміст азоту знаходився у межах 30,18–55,34 мг/кг і відповідав дуже низькому ступеню забезпечення. Вміст гумусу на усіх досліджуваних ділянках також був дуже низьким і знаходився на рівні та 0,26–0,45 %.

Забезпеченість ґрунтів рухомим фосфором та обмінним калієм по групах лісорослинних умов знаходилася на низькому та середньому рівні забезпеченості і знаходився у межах від 34,00 до 58,79 мг/кг та від 34,60 до 60,00 мг/кг ґрунту відповідно ро елементах.

Кислотність ґрунтів на досліджуваних виділах кварталів груп лісорослинних умов А 1, А 2, В 1, В 2 варіювала у широких межах – від 4,03 до 5,03 од. рН, тобто від дуже сильно-кислих (< 4,1) до середньокислих (4,6–5,0).

Результатами досліджень встановлено, що вміст важких металів, а саме плумбуму, кадмію, цинку, купруму у обстежених ґрунтах був значно нижче ГДК.

У результаті досліджень встановлено, що обстежувані ґрунти за своїм хімічним складом відповідають типовим лісовим ґрунтам Полісся.

Ключові слова: екосистема, біорізноманіття, моніторинг, важкі метали, радіонукліди, методи дослідження.

Romanchuk L.D., Kovalova S.P., Mozharivska I.A., Ustyenko V.I., Budnik I.P.
Radiological monitoring of forest ecosystems of Zhytomyr Polissya

As a result of the Chernobyl nuclear power plant accident, significant areas of Ukrainian Polissya were exposed to radioactive contamination. Therefore, the rehabilitation of radioactively contaminated lands and the preservation and restoration of soils are a global problem in forest ecosystems.

The aim of the work was to obtain the results of the current radiological-toxicological and agrochemical state of the soils of the forest fund on the example of the territory of State Enterprise Korosten Forestry agro-industrial complex. To obtain practical significance for the further monitoring system in forest ecosystems, which can serve as the basis for creating an appropriate database on the state of pollution of forests in the conditions of Zhytomyr Polissya.

When conducting the research, generally accepted methods and research methods were used.

The research proved that the territory of the SE "Korosteni forestry AIC, contaminated as a result of the Chernobyl accident, is characterized by uneven radiological contamination of the soil with uneven distribution. The density of soil contamination with ^{137}Cs varied within wide limits – from 49.95 to 367.04 kBq/m² (1.35–9.92 Ci/km²), and with ^{90}Sr – from 1.55 to 4.48 kBq/m² (0.042–0.121 Ci/km). The gamma background in the surveyed areas of forest vegetation conditions depended not only on radiation from artificial radionuclides, but also on natural radionuclides and was within 22–47 $\mu\text{R/h}$.

The results of agrochemical studies of soils of forest-vegetation blocks A1, A2, B1, B2 showed that all soils were poor in terms of nutrient content. The nitrogen content was within 30.18–55.34 mg/kg and corresponded to a very low level of provision. The humus content in all studied areas was also very low and was at the level of 0.26–0.45 %.

The availability of soil with mobile phosphorus and exchangeable potassium by forest vegetation conditions groups was at a low and medium level of availability and ranged from 34.00 to 58.79 mg/kg and from 34.60 to 60.00 mg/kg of soil, respectively.

The acidity of the soils in the studied sections of the blocks of forest vegetation conditions groups A1, A2, B1, B2 varied within wide limits – from 4.03 to 5.03 pH units, i.e. from very strongly acidic (< 4.1) to moderately acidic (4.6–5.0).

The results of the research showed that the content of heavy metals, namely lead, cadmium, zinc, and copper in the surveyed soils was significantly below the maximum permissible concentration.

As a result of the research, it was found that the chemical composition of the surveyed soils corresponds to typical forest soils of Polissya.

Key words: ecosystem, biodiversity, monitoring, heavy metals, radionuclides, research methods.

Постановка проблеми. Аварія на Чорнобильській атомній електростанції (ЧАЕС) стала найбільшою техногенною катастрофою, яка суттєво змінила радіаційну ситуацію на території країн колишнього Радянського Союзу та Європи [1]. Лісові масиви стали одними з найбільш постраждалих типів ландшафту, з більш ніж 20–30 % вищим рівнем радіоактивного забруднення порівняно з відкритою місцевістю [2].

У результаті радіоактивного забруднення постраждало 14,5 млн га землі, включаючи 1,23 млн га лісових угідь, що становить 39 % державного лісового фонду України на початок 1990-х років. Радіоактивне забруднення ^{137}Cs у ґрунті на рівні понад 37 кБк/м² була зафіксована на 60 % лісових територій Житомирської області [3].

Ліси Житомирської області також характеризувалися найвищими максимальними показниками забруднення в північних її регіонах. Зокрема, в Народицькому та Коростенському районах лісові господарства мали щільність радіоактивного забруднення ґрунту понад 555 кБк/м² на площі 14,9 тис. га та 14,2 тис. га відповідно. В Коростенському лісовому господарстві щільність радіоактивного забруднення ґрунту ^{137}Cs становила понад 1480 кБк/м² на площі 4,5 тис. га [4]. Рівень радіоактивного забруднення ґрунту поступово знижувався в напрямку на захід та південь, найбільш суттєве зменшення спостерігається в південному напрямку.

Таким чином, радіоактивні випадіння в лісових екосистемах мають високоградієнтний та мозаїчний характер, що призводить до неоднорідного розподілу радіонуклідів на території [5]. Одним із чинників, які впливали на формування радіоактивного забруднення лісових екосистем, були метеорологічні умови такі як, напрям та швидкість вітру, які могли сприяти переміщенню радіоактивних речовин у певному напрямку. Окрім того, важливу роль у взаємодії радіоактивних речовин з лісовою біотою відіграли фізико-хімічні властивості цих речовин, які залежали від їх хімічного складу та способу викиду [6].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Радіологічний моніторинг лісових екосистем є важливим напрямом досліджень, особливо в контексті наслідків аварії на Чорнобильській АЕС. Наукові розвідки проведені після аварії на ЧАЕС заклали основи радіоекології лісових екосистем. Вчені зосередилися на вивченні міграції довгоживучих та екологічно небезпечних радіоізотопів, таких як ^{137}Cs і ^{90}Sr , у лісових екосистемах, впливу іонізуючого випромінювання на компоненти екосистем та розробці методів реабілітації забруднених територій. Дослідження Ландіна В.П., Захарчука В.А. показали, що радіонукліди можуть мігрувати через трофічні ланцюги, впливаючи на різні рівні екосистеми. Напрацювання Краснова В.П. довели, що радіоактивний цезій та стронцій можуть накопичуватися в грибах, ягодах та інших дикорослих рослинах, що становить значний ризик для здоров'я людей, які їх споживають. Науковець обґрунтував, що радіоекологічний стан лісів Полісся України має високий рівень забруднення радіонуклідами, що потребує постійного моніторингу та вивчення наслідків радіоактивних викидів на територію цих екосистем [9]. Берковський В., Ратія Г., Бончук Ю. поділяють схожу думку, наполягаючи на необхідності постійного радіологічного моніторингу після значних викидів радіонуклідів у довкілля.

Заслужують на увагу наукові доробки Vambol S., Alqahtani F., Todorov Dolchinkov N., Pyas M., Yeremenko S., Sydorenko V., Mishchenko I., Melnyk V., Dzhulai O., у яких вчені розглядають наслідки для довкілля лісових пожеж, які відбуваються на радіоактивно забруднених внаслідок аварії на ЧАЕС територіях. Математичне моделювання міграції ^{137}Cs у лісових екосистемах Українського Полісся було проведено Ковальчуком А.М., Красновим В.П., Левицьким В.Г. Роль мікоризоутворюючих грибів у міграції та накопиченні радіонуклідів, а також практичні підходи до зменшення негативного впливу радіації на довкілля описані М. Віннічуком. Дослідження Краснова В.П., Орлова О.О., Гетьманчука А.І. виявляють вплив радіоактивного забруднення на лікарські рослини, акцентують на різних аспектах радіоекології, включаючи міграцію радіонуклідів у рослинах лісових екосистем [6].

За даними досліджень Щеглова В. та ін. [8], викиди з Чорнобильської АЕС викликали зміни у біогеохімічному циклі радіонуклідів в лісових екосистемах, що може впливати на функціонування цих екосистем і підвищувати їх вразливість до інших негативних впливів. Після надходження в компоненти лісових екосистем, радіонукліди поступово переміщалися з верхніх в нижні яруси рослинності та поверхню ґрунту. Безпосередньо під впливом атмосферних опадів і вітру, а також унаслідок опадів листя, хвої, гілок і кори, відбулася їх вертикальна й горизонтальна міграція.

Вертикальна міграція в ланцюзі крона – підстилка – ґрунт – коріння, впродовж якої з крони у лісову підстилку переміщається до 95 % радіонуклідів, складає в листяних насадженнях приблизно один рік, а у хвойних – до трьох років [7], за іншими оцінками – від 3 до 7 років. Після переміщення радіонуклідів до лісової

підстилки та залежно від типу лісорослинних умов і складу деревного ярусу, розпочалася міграція радіонуклідів різної інтенсивності у генетичних горизонтах лісових ґрунтів.

Попри наявність значної кількості досліджень з питань радіологічного моніторингу лісових екосистем, наші дослідження підкреслили значну просторову неоднорідність агрохімічних і фізико-хімічних властивостей ґрунтів, що спостерігається в усіх типах лісорослинних умов, зокрема, після пожеж. Така варіабельність не завжди детально відображається в інших дослідженнях, де можуть надаватися узагальнені дані без глибокого аналізу варіації показників між ділянками. Крім того, дослідження показало нерівномірний вертикальний розподіл радіонуклідів, особливо стронцію-90 та цезію-137, в профілі ґрунту з чітко визначеними піками щільності забруднення на різних глибинах.

Ми зафіксували значне підвищення рівня радіоактивного забруднення (особливо для ^{137}Cs) на ділянках, що зазнали впливу пожеж, в той час як в інших дослідженнях пожежі часто згадуються як фактор ризику без детальних кількісних даних про вплив на забруднення радіонуклідами. Здійснено детальний аналіз змін вмісту гумусу, обмінного кальцію, азоту та фосфору після пожеж, акцентовано на значному зигженні цих показників на пошкоджених ділянках. Таким чином, наші дослідження надають більш детальну характеристику просторово-часових змін у ґрунтах та радіоактивному забрудненні після пожеж, а також підкреслюють важливість комплексного підходу до оцінки впливу радіонуклідів на лісові екосистеми.

Мета досліджень. Метою роботи було отримати результати сучасного радіолого-токсикологічного та агрохімічного стану ґрунтів лісового фонду на прикладі території дочірнього підприємства «Коростенський лісгосп АПК» Житомирського обласного комунального агролісгосподарського підприємства «Житомироблагроліс» Житомирської обласної ради. Отримати практичне значення для подальшої системи моніторингу у лісових екосистемах, які можуть слугувати основою для створення відповідної бази даних щодо стану забруднення лісових фондів в умовах Житомирського Полісся.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводили впродовж 2023 року в умовах забруднених радіонуклідами ґрунтів зони Полісся України на території дочірнього підприємства «Коростенський лісгосп АПК» Житомирського обласного комунального агролісгосподарського підприємства «Житомироблагроліс» Житомирської обласної ради.

Підприємство було створене у 2000 році за рахунок колишніх колгоспних лісів. Лісовий фонд підприємства розміщений на території Коростенського району. Загальна площа лісового фонду складає 24204,4 га, із них під лісами – 23024,3 га (95,1 %).

Напрямки діяльності «Коростенського лісгоспу АПК» полягають у збереженні лісового фонду та біорізноманіття; проведенні рубок; охороні лісів від пожеж, хвороб та шкідників.

До структури «Коростенського лісгоспу АПК» входять: Горщиківське лісництво, Коростенське лісництво, Меленівське лісництво, Ушомирське лісництво.

Природно-заповідний фонд представлений двома заказниками.

При виконанні нами дослідної роботи були використані загальні та спеціальні методи наукових досліджень. Серед загальних методів були застосовані наступні: спостереження, порівняння, вимірювання, моніторинг, індукція, формалізація, синтез та моделювання. Також було використано низку спеціальних методів.

Обстеження ґрунтів лісового фонду проводили у 12 кварталах лісорослинних умов: група А 1 (22, 33, 40 квартали); група А 2 (12, 18, 52 квартали); група В 1 (18, 25, 29 квартали). Відбір зразків ґрунту провели на десяти ділянках (виділах) дванадцяти кварталів. Площа досліджуваних виділів була у межах 0,9–1,7 гектари кожен.

Відбір зразків ґрунту для визначення ^{137}Cs , ^{90}Sr проводили згідно з ДСТУ 4287:2004 «Якість ґрунту. Відбирання проб», ДСТУ ISO 10381–2:2004 «Якість ґрунту. Настанови з методів відбирання проб» та згідно з «Методики комплексного радіаційного обстеження забруднених внаслідок Чорнобильської катастрофи територій (за винятком території зони відчуження)».

Так як обстеження проводили на території, що постраждала внаслідок аварії на Чорнобильській атомній електростанції, то перед відбором проб на досліджуваних ділянках вимірювали потужність дози гамма-випромінювання (гамма фон) у повітрі над поверхнею землі дозиметром ДРГ-01Т.

Точкові проби відбирали пробовідбірником (буром). Радіологічний бур має робочу площу відбору проби ґрунту не менше 0,001 м² і забезпечує можливість відбору ґрунту на глибину 0,2 м. Його конструкція гарантує повноту відбору проби ґрунту і виключає попадання ґрунту у його робочу частину із суміжної площі, яка не враховується під час пробовідбору.

Для формування об'єднаної проби ґрунту використовували 5 точкових проб, які відбирали методом конверта. Зразки ґрунту ретельно змішували і з них формували змішаний зразок вагою до 2 кг. Об'єднану пробу формували безпосередньо під час відбору точкових проб.

На упаковку із зразком відібраної проби водостійким маркером наносили шифр проби, дату, час і місце відбору.

Лабораторні дослідження виконувались згідно діючих нормативних документів у вимірювальній лабораторії агрохімічних досліджень, екологічної безпеки земель та якості продукції інституту сільського господарства Полісся НААН України.

У зразках ґрунту для радіологічних досліджень спочатку відбирали рослинні рештки, висушували, подрібнювали.

Щільності забруднення ґрунту радіонуклідами визначали спектрометричним методом з використанням сцинтиляційного гамма-бета-спектрометра МКС-АТ-1315 згідно методики BS EN ISO 18589-1:2019.

Визначення ^{137}Cs і ^{90}Sr у ґрунті проводили у літровій геометрії посудини Маринеллі з часом експозиції 1 година. Відносна похибка визначення питомої активності радіонуклідів становила 10–20 %.

Мінімальна питома активність при вимірюванні у геометрії посудини Маринеллі у стандартному захисті впродовж 1 години з похибкою вимірювань до 20 %.

Лабораторні дослідження ґрунтових зразків на вміст рухомих сполук важких металів визначали у буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрометрії згідно з чинними нормативними документами: мідь – ДСТУ 4770.6:2007; цинк – ДСТУ 4770.2:2007; свинець – ДСТУ 4770.9:2007; кадмій – ДСТУ 4770.3:2007.

Перед проведенням лабораторних досліджень на визначення важких металів зразки ґрунту подрібнювали на лабораторному млині до фракції 0,2 мм, заливали екстагуючим розчином, далі струшували впродовж 1 години на роторних струшувачах, потім фільтрували, а тоді проводили заміри на приладі.

Масову концентрацію важких металів у ґрунтових зразках визначали на атомно-абсорбційному спектрофотометрі Квант-2А.

У відібраних зразках ґрунту також у лабораторних умовах проводили визначення агрохімічних показників:

- обмінну кислотність потенціометрично згідно ДСТУ ISO 10390:2007;
- рухомі сполуки фосфору визначали спектрометричним методом за Кірсановим згідно ДСТУ 4405:2005;
- обмінний калій визначали методом полуменевої фотометрії згідно ДСТУ 4405:2005;
- лужногідролізований азот визначали титриметрично за Корнфілдом згідно ДСТУ 7863:2015;
- вміст гумусу визначали за Тюріним згідно ДСТУ 4289:2004.

Результати досліджень. Результати радіологічних досліджень ґрунтів показали, що щільність забруднення ґрунту ^{137}Cs варіювала у широких межах – від 49,95 до 367,04 кБк/м² (1,35–9,92 Кі/км²), а ^{90}Sr – від 1,55 до 4,48 кБк/м² (0,042–0,121 Кі/км). Це пов'язано із тим, що випадіння радіонуклідів після аварії на ЧАЕС внаслідок вітру, дощу та інших чинників було нерівномірним.

При обстеженні кварталів групи лісорослинних умов А 1 встановлено, що щільність забруднення ґрунтів ^{137}Cs була на рівні 149,85–214,23, а ^{90}Sr – 2,52–3,03 кБк/м². Найвища щільність забруднення радіонуклідами спостерігалася у виділах ґрунтів 27 кварталу із концентрацією токсикантів 198,69–214,23 та 2,89–3,03 кБк/м² відповідно по ^{137}Cs та ^{90}Sr . Найнижчу щільність ^{137}Cs і ^{90}Sr відмічено на виділах 22 кварталу. Забруднення становило на рівні 149,85–158,36 Бк/м² та 2,52–2,63 Бк/м² відповідно по елементах. Середнє значення ^{137}Cs ґрунтів групи А 1 становило 182,11 кБк/м², а середнє значення ^{90}Sr було на рівні 2,78 кБк/м².

Забруднення досліджуваних ґрунтів групи лісорослинних умов А 2 ^{137}Cs варіювало від 71,78 до 367,04 кБк/м², а ^{90}Sr – від 1,96 до 4,48 кБк/м². Найвищу щільність ^{137}Cs і ^{90}Sr відмічено на ділянках (виділах) 18 кварталу. Забруднення досліджуваних територій ^{137}Cs було на рівні 292,30–367,04 кБк/м², а ^{90}Sr – на рівні 3,18–4,48 кБк/м². Найнижче забруднення радіонуклідами мали ґрунти 13 кварталу. Вміст забруднювачів були у межах 71,78–112,85 та 1,96–2,48 кБк/м² відповідно по ^{137}Cs та ^{90}Sr . Середнє значення ^{137}Cs та ^{90}Sr у ґрунтах групи лісорослинних умов А 2 були на рівні 185,15 та 1,96 кБк/м².

При дослідженні щільності забруднення ґрунтів радіонуклідами кварталів групи лісорослинних умов В 1 встановлено, що щільність забруднення ґрунтів ^{137}Cs знаходилася у межах 55,13–96,20 кБк/м², а ^{90}Sr – у межах 1,59–1,92 кБк/м² (рис. 1).

Найбільш забрудненими були ґрунти виділів 29 кварталу. Щільність забруднення ^{137}Cs на цих ділянках була на рівні 94,35–96,20 кБк/м², а щільність забруднення ^{90}Sr варіювала від 1,78 до 1,92 кБк/м². Найнижчу щільність радіонуклідів встановлено у ґрунтах 17 кварталу. Забруднення ґрунтів ^{137}Cs було у межах 55,13–60,31 кБк/м², а ^{90}Sr – 1,59–1,67 кБк/м². Середні значення щільності забруднення ґрунтів радіонуклідами були на рівні 73,59 та 1,76 відповідно по ^{137}Cs та ^{90}Sr .

При обстеженні ґрунтів кварталів групи лісорослинних умов В 2 встановлено, що щільність забруднення ґрунтів ^{137}Cs була у широких межах від 49,95 до 203,13 Бк/кг, а ^{90}Sr – від 1,55 до 2,96 кБк/м². Найвища щільність забруднення радіонуклідами спостерігалася у виділах ґрунтів 43 кварталу із концентрацією токсикантів 136,90–203,13 та 2,41–2,96 кБк/м² відповідно по ^{137}Cs та ^{90}Sr . Найнижчу щільність ^{137}Cs і ^{90}Sr відмічено на виділах 50 кварталу. Забруднення становило на рівні 49,95–74,74 Бк/м² та 1,55–1,85 Бк/м² відповідно по елементах. Середні значення щільності забруднення ґрунтів кварталів групи лісорослинних умов В 2 становили 115,13 кБк/м² по ^{137}Cs , а по ^{90}Sr – 2,20 кБк/м² (рис. 2).

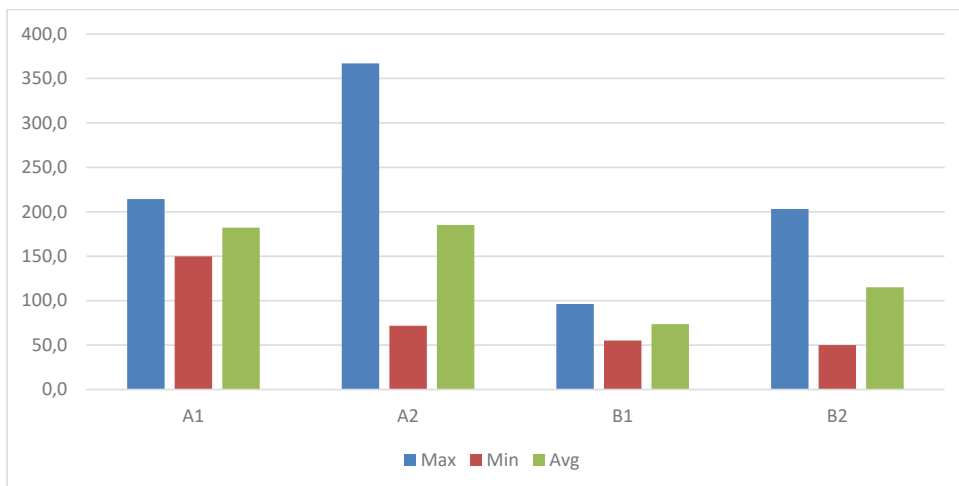


Рис. 1. Щільність радіонукліду ^{137}Cs у ґрунті (кБк/м²)

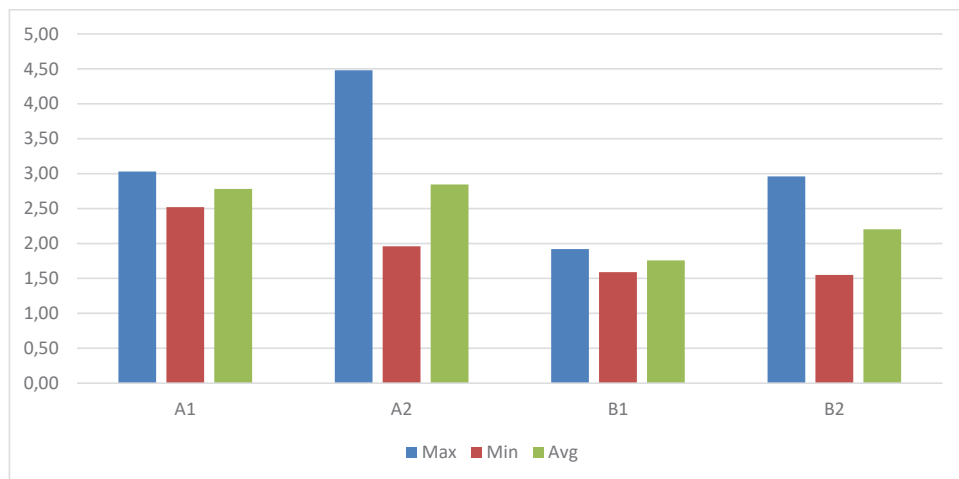


Рис. 2. Щільність радіонукліду ^{90}Sr у ґрунті (кБк/м²)

Порівнюючи показники щільності забруднення обстежуваних ділянок кварталів лісорослинних умов А 1, А 2, В 1, В 2 дочірного підприємства «Коростенський лісгосп АПК» можна відмітити, що щільність забруднення ^{137}Cs та ^{90}Sr була вищою у виділах кварталів груп А, крім ділянок 43 кварталу групи В 2, де ^{137}Cs та ^{90}Sr були на рівні 136,90–203,13 та 2,44–2,96 кБк/м² відповідно. Більш забруднені ділянки кварталів групи лісорослинних умов А 1 та групи А 2 можна пояснити тим, що піщані сірі лісові ґрунти мають більшу здатність утримувати радіонукліди у порівнянні із сірими лісовими ґрунтами.

Таким чином проведені нами радіологічні дослідження обстежуваних ділянок кварталів групи лісорослинних умов А 1, А 2, В 1, В 2 показали, що навіть через 37 років після аварії на ЧАЕС не тільки землі сільськогосподарського призначення

потребують радіологічних досліджень, але і лісові фонди країни, що піддалися радіоактивному впливу.

Результатами досліджень встановлено, що і досі значні території лісу мають високу щільність забруднення радіонуклідами. Із 10 обстежуваних кварталів лише ділянки 3 кварталів, а саме 50 (В 2), 29 (В 1), 13 (А 2) мають щільність забруднення ^{137}Cs до 111 кБк/м^2 ($3,0 \text{ Ки/км}^2$), а ^{90}Sr – до $2,50 \text{ кБк/м}^2$ ($0,067 \text{ Ки/км}^2$).

Гамма-фон на обстежуваних ділянках лісорослинних умов залежав не тільки від випромінювань штучними радіонуклідами, але й від природніх радіонуклідів і знаходився у межах $22\text{--}47 \text{ мкР/год}$, при допустимому рівні до 20 мкР/год .

Ґрунт є одним із кількох факторів середовища, що контролюють розподіл типів рослинності, однак за певних умов може бути найважливішим. Наприклад, чим далі розташоване дерево від району його кліматичного оптимуму, тим більше звужується діапазон ґрунтових умов, сприятливих для його росту під час періоду несприятливих кліматичних умов для цього виду.

Агрохімічні показники ґрунту є основними параметрами, які визначають якість земель. Основними показниками, за якими визначають агрохімічний стан ґрунтів, є такі: вміст в орному шарі гумусу, азоту, рухомого фосфору, обмінного калію, кислотність ґрунту.

При визначенні агрохімічних показників у відібраних зразках ґрунту встановлено, що усі ґрунти були бідними по вмісту поживних речовин. Вміст азоту у ґрунтах кварталів групи А 1, А 2, В 1, В 2 знаходився у межах $38,72\text{--}45,78 \text{ мг/кг}$; $30,18\text{--}44,19 \text{ мг/кг}$; $47,69\text{--}55,34 \text{ мг/кг}$; $34,62\text{--}54,83 \text{ мг/кг}$ відповідно і відповідав дуже низькому ступеню забезпечення. Середньозважені показники вмісту легкогідролізного азоту у ґрунтах груп лісорослинних умов А 1, А 2, В 1, В 2 відповідно були у межах $41,54$; $37,04$; $51,87$; $43,28 \%$.

Вміст гумусу на усіх досліджуваних ділянках також був дуже низьким і знаходився на рівні $0,33\text{--}0,40 \%$; $0,26\text{--}0,37 \%$; $0,39\text{--}0,45 \%$; $0,31\text{--}0,44 \%$ відповідно у ґрунтах кварталів групи А 1, А 2, В 1, В 2. Середні значення вмісту гумусу становили $0,36$; $0,32$; $0,42$; $0,39$ відповідно по групах лісорослинних умов А 1, А 2, В 1, В 2 теж були на досить низькому рівні.

Кислотність ґрунтів на досліджуваних виділах кварталів групи лісорослинних умов А 1, А 2, В 1, В 2 варіювала у широких межах – від $4,03$ до $5,03$ од. рН, тобто від дуже сильнокислих ($< 4,1$) до середньокислих ($4,6\text{--}5,0$). Середні значення кислотності обстежуваних ґрунтів по групах лісорослинних умов А 1, А 2, В 1, В 2 знаходилися на рівні $4,43$; $4,32$; $4,91$; $4,52 \%$ відповідно.

Лабораторними дослідженнями встановлено, що найнижчий показник кислотності ґрунтів був у кварталах лісорослинних умов В 1 і варіювала у межах від $4,77$ до $5,01$ од. рН.

Що стосується забезпеченості досліджуваних ділянок рухомих фосфором по групах лісорослинних умов встановлено, що у виділах кварталів групи А 1 та А 2 вміст цього елемента був на низькому рівні забезпеченості ($26\text{--}50 \text{ мг/кг}$) і знаходився у межах від $39,64$ до $48,00 \text{ мг/кг}$ та від $34,00$ до $48,11 \text{ мг/кг}$ ґрунту. У виділах кварталів групи лісорослинних умов В 1 та В 2 вміст рухомого фосфора варіював від низького ($26\text{--}50 \text{ мг/кг}$) до середнього ($51\text{--}100 \text{ мг/кг}$) ступеня забезпеченості із вмістом від $48,93$ до $58,79 \text{ мг/кг}$ та від $35,23$ до $55,94 \text{ мг/кг}$ ґрунту відповідно. Середні значення рухомого фосфору в обстежуваних ґрунтах по групах лісорослинних умов А 1, А 2, В 1, В 2 становили $44,33$; $40,68$; $52,92$; $43,60 \text{ мг/кг}$ ґрунту відповідно.

Вміст обмінного калію на усіх досліджуваних ділянках кварталів груп лісорослинних умов також знаходився на низькому ($< 41 \text{ мг/кг}$) та на середньому

рівні забезпеченості (41–80 мг/кг). Вміст калію у ґрунтах виділів кварталів групи А 1 та А 2 був на рівні 39,00–46,55 та 35,18–45,69 мг/кг, а у ґрунтах виділів кварталів групи В 1 та В 2 на рівні 49,48–60,00 та 34,60–52,87 мг/кг ґрунту відповідно. Середньозважені показники вмісту обмінного калію у ґрунтах груп лісорослинних умов А 1, А 2, В 1, В 2 знаходилися на рівні 42,73; 40,61; 54,54; 43,68 відповідно по групах досліджень.

Підсумовуючи результати вмісту поживних речовин у досліджуваних ґрунтах встановили, що вищими були показники азоту, фосфору, калію, гумусу у ґрунтах кварталів групи лісорослинних умов В 1 і становили 51,87; 52,92; 54,54; 0,42 відповідно по елементах. Кислотність ґрунтів лісорослинних умов В 1 також була нижчою у порівнянні із ґрунтами інших груп лісорослинних умов (4,91 од. рН).

На техногенно забруднених територіях вміст важких металів у ґрунті та продукції рослинництва є додатковим до радіоактивного негативним фактором, спільна дія яких в даний час мало досліджена. Вивчення даної проблематики відображено у наукових працях С. М. Рижука, І. Т. Слюсара, В. А. Вергунова А. М. Русанова, Е. В. Блохіна, Н. Н. Зеніна, Е. А. Милякова, А. Н. Ратніков, Т. Л. Жигарьова, Д. Г. Свириденко, Г. І. Попова тощо [9].

Ґрунт – унікальний незамінний природний ресурс, накопичувач сонячної енергії, основа життя рослин, тварин і людини, а також природний індикатор забруднення навколишнього середовища. Забруднення ґрунтів важкими металами викликає глобальний інтерес з боку сучасної науки у зв'язку з підвищенням техногенного впливу на навколишнє природне середовище. Небезпека від важких металів визначається тим, що, на відміну від органічних забруднювачів, вони не руйнуються, а переходять з однієї форми в іншу, зокрема включаються у склад солей, оксидів, металоорганічних сполук.

За результатами досліджень встановлено, що вміст токсикантів у ґрунті в умовах радіоактивного забруднення був значно нижче ГДК.

Концентрація плумбуму на досліджуваних ділянках кварталів групи лісорослинних умов А 1 варіювала від 1,45 до 1,68 мг/кг, а середнє значення становило 1,56 мг/кг. Концентрація плумбуму на досліджуваних виділах кварталів групи лісорослинних умов А 2 знаходилася у межах 1,29–1,84 мг/кг, середнє значення було на рівні 1,56 мг/кг.

Що стосується забруднення рухомим плумбумом обстежуваних ділянок кварталів групи лісорослинних умов В 1 та В 2, то максимальний вміст токсиканта становив 1,44 та 1,66 мг/кг відповідно. Найнижчий вміст плумбуму був на рівні 1,21 мг/кг у ґрунтах групи В 1 та 1,22 мг/кг у ґрунтах групи В 2.

Вміст кадмію у ґрунтах групи лісорослинних умов А 1 та А 2 знаходився у межах 0,057–0,070 мг/кг та 0,047–0,077 мг/кг відповідно по групах. Середні значення кадмію становили 0,061 та 0,060 мг/кг. Вміст кадмію у ґрунтах групи лісорослинних умов В 1 та В 2 варіював від 0,048 до 0,060 мг/кг та від 0,043 до 0,069 мг/кг відповідно. Середні значення кадмія у ґрунтах групи В 1 та В 2 були на рівні 0,053 та 0,057 мг/кг відповідно.

Вміст рухомих сполук купруму знаходився у межах 0,150–0,172 мг/кг; 0,128–0,177 мг/кг; 0,120–0,150 мг/кг; 0,112–0,168 мг/кг відповідно у ґрунтах виділів кварталів групи лісорослинних умов А 1, А 2, В 1, В 2. Середні показники вмісту металу по групах лісорослинних умов А 1, А 2, В 1, В 2 відповідно становили 0,157; 0,151; 0,134; 0,112 мг/кг ґрунту.

Концентрація цинку у досліджуваних ділянках кварталів групи лісорослинних умов А 1 та А 2 варіювала на рівні 1,30–1,60 та 1,19–1,64 мг/кг відповідно.

Вміст рухомих сполук цинку у ґрунтах кварталів групи лісорослинних умов В 1 та В 2 були у межах 1,11–1,35 та 1,10–1,52 мг/кг. Середні значення вмісту рухомого цинку по групах лісорослинних умов А 1, А 2, В 1, В 2 становили 1,47; 1,38; 1,22; 1,31 мг/кг ґрунту відповідно.

Результатами досліджень вмісту рухомих сполук важких металів у досліджуваних ґрунтах кварталів лісорослинних умов встановлено, що вміст токсикантів був вищим у ґрунтах кварталів групи А 1 та А 2.

Висновки. За результатами наших досліджень, встановлено, що ґрунти дочірнього підприємства «Коростенський лісгосп АПК» Житомирського обласного комунального агролісгосподарського підприємства «Житомироблагроліс» Житомирської обласної ради за своїм хімічним складом відповідає типовим лісовим ґрунтам Полісся. Аналіз фізико-хімічних та агрохімічних показників ґрунту свідчить про низький рівень макро- та мікроелементів, а також про сильно кислу реакцію середовища, що є характерним для лісових умов типу борів.

За результатами досліджень встановлено, що найнижчий показник кислотності ґрунтів був у кварталах лісорослинних умов В 1 і варіювала у межах від 4,77 до 5,01 од. рН.

Результати радіологічних досліджень обстежених ґрунтів показали, що щільність забруднення ґрунту ^{137}Cs варіювала у широких межах – від 49,95 до 367,04 кБк/м² (1,35–9,92 Кі/км²), а ^{90}Sr – від 1,55 до 4,48 кБк/м² (0,042–0,121 Кі/км).

При обстеженні кварталів групи лісорослинних умов А 1 встановлено, що щільність забруднення ґрунтів ^{137}Cs була на рівні 149,85–214,23, а ^{90}Sr – 2,52–3,03 кБк/м². Найвища щільність забруднення радіонуклідами спостерігалася у виділах ґрунтів 27 кварталу із концентрацією токсикантів 198,69–214,23 та 2,89–3,03 кБк/м² відповідно по ^{137}Cs та ^{90}Sr . Найнижчу щільність ^{137}Cs і ^{90}Sr відмічено на виділах 22 кварталу.

При дослідженні щільності забруднення ґрунтів радіонуклідами кварталів групи лісорослинних умов В 1 встановлено, що щільність забруднення ґрунтів ^{137}Cs знаходилася у межах 55,13–96,20 кБк/м², а ^{90}Sr – у межах 1,59–1,92 кБк/м².

Найбільш забрудненими були ґрунти виділів 29 кварталу. Щільність забруднення ^{137}Cs на цих ділянках була на рівні 94,35–96,20 кБк/м², а щільність забруднення ^{90}Sr варіювала від 1,78 до 1,92 кБк/м². Найнижчу щільність радіонуклідів встановлено у ґрунтах 17 кварталу.

Порівнюючи показники щільності забруднення обстежуваних ділянок кварталів лісорослинних умов А 1, А 2, В 1, В 2 дочірнього підприємства «Коростенський лісгосп АПК» можна відмітити, що щільність забруднення ^{137}Cs та ^{90}Sr була вищою у виділах кварталів груп А, крім ділянок 43 кварталу групи В 2, де ^{137}Cs та ^{90}Sr були на рівні 136,90–203,13 та 2,44–2,96 кБк/м² відповідно.

За результатами досліджень встановлено, що вміст токсикантів у ґрунті в умовах радіоактивного забруднення був значно нижче ГДК.

Результатами досліджень вмісту рухомих сполук важких металів у досліджуваних ґрунтах кварталів лісорослинних умов встановлено, що вміст токсикантів був вищим у ґрунтах кварталів групи А 1 та А 2.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Harrison, S. Spasojevic M. J., & Li, D. Climate and plant community diversity in space and time. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2020. Vol. 117. P. 4464–4470.

2. Романчук Л. Д., Устименко В. І., Діденко П. В. Бета-різноманіття фітоценозів борів природного заповідника «Древляньський». *VIII-ий Міжнародний з'їзд екологів* : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. (22–24 вересня 2021 р.). Вінниця : ВНТУ, 2021. С. 338–341.
3. Романчук Л. Д., Устименко В. І., Діденко П. В. Дослідження радіологічного стану лісової підстилки соснових деревостанів борів природного заповідника «Древляньський». *Чорнобильська катастрофа. Актуальні проблеми, напрямки та шляхи їх вирішення* : зб. праць учасн. Міжнар. наук.-практ. конф. (22–23 квітня 2021 р.). Житомир : Поліський нац. університет, 2021. С. 82–87.
4. Romanchuk L., Didenko P., Sus N., Ustymenko V., Orlovskyi A. Scots Pine Seedlings Growth Under Different Ca/Mn Soil Ratios. *International Journal of Ecotoxicology and Ecobiology*. 2021. Vol. 6, Issue 2. P. 34–40. <https://doi.org/10.11648/j.ijee.20210602.12>
5. Orlov O., Zhukovsky O., Ivaniuk I., Ustymenko V., Martynenko V. Accumulation of ^{137}Cs by thallus of epiphytic lichen hypogymnia physodes (L.) Nyl on different trunk height in pine stands. *Scientific Horizons*. 2022. Vol. 25, no. 5. P. 48–59. [https://doi.org/10.48077/scihor.25\(5\).2022.48-59](https://doi.org/10.48077/scihor.25(5).2022.48-59)
6. Romantschuk L., Ustymenko V., Didenko P. Accumulation and Distribution of ^{137}Cs and ^{90}Sr Radionuclides in the Forests of the «Drevlyansky» Nature Reserve. *International Journal of Energy and Environment*. 2021. Vol. 12, Issue 2. P. 143–151. <https://doi.org/10.11648/j.ijee.20210602.11>
7. Романчук Л. Д., Устименко В. І., Діденко П. В., Бадзян В. В. Визначення основних показників видового різноманіття борів природного заповідника «Древляньський». *Наукові горизонти. Scientific horizons*. 2020. № 7(92). С. 65–73. <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2020-92-7-65-73>
8. Romantschuk L., Matviichuk N., Mozharivska I., Matviichuk B., Ustymenko V., Tryboi O. Phytoremediation of Soils by Cultivation Miscanthus x Giganteus L. and Phalaris arundinacea L. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2024. Vol. 25(6). pp. 137–147. <https://doi.org/10.12912/27197050/186902>
9. Ковальова С.П., Мажарівська І.А. Концентрація важких металів у ґрунтах при вирощуванні енергетичних культур на території радіоактивного забруднення. *Науковий журнал Житомирського національного агроекологічного університету*. 2020. № 3 (88). С. 121–126 doi: 10.33249/2663-2144-2020-88-3-121-126.

УДК 631.8:633.8

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.2.10>

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ БІОПРЕПАРАТІВ У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО

Рудік О.Л. – д.с.-г.н.,

професор кафедри польових та овочевих культур,

Одеський державний аграрний університет

Лотоцький О.В. – аспірант, асистент кафедри польових та овочевих культур,

Одеський державний аграрний університет

Сучасні методи господарської діяльності передбачають використання новітніх заходів агровиробництва, які, окрім забезпечення відповідного рівня продуктивності, сприяють зниженню негативного антропогенного впливу на агроценози, оптимізують витрат енергії та сировинних ресурсів. Таким є запровадження сучасних елементів біологізації, які активізують природні механізми збалансованого функціонування біоценозів.

Метою статті є аналіз досвіду застосування біологічних препаратів у сучасному виробництві польових культур на прикладі льону олійного та оцінка перспектив запровадження біологічних елементів технології при його вирощуванні в посушливих умовах Півдня України.

Методи. Під час збору та аналізу доступної наукової інформації були задіяні загальнонаукові методи такі як аналіз, синтез, абстрагування, узагальнення, порівняння. Окремі питання викладені на основі експертної оцінки фахівців та аналітичних груп.

Ретроспективний аналіз наукових досліджень в різних ґрунтово-кліматичних зонах, підтверджує високу ефективність сучасних біологічних препаратів при застосуванні в технології вирощування льону олійного. Вони сприяють активізації процесів росту і розвитку рослин, підвищують їх стійкість до несприятливих факторів, а також позитивно впливають на врожайність та якість насіння. Водночас їх застосування має специфічні особливості, перш за все, у посушливих умовах Півдня України, а наукова інформація з цього питання залишається обмеженою. Отримання насіння льону як продукту органічного виробництва, біологізація технологій вирощування культури є актуальним і перспективним напрямком, який потребує додаткового наукового обґрунтування.

Висновки. Використання біологічних препаратів у системі живлення, захисту, управління ростовими процесами льону олійного є беззаперечно перспективним напрямком аграрної науки з позицій економії, раціонального використання ресурсів, екології та виробництва органічного продукту. Аграрна мікробіологія пропонує великий перелік різних за спектром дії біологічних препаратів для різноспрямованого застосування на багатьох культурах. Спеціальних досліджень їх ефективності на культурі льону, особливо в зонах його переважного вирощування, безумовно є недостатньо. Зона Південного Степу України за умовами зволоження є специфічною для застосування препаратів на основі живих організмів, що ускладняється змінами клімату.

Ключові слова: асоціативна азот-фіксація, бактерії фосфат-мобілізатори, мікориза, триходерма, гумати, органічне виробництво.

Rudik O.L., Lototskiy O.V. Prospects for the use of biological preparations in the technology of growing oily flax

Scientific research on the problem of optimizing the nutrition of oily flax by introducing into production biological preparations of various nutritional effects, in modern conditions, has a key role in the development of flax growing in Ukraine.

Purpose. The work is the analysis of modern field research in different agroclimatic zones of Ukraine, on the use of nitrogen-fixing bacteria, phosphate-mobilizers, mycological preparations and humates as elements of fertilizer and elements of biologization of the technology of growing oil-based flax. **Methods.** This goal was achieved by collecting and analyzing the scientific works of leading scientists of Ukraine in the field of flax growing and plant nutrition and protection with the help of microbiota. **Research results.** Flax belongs to crops of an intensive type of

cultivation, as it requires a significant amount of macro-elements for the formation of a unit of harvest and the corresponding amount of by-products. The use of biological preparations is not yet able to completely replace mineral nutrition, but it is able to significantly improve the general background of field fertility and is very promising. The results highlighted in the studied scientific literature indicate that the use of microorganisms in the cultivation of linseed can significantly increase the yield of an important oil crop. Conclusions. The use of biological preparations in the flax nutrition system is undoubtedly a promising direction of agricultural science both from the point of view of saving on fertilizers and from the point of view of the production of an organic product. An interesting direction is also the determination of the impact of biological preparations on the quantitative and qualitative composition of linseed oil, i.e. the yield of oil per hectare and the percentage of polyunsaturated fats, such as oleic acid, in such oil. And also indicators such as iodine number. The field of agricultural microbiology is moving forward with great strides, field studies are being conducted to study microbial preparations on various crops. However, there are not many such studies on flax culture. Especially in the Southern Steppe zone of Ukraine. In the zone with the most extreme conditions for growing field crops, due to the lack of precipitation. Climate change is worsening the situation. Global warming has not only reduced rainfall in recent years in the Southern Steppe, but also made it extremely uneven. Periods of several months with no productive precipitation at all and then the loss of the monthly norm in one day are not uncommon phenomena.

Key words: associative nitrogen fixation, phosphate-mobilizing bacteria, mycorrhiza, trichoderma, humates, organic production.

Постановка проблеми. Льон олійний є надзвичайно перспективною для аграрних виробників України олійною культурою. Останні роки формуються високі попит та ціни Світового ринку на насіння та продукти із льону. Спостерігається зростання пріоритетності продуктів здорового харчування, споживання корисніших для фізіології людини рослинних олій порівняно із продуктами традиційних культур таких, як соняшник, ріпак та соя [1, с. 1; 2, с. 2]. Його вирощування набуває двох все більше виокремлених напрямків: технічного використання та медично-харчового застосування, що потребує зміни агрономічних підходів та елементів технології спрямованих на отримання продукції визначених показників якості [3, с. 41].

Через логістику експорту, після повномасштабного вторгнення країни агресора, зацікавленість агровиробників що до льону олійного значно зросла. За даними державної служби статистики у 2024 році площі посіву льону олійного сягнули 53,5 тис. га. У порівнянні із п'ятирічним довоєнним періодом 27,6 тис. га. [4].

До переліку причин зростання популярності льону олійного можна також віднести: появу нових високоврожайних сортів, розвитком та запровадженням інтенсивних технології вирощування культури, що базується на належному використанні системи захисту та удобрення із використанням сучасних інноваційних препаратів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Через постійне здорожчання засобів інтенсифікації, агровиробники постійно шукають альтернативи «традиційним» добривам, аби стабілізувати родючість ґрунту та покращити економіку свого виробництва.

Такі ефективні елементи технології як препарати симбіотичної азот-фіксації уже стали традиційними при вирощуванні бобових культур [5, с. 65; 6, с. 146]. Більш широким може стати застосування біологічних препаратів асоціативної взаємодії, однак тут перед наукою залишається чимало не вирішених завдань щодо їх використання [5, с. 64]. Те ж саме стосується і питань пов'язаних із мобілізацією нерозчинних фосфатів ґрунту [7, с. 4952].

Тому однією із альтернатив внесенню мінеральних добрив на посівах льону олійного є використання біопрепаратів на основі бактерій асоціативної азот-фіксації та фосфат-мобілізації.

Перспективним напрямком розвитку технології також є використання сучасних орґано-мінеральних препаратів які проявляють багатофункціональний вплив на рослини, регулюючи ростові процеси, підвищуючи стійкість до несприятливих факторів середовища та уражень хворобами. Натепер до Державного реєстру пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні включені біологічні фунгіциди, інсектициди та акарициди, інокулянти, декструктори рослинних решток, стимулятори росту а також добрива бактеріального, грибного та вірусного походження. Їх нараховується понад п'ятсот найменувань [8]. Проте далеко не всі з них набули поширення пройшовши шлях успішного виробничого випробовування, що потребує їх результативності у конкретних технологіях, оскільки лабораторні випробовування проведені в «ідеальних» умовах, не здатні врахувати всі ризики при вирощуванні культури, насамперед це стосується температурного режиму та вологості ґрунту, які в реальних польових умовах значно відрізняються від лабораторних.

Застосування сучасних інноваційних препаратів у виробництві льону може покращувати економіку виробництва культури не лише завдяки заощадженню на добривах, шляхом більш ефективного їх використання чи зменшення норми, а й за рахунок підвищення ціни на продукцію, якщо така є органічною.

Численні польові дослідження на таких культурах, як пшениця, соняшник, кукурудза, ріпак, льон показують, що використання препаратів азот-фіксації та фосфат-мобілізації дозволяє збільшити урожайність співставну додатковому внесенню від 10 до 30 кг/га азоту та від 5 до 20 кг/га фосфору [9, с. 135; 10, с. 118; 11, с. 55; 12, с. 404; 13, с. 437; 15, с. 362].

В свою чергу мікоризо-утворюючі препарати мікологічного походження, що містять штами грибів *Tuber melanosporum*, *Glomus intraradices*, *Glomus luteum*, *Glomus etunicatum*, *Glomus claroideum* та препарати роду грибів Триходерма (*Trichoderma*) збільшують асиміляційну площу кореневої системи рослини та виступають антагоністами інших шкідливих грибів що викликають захворювання. Таким чином вони покращують умови вегетації культури, що не може не вплинути на урожайність [14; 15, с. 362].

Важливий сегмент агрозасобів займають гумати, особливо ті, що вироблені із вермикомпосту. Адже окрім гумінових і фульво-кислот, мікроелементів вони, у своєму складі, містять чимало фітогормонів: ауксини, гібереліни, цитокініни, що вступають в широкий спектр реакцій, що відбуваються в рослинах, завдяки чому позитивно впливають на її ростові процеси, про що свідчать дослідження [16, с. 56; 17, с. 54; 18, с. 77].

Нині аграрії успішно використовують біологічні інсектициди та фунгіциди на посівах пшениці, кукурудзи, картоплі, ріпаку [19, с. 297; 20, с. 109; 21, с. 120]. Повноцінне використання біологічної системи живлення і захисту від шкідників та хвороб є реальним великим кроком переходу до органічного виробництва. І хоча останній рубіж, у вигляді біо-гербіцидів, на шляху до повної біологізації виробництва сільськогосподарських культур, у тому числі і льону, ще не подолано, розробки і в цьому напрямі активно ведуться [22, с. 18].

Екстраполяція таких успішних результатів на провідних культурах свідчить про необхідність пошуку, шляхом польових досліджень, тих штамів мікроорґанізмів, застосування яких в умовах Південного Степу України дозволяє значно

поліпшити живлення нішевих культур, як наприклад льон олійний, щоб оптимізувати витрати, поліпшити собівартість та зменшити негативний вплив виробництва на агроекосистеми.

Метою статті є аналіз досвіду застосування біологічних препаратів у сучасному виробництві польових культур на прикладі льону олійного та оцінка перспектив запровадження біологічних елементів технології при його вирощуванні в посушливих умовах Півдня України.

Результати дослідження. Ключове завдання що до біологізації аграрного виробництва успішно реалізується в останні роки вченими у різних ґрунтово-кліматичних та виробничих умовах України. Польові дослідження присвячені вивченню впливу біопрепаратів на живлення льону, активно проводилися в зонах традиційного льонарства – в зонах достатнього та нестійкого зволоження України. Так на сірих опідзолених легкосуглинкових ґрунтах застосування мікробного препарату поліміксобактерин у технології вирощування льону-довгунця в умовах Полісся виявилося ефективним засобом оптимізації фосфорного живлення рослин, підвищення врожайності соломи та насіння. Його застосування збільшило урожай соломи на 37% порівняно із контролем, а урожайність насіння на 27%. Позитивний ефект встановлено від поєднання біопрепарату із мінеральними добривами. На фоні сумісного застосування $N_{30}P_{60}K_{90}$ + Поліміксобактерин приріст урожаю соломи склав 56% а насіння 43% [23, с. 130]. Зростання урожайності насіння було зумовлене збільшенням кількості коробочок на одній рослині та кількості насінин в одній коробочці. Так, на варіанті із обробкою насіння біологічним препаратом без внесення добрив середня кількість коробочок з однієї рослини зросла на 10,7%. Збільшилася кількість насіння у одній коробочці, до 6,2 штук або на 8,7%. На фоні сумісного застосування норми добрив $N_{30}P_{60}K_{90}$ та препарату приріст кількості коробочок склав 57%, а середньої кількості насінин в коробочці 31,5% [23, с. 129]. Високу результативність зумовлювало достатнє зволоження, що сприяло не тільки повнішому засвоєнню мінеральних добрив але й високій біологічній активності ґрунту.

В умовах Західного Лісостепу України на дерново-глибоко-карбонатних легкосуглинкових ґрунтах одноразове внесення біостимулятора росту Азотофіт-р у нормі 0,1 л/га у баковій суміші із гербіцидом по вегетації культури, забезпечувало приріст насіння льону олійного порівняно із контролем на 10,8%. На варіанті із внесенням бакової суміші Азотофіт-р 0,1 л/га та біоінсектицидом Бітоксисабацилін 10 л/га урожайність культури склала 14,1 ц/га а приріст, порівняно з контролем, склав 17,5%. Внесення біопрепаратів сприяло збільшенню індивідуальної продуктивності – маси тисячі насінин, кількості коробочок на рослині та кількості насінин у коробочці. На варіанті застосування стимулятора росту Азотофіт-р висота рослин зростала на 7% а при сумісному застосуванні із Бітоксисабациліном на 10% [19, с. 297].

Дослідники Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН в ґрунтово-кліматичних умовах Західного Лісостепу встановили позитивний вплив мікологічних препаратів: Мікоаплай на основі асоціації ендомікоризних грибів *Glomus intraradices*, *Glomus luteum*, *Glomus etunicatum*, *Glomus claroideum*, і препарату Триховерин на основі штаму грибу *Trichoderma viride*, та препарату із групи гуматів Рокогумін на продуктивність льону олійного [24, с. 39]. Використання для обробки насіння препарату Мікоаплай (40 г/т) забезпечило прибавку урожаю на 5,2%, Триховерин (1,5 л/т) на 3,1%, а Рокогумін (2 л/т) на 8,8%. Водночас дворазове застосування препарату Рокогумін при обробці насіння із нормою

2 л/т та позакореневе підживлення у фазі «ялинки» нормою 4 л/га збільшило урожай насіння на 12,1% та соломи на 15,8%. Встановлено збільшення кількості коробочок на рослині відповідно на 12% при одноразовому внесенні та 22,5% при дворазовому застосуванні. Проте дослідниками не встановлено впливу на такі показники як висота рослин, маса тисячі насінин та олійність. Слід зазначити, що варіант із внесенням мінеральних добрив нормою $N_{30}P_{30}K_{30}$ забезпечив найвищий вихід олії 0,76 т/га, та різке підвищення виробничих витрат.

В умовах Західного Лісостепу, при вирощуванні льону олійного на сірому лісовому поверхнево оглеєному ґрунті, обробка насіння стимулятором росту Вітазим та мікродобривом зі стимулюючою дією Спектрум Аскостарт підвищила польову схожість на 4,5-5,3% та подовжувала тривалість фаз «ялинка» та бутонізація. Таке їх застосування мало переваги щодо обробки рослин у фазу «ялинка», де урожайність була на 0,08 та 0,03 т/га вищою. Зміна урожайності відбувалась переважно за рахунок збільшення середньої кількості коробочок із однієї рослини на 3,6-5,1 шт, тоді як маса тисячі насінин змінювалась у межах похибки [25, с. 187]. Дослідники встановили пригнічення розвитку антракнозу при використанні препаратів Вітазим (1,0 л/т+1,0 л/га); Еколайн Бром Преміум (1,0 л/га); Еколайн універсальний Ріст Аміно (2,0 л/га); Спектрум Аскостарт (4,0 л/т), а технічна ефективність їх використання складала 31,3-41,0%. Обробка посівів льону олійного сорту Водограй у фазу «ялинка» комплексними добривами забезпечувала підвищення урожайності на 6,8-7,8%.

Позитивний вплив біопрепаратів на продуктивність льону низького встановлений також в більш посушливих умовах, у зоні Південного Степу України. Зокрема застосування препаратів Екофосфорин та Азофосфорин, які містять, у різних комбінаціях штами асоціативних азот-фіксуєючих бактерій *Azotobacter chroococcum*, *Azotobacter vinelandii* та *Agrobacterium radiobacter*, та штам фосфат-мобілізуєючих ґрунтових бактерій *Bacillus megaterium*, виявило їх ріст-стимулюючу дію та позитивний вплив на урожайність [26, с. 64]. Обробка Азофосфорином насіння не тільки збільшила урожайність насіння на 12,5% а й підвищила вміст олії на 0,4 пункти. Позитивний вплив встановлено дослідниками також за обробки вегетуючих рослин. Олійність насіння порівняно з контролем зростала на 1,3 пункти а урожайність на 9,3% до 0,7 т/га. Вагоміших результатів вдалося досягнути при системному застосуванні Азофосфोरину шляхом обробки насіння із розрахунку 100 мл/га та обробки фоліарно у фазу «ялинка» нормою 1 л/га. Дворазове застосування підвищило урожайність насіння до 0,85 т/га, однак не мало істотного впливу на олійність насіння. В цьому дослідженні застосування Екофосфोरину для передпосівної обробки насіння забезпечувало підвищення урожайності на 34,3% та збільшення олійності на 0,5 пункти. Водночас застосування комплексного органіко-біологічного препарату Біо-гель для передпосівної обробки насіння підвищило урожайність до 0,99 т/га, що становить 55%. Олійність при цьому зростала на 0,8 пункти. Варіанти листового підживлення у фазу ялинки а також обробка насіння + фоліарне внесення, забезпечивши приріст урожаю 42% і 47% відповідно, не позначились на олійності насіння. На думку дослідників таке підвищення врожайності зумовлено покращенням як азотного так і фосфорного живлення рослин, та посиленням біологічної активності ґрунту.

В умовах Південного Степу України на чорноземах звичайних, дослідники Заєць С.О., Мельник М.А., вивчали вплив біопрепаратів асоціативної азотфіксації, фосфат-мобілізації та фунгіцидно-інсектицидної дії на сорти льону олійного Орфей і Живинка. Обробка насіння та внесення у фазу «ялинки» препарату Екофосфорин забезпечило збільшення урожайності сорту Орфей на 12%, а сорту

Живинка на 14%. Дворазове застосування Екофосфору + інсекто-фунгіциду Біоспектр забезпечувало підвищення урожайності сортів відповідно на 16% та 19%. Дослідження демонструє наявність сортових особливостей реакції льону олійного на використання біопрепаратів у системі живлення культури [27, с. 37].

У більшості господарств технологія вирощування льону олійного забезпечується за залишковим принципом, тоді як його урожайність за дотриманих інтенсивних технологій підвищується у двічі і більше, перш за все при забезпеченні йому належної системи живлення [28].

Аналіз наявних наукових джерел свідчить, що в умовах високих та стабільно зростаючих цін на мінеральні добрива існує потреба пошуку альтернативних заходів, насамперед активізація природних ґрунтових процесів. Таким є рух до широкого застосування у виробництві мікробних препаратів: асоціативної азотфіксації та фосфат-мобілізації для поліпшення живлення; мікологічних препаратів на основі грибів роду Триходерма та енто-мікоризоутворюючих грибів що здатні збільшувати асиміляційну поверхню кореневої системи покращувати живлення рослини; препарати із групи гуматів, що здійснюють ріст-стимулюючий вплив. Культура льону олійного та технологія його вирощування, особливо харчового призначення, є сприятливою для запровадження зазначених елементів біологізації. Велика кількість таких препаратів, широкий спектр їх впливу та строкатість господарських умов потребують їх глибокого дослідження. Така наукова робота проводиться в Одеському державному аграрному університеті із використанням вітчизняної методики [29 с. 393; 30 с. 10, 57]. Здійснені нами у лабораторії рослинної діагностики і насінневої експертизи попередні дослідження продемонстрували позитивний вплив біологічних препаратів у ювенільний період онтогенезу. Важливо, що обробка насіння льону гірших посівних якостей мала більш виражений вплив на схожість, тоді як їх застосування на насінні високих посівних кондицій була менш вираженою та мала істотніший вплив на енергію проростання. Такі результати свідчать про доцільність перенесення таких досліджень у польові умови та можливість коригування посівних якостей насіння шляхом застосування біологічних засобів.

Польові випробування біологічних препаратів різного складу та прояву впливу проводяться на науковій базі Хлібодарської ДСДС Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН в межах органічної сівозміни.

Висновки. Наукові дослідження проведені у різних ґрунтово-кліматичних умовах свідчать про високу ефективність застосування сучасних препаратів біологічного походження при вирощуванні польових культур та льону олійного. Вони проявляють позитивний вплив на процеси росту, розвитку, підвищують стійкість рослин до екстремальних факторів та позитивно впливають на урожайність та якість насіння. Проте застосування таких препаратів в посушливих умовах Півдня України має значні відмінності, а наукової інформації що до їх використання у літературі є вкрай мало. Оскільки насіння льону є цінним органічним продуктом, напрямок біологізації технології вирощування льону олійного є актуальним та має велику перспективу, потребуючи відповідного наукового забезпечення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Zhen Xing, Tang. Flaxseed oil: extraction, health benefits and products. Quality Assurance and Safety of Crops & Foods. 2021. No 13(1). P. 1–19.
2. Stavropoulos P., Mavroeidis A., Papadopoulos G., Roussis I., Bilalis D., Kakabouki I. On the Path towards a “Greener” EU: A Mini Review on Flax (*Linum usitatissimum* L.) as a Case Study. Plants. 2023. No 12. P. 1–13.

3. Gorach O. O. Current state of production and prospects of the use of oily flax in the food industry. Intellectual and technological potential of the XXI century. Monograph. 2023. No 1. P. 41–59.
4. Державна служба статистики України. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення 12.10.2024).
5. Моргун В.В., Коць С.Я. Роль біологічного азоту в азотному живленні рослин. Вісник НАН України. 2018. No 1. С. 62–74.
6. Слободянюк С.В. Особливості формування продуктивності сочевиці залежно від інокуляції та позакореневого підживлення в умовах Лісостепу України: дис. д-ра філософії. Київ. 2021. 195 с.
7. Compant S., Duffy B., Nowak J., Clément C., Barka E. A. Use of plant growth-promoting bacteria for biocontrol of plant diseases: principles, mechanisms of action, and future prospects. *Appl. Environ. Microbiol.* 2005. No 71. P. 4951–1959.
8. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. URL: <https://mepr.gov.ua/upravlinnya-vidhodamy/derzhavnyj-reyestr-pestytsydiv-i-agrohimikativ-dozvolenyh-do-vykorystannya-v-ukrayini/> (дата звернення 22.01.2025).
9. Шевченко Н.В. Вплив технологічних прийомів вирощування на продуктивність гібридів кукурудзи для виробництва біоетанолу в умовах Лісостепу Правобережного: дис. к-та с.г. наук. Кам'янець-Подільський, 2018. 209 с.
10. Степ'як Т.І. Фосформобілізуючі бактерії та їх роль у формуванні врожайності ріпаку озимого. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2010. No 52. С. 114–120.
11. Чайковська Л.О. Ефективність поєднаного використання біопрепаратів на основі фосфатмобілізуючих бактерій та мінеральних добрив при вирощуванні зернових на Півдні України. Сільськогосподарська мікробіологія. 2011. No 13. С. 52–58.
12. Bharat Bhanwariya, Manohar Ram, Narendra Kumawat, Rakesh Kumar. Influence of fertilizer levels and biofertilizers on growth and yield of linseed (*Linum usitatissimum* L.) under rainfed condition of South Gujarat. *Journal Madras Agric.* 2013. No 100 (4-6). P. 403–406.
13. Subhash Reddy R., Triveni S., Damodara chari K. Biofertilizers for sustainable production in oil seed crops. *Scholars Journal of Agriculture and Veterinary Sciences.* 2016. No 3(6). P. 435–441.
14. Мікориза у боротьбі з ґрунтовими бактеріозами і гнилями. СуперАгроном. URL: <https://superagronom.com/articles/391-mikoriza-u-borotbi-z-gruntovimi-bakteriozami-i-gnilyami/> (дата звернення 12.01.2025).
15. Parameswari K., Hemalatha M., Kishori B. Isolation, screening, and molecular characterization of plant growth promoting rhizobacteria isolates of *Azotobacter* and *Trichoderma* and their beneficial activities. *Journal of Natural Science, Biology and Medicine.* 2015. No 6. P. 360–363.
16. Hashimova A. Impact of biohumus and manure on the economic efficiency of winter wheat in the production of ecologically pure products. *Transactions of the Institute of Molecular Biology & Biotechnologies, MSE AR.* 2024. vol. 8. No 1. P. 55–59.
17. Євтушенко О.Т., Скок С.В. Вплив рістрегулюючих препаратів на ріст і розвиток сільськогосподарських культур. Вісник Сумського національного аграрного університету. 2023. No 1 (51). С. 53–63.
18. Терновий Ю.В., Городиська І.М., Ліщук А.М., Драга М.В., Вдовиченко А.В. Вплив біологічних препаратів на урожайність та посівні якості гороху посівного за органічного насінництва. Агроекологічний журнал. 2021. No 3. С. 72–81.
19. Думич В. Дослідження ефективності застосування біопрепаратів у технології вирощування льону олійного / В. Думич// Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: зб. наук. пр. УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. Випуск 24 (38). Дослідницьке, 2019. С. 296–301.

20. Терновий Ю.В., Теличко Л.П. Біологічні препарати, як елемент екологічно безпечної технології вирощування кукурудзи цукрової. Збалансоване природоко-ристування. 2020. № 1. С. 108–114.

21. Шита О.В., Екологічне обґрунтування захисту картоплі (*Solanum tuberosum* L.) від шкідливих організмів у Лісостепу України: дис. к-та с.г. наук. Київ, 2021. 194 с.

22. Сторчоус І. Біологічний метод контролю бур'янів – зарубіжний та вітчизняний досвід. Пропозиція. 2017. Спецвипуск. С. 16–20.

23. В'юнцов С. М. Формування продуктивності льону-довгунця залежно від застосування мікробного препарату Поліміксобактерин. Рослинництво, плодоовочівництво та кормовиробництво: Вісник ЖНАЕУ. Випуск 1 (53). Житомир. 2016. С. 125–131.

24. Шувар А. М., Рудавська Н. М., Дорота Г. М., Беген Л. Л., Тимчишин О. Ф., Тимків М. Ю. Особливості формування ефективних агроценозів льону олійного за органічного виробництва. Вісник аграрної науки. 2021. № 6 (819). С. 34–41.

25. Шувар А., Сало Я. Застосування комплексних мікродобрих та біопрепаратів за органічного виробництва льону олійного. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2021. № 29(43). С. 184–194.

26. Сябрук Т. А., Коновалова В. М., Левенець Т. П., Рудік О. Л. Вплив біологічних препаратів на продуктивність льону олійного в умовах Південного Степу України. Сільськогосподарська мікробіологія. Вип. 34. Херсон. 2021. С. 61–68.

27. Засць С.О., Мельник М.А. Врожайність льону олійного залежно від агрометеорологічних умов року та застосування мікробіологічних препаратів. Аграрні інновації. 2024. № 26. С. 34–40.

28. Технологія вирощування органічного льону. СуперАгроном. 2020. URL: <https://superagronom.com/cards/tehnologiya-viroshchuvannya-organichnogo-lonu-z-dosvidu-svarog-vest-grup-id18452>.

29. Лотоцький О.В., Куліджанов Е.В. Вплив біо-препаратів на енергію проростання та схожість насіння льону-олійного. Збірник матеріалів IV Міжнародної науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників та молодих науковців «Актуальні аспекти розвитку науки і освіти». Одеса. 2024. С. 392–394.

30. Держспоживстандарт України. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. ДСТУ 4138-2002. Київ. 2003. 170 с.

УДК 63.633.1:632.95:338.43

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.2.11>

ЕКОНОМІКА ЗАСТОСУВАННЯ ПРЕПАРАТІВ ДЛЯ ЗАХИСТУ РОСЛИН ВІД ШКІДНИКІВ

Семенов С.С. – аспірант лабораторії захисту рослин,
Державна установа Інститут зернових культур
Національної академії аграрних наук

Кукурудза та сорго характеризуються універсальністю використання і мають надзвичайно високий продуктивний потенціал, тому вважаються одними з найважливіших культур у сучасному землеробстві. Водночас подальшому зростанню рівня їх урожайності перешкоджає низка шкідників, контролювання яких передбачає застосування заходів хімічного впливу, що ґрунтуються на засадах економічної доцільності та екологічної безпеки.

Мета нашої роботи – провести економічну оцінку ефективності системи захисту рослин від фітофагів препаратами різного спектру дії в умовах північного Степу України.

З погляду стального контролювання ґрунтових шкідників і створення належних передумов для реалізації продуктивного потенціалу зернових культур перевагу мала технологічна схема, яка передбачала протруювання насіння баковою сумішшю партнерів: Круїзер 350 FS + Максим XL 035 FS + Вермістим (урожайність кукурудзи – 6,53 т/га, сорго – 6,55 т/га). Рослини, оброблені Карате Зеон 050 CS окремо або сумісно з РР Вермістим (майданчики з непроструєним насінням), сформували суттєво менший урожай: кукурудза – 5,22–5,30 т/га, сорго – 5,52–5,81 т/га. Найкращий кінцевий результат отримано за поєднання виокремлених формуляцій з кожної підсистеми захисту агроценозів від фітофагів (кукурудза – 6,91–7,14 т/га, сорго – 6,94–7,27 т/га). Приріст зернової продукції для першої культури досягав 2,28–2,51 т/га (49–54 %), для другої – 2,79–3,12 т/га (67–75 %).

За результатами експериментів з переліку препаратів для захисту насіння, проростків і сходів зернових культур від ґрунтових шкідників та шведської мухи виокремлено інсекто-фунгіцидну суміш (Круїзер 350 FS + Максим XL 035 FS) із додаванням регулятора росту Вермістим. Протруювання посівного матеріалу цією формуляцією забезпечило зниження собівартості основної продукції, порівняно з контролем, на 0,38–0,62 тис. грн/т. У разі обприскування посівів проти попелиць і стеблового метелика більш ефективним було автономне застосування інсектициду Карате Зеон 050 CS. Найвищий рівень рентабельності виробництва зерна кукурудзи (180,3 %) і сорго (144,4 %) отримано за комбінованої системи захисту посівів від основних фітофагів, що включає токсикацію насіння баковою сумішшю у складі Круїзер 350 FS + Максим XL 035 FS + Вермістим, поєднаною з вегетативною обробкою стеблостою Карате Зеон 050 CS.

Ключові слова: кукурудза, сорго, шкідники, препарати, урожайність, собівартість зерна, рентабельність виробництва.

Semenov S.S. Economics of using pest control products

Corn and sorghum are characterized by their versatility and extremely high productive potential, and are therefore considered to be among the most important crops in modern agriculture. At the same time, a number of pests hinder further growth in their yields, and their control requires the use of chemicals based on economic feasibility and environmental safety.

The aim of our work is to conduct an economic assessment of the effectiveness of the plant protection system against phytophages with drugs of different spectrum of action in the northern Steppe of Ukraine.

From the point of view of sustainable control of soil pests and creation of appropriate preconditions for realization of the productive potential of grain crops, the technological scheme that involved seed treatment with a tank mixture of partners had an advantage: Cruiser 350 FS + Maxim XL 035 FS + Vermistim (corn yield – 6.53 t/ha, sorghum yield – 6.55 t/ha). Plants treated with Karate Zeon 050 CS alone or in combination with Vermistim PP (areas with untreated

seeds) formed a significantly lower yield: corn – 5.22-5.30 t/ha, sorghum – 5.52-5.81 t/ha. The best final result was obtained by combining the selected formulations from each subsystem of protection of agrocenoses from phytophages (corn – 6.91-7.14 t/ha, sorghum – 6.94-7.27 t/ha). The increase in grain production for the first crop reached 2.28-2.51 t/ha (49-54%), for the second – 2.79-3.12 t/ha (67-75%).

According to the results of the experiments, an insect-fungicide mixture (Cruiser 350 FS + Maxim XL 035 FS) with the addition of the growth regulator Vermistim was selected from the list of preparations for protecting seeds, seedlings and seedlings of cereals from soil pests and Swedish flies. Seed treatment with this formulation provided a reduction in the cost of the main product, compared to the control, by 0.39-0.62 thousand UAH/t. In the case of spraying crops against aphids and stem butterflies, the autonomous use of the insecticide Karate Zeon 050 CS was more effective. The highest level of profitability of corn (180.3%) and sorghum (144.4%) production was obtained with a combined system of crop protection against major phytophages, including seed toxicity with a tank mixture consisting of Cruiser 350 FS + Maxim XL 035 FS + Vermistim, combined with vegetative treatment with Karate Zeon 050 CS.

Key words: corn, sorghum, pests, drugs, yield, grain cost, production profitability.

Постановка проблеми. Сьогодні пріоритети землеробства спрямовані на раціональне використання матеріально-технічних засобів, тобто домінує економічний підхід при визначенні доцільності вирощування певних культур, сортів і гібридів, застосування тих чи інших систем, технологій, окремих агроприйомів. Доводиться ретельно аналізувати ситуацію і враховувати ризики стосовно можливого недобору врожаю, коливання закупівельних цін, ускладнення логістики, зростання вартості пального, добрив, пестицидів – чинників, які безпосередньо впливають на прибутковість і рентабельність виробництва.

Впровадження новітніх технологій вирощування зернових культур передбачає оптимізацію складових системи хімічного захисту рослин від небезпечних об'єктів шляхом використання оригінальних та менш токсичних препаратів, мінімізації кількості обробок, поєднання різних продуктів, проведення ретельного моніторингу та оцінки загроз. У підсумку це дозволяє послабити пестицидний тиск на довкілля, підвищити врожайність, покращити якість продукції та базові економічні показники виробництва.

Мета нашої роботи – провести економічну оцінку ефективності системи захисту рослин від фітофагів препаратами різного спектру дії в умовах північного Степу України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вирішення проблем, пов'язаних із забезпеченням населення продуктами харчування і поповненням різноманітними компонентами раціонів тварин, обумовлює необхідність розширення посівних площ і збільшення валових зборів зерна кукурудзи та сорго. В свою чергу, сталий розвиток галузі рослинництва передбачає інтенсифікацію робочих процесів і зростання витрат на проведення технологічних операцій. Згідно розрахунків, у зоні Степу для виробництва зерна в обсягах 30–35 млн. тонн потреба в ресурсах орієнтовно складе 67–69 млрд. грн. При цьому витрати на проведення механізованих робіт будуть становити 26–27 %, придбання мінеральних добрив – 23–24 млрд. грн (34–35 %) та засобів захисту рослин – 6,5–7,0 млрд. грн (9,7–10,2 %) [1, 2].

В сучасних умовах підвищення урожайності зернових культур і економічних показників господарювання неможливе без залучення інтелектуального потенціалу вчених та інноваційного спрямування розробок вітчизняної аграрної науки. Науковий продукт за ринкової економіки радикально змінює природу виробництва і є підґрунтям конкурентоздатності підприємства чи фермерства [3].

Економічна ефективність використання інсектицидів, фунгіцидів, регуляторів росту та їх сумішей визначається здатністю контролювати фітофаги з метою збереження урожаю та його якості за мінімальних енергетичних, трудових і фінансових витрат. Це досягається шляхом оптимізації строків, способів і норм внесення препаратів, а також ретельним добром засобів, що відповідають конкретним біотичним загрозам. У разі дотримання вимог і нормативів існує реальна можливість суттєвого підвищення рентабельності виробництва за рахунок отримання додаткових обсягів зерна і зростання його реалізаційної ціни [4, 5].

Як свідчить аналіз літературних джерел, наприклад, допосівне протруювання насіння, за порівняно незначних витрат, є економічно обґрунтованим агроприйомом, який захищає проростки і сходи кукурудзи та сорго від шкідливих організмів і забезпечує досить високу окупність вкладених коштів [6, 7]. При цьому віддача залежить від низки факторів, зокрема погодних умов, культури, тривалості періоду «сівба–сходи», дієвості токсикантів, елементів системи землеробства (сівозміна, обробіток ґрунту, добрива), загального фітосанітарного стану агроценозу тощо [8]. Водночас привертає увагу недостатній обсяг інформації економічної тематики щодо синергетичного ефекту бакових сумішей за посідання хімічних речовин різного призначення. Особливо це стосується зернового сорго.

Постановка завдання. Експериментальна частина роботи виконувалась на дослідному полі ДУ Інститут зернових культур НААН України. Ця територія відноситься до північної частини Степу з недостатнім і нестійким зволоженням. За даними метеостанції м. Дніпро середня багаторічна температура повітря становить 9,5°C, річна сума атмосферних опадів – 539 мм. Гідротермічні умови в роки проведення досліджень (2018–2021) характеризуються як нестабільні, з нерівномірним розподілом елементів погоди в часі. Відносно несприятливим для сорго можна вважати 2019 рік, для кукурудзи – 2020 рік, коли випадання агрономічно корисних дощів не співпадало з проходженням критичних стадій вегетації.

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем звичайний середньосуглинковий повнопрофільний з умістом в орному шарі: гумусу – 3,72 %, валового азоту – 0,20 %, фосфору – 0,12 %, калію – 2,1 %. Нітратним азотом забезпечений на середньому рівні – 13,2 мг/кг, має підвищений вміст рухомих сполук фосфору (P_2O_5) – 145 мг/кг та калію (K_2O) – 115 мг/кг (за Чириковим) [9].

Зернові кукурудза і сорго розміщували після пшениці озимої. Під першу культивування навесні вносили мінеральні добрива з розрахунку $N_{30}P_{30}K_{30}$. Інші елементи технології вирощування культури – загальноприйняті для умов Степу. Схеми дослідів з вивчення ефективності системи хімічного захисту рослин наведені в табл. 1–2. Всі обліки, спостереження та розрахунки проводили відповідно до методики дослідної справи з агрономії та спеціалізованих методик ентомологічного і економічного спрямування [1, 2, 10, 11].

Виклад основного матеріалу дослідження та обговорення. У наших дослідженнях базові показники економічної ефективності токсикації посівного матеріалу кукурудзи та сорго визначались, насамперед, рівнем урожайності зерна, вартістю основної продукції та препаратів. Природно, що рентабельність виробництва, як найбільш об'єктивна характеристика організаційно-технічної і агрономічної прийнятності технологій, зростала у сприятливі і суттєво зменшувалась в неурожайні роки. В середньому за період досліджень цей показник варіював для кукурудзи в межах 130,7–175,3 %, для сорго – 85,3–140,3 відсоткових пункти (табл. 1).

З погляду економічного зиску номенклатурний ряд препаратів для обробки насіння очолила бакова суміш у складі інсектициду Круїзер 350 FS, фунгіциду

Максим XL 035 FS та регулятора росту Вермістим, яка за впливом на прибутковість переважала контроль на 8,44–9,57 тис. грн/га, за рентабельністю – на 44,6–55,0 %. Серед інших варіантів можна виокремити формуляцію, що поєднує фунгіцид та регулятор росту.

Таблиця 1

**Економічна ефективність допосівної обробки
насіння кукурудзи та сорго (2019–2021 рр.)**

№ з/п	Препарати, суміші	Урожайність зерна, т/га	Вартість урожаю, тис. грн/га	Витрати коштів, тис. грн/га		Собівартість зерна, тис. грн/т	Умовний прибуток, тис. грн/га	Рівень рентабельності, %
				всього	в т. ч. вартість препаратів			
Кукурудза								
1	Контроль (без обробки)	4,63	25,47	11,04	–	2,39	14,43	130,7
2	Круїзер 350 FS (інсектицид)	5,99	32,95	12,59	0,49	2,10	20,36	161,6
3	Максим XL 035 FS (фунгіцид)	5,79	31,85	12,22	0,13	2,11	19,63	160,6
4	Вермістим (регулятор росту)	5,45	29,98	11,94	0,11	2,19	18,04	151,1
5	Максим XL 035 FS + Вермістим	6,06	33,33	12,49	0,24	2,06	20,84	166,8
6	Круїзер 350 FS + Максим XL 035 FS + Вермістим	6,53	35,92	13,05	0,73	2,00	22,87	175,3
Сорго								
1	Контроль (без обробки)	4,15	20,75	11,20	–	2,70	9,55	85,3
2	Круїзер 350 FS (інсектицид)	5,62	28,10	12,35	0,28	2,20	15,73	127,2
3	Максим XL 035 FS (фунгіцид)	5,12	25,61	12,04	0,25	2,35	13,57	112,7
4	Вермістим (регулятор росту)	5,03	25,15	11,84	0,11	2,35	13,31	112,4
5	Максим XL 035 FS + Вермістим	6,07	30,34	13,01	0,36	2,14	17,33	133,2
6	Круїзер 350 FS + Максим XL 035 FS + Вермістим	6,55	32,75	13,63	0,64	2,08	19,12	140,3

Агроприйом обприскування посівів за дотичністю до процесу формування продуктивності зернових культур, а відповідно й до економіки виробництва,

поступався допосівному протруюванню насіння. Це пояснюється, по-перше, різницею у нормах і вартості хімікатів, яка сукупно майже вдвічі більша за вегетативної обробки рослин. Водночас зростають витрати, безпосередньо пов'язані з операцією внесення розчинів. По-друге, досить складно визначити прийнятні (оптимальні) терміни проведення польових робіт внаслідок особливостей біології різних шкідників. Орієнтація виключно на економічні пороги шкідливості (ЕПШ) може призводити до помилок в оцінюванні можливих ризиків та в ухваленні відповідних рішень. Варто зазначити, що ЕПШ – досить умовний критерій, який залежить від сільськогосподарської культури, фази розвитку рослин, планової урожайності, наявних інсектицидів, прогнозу погоди тощо. Тому, згідно наукових публікацій, до прикладу, поріг економічної ефективності застосування препаратів для контролювання стеблових метелика і бавовникової совки на кукурудзі може становити від 5 до 30 гусениць на 100 рослин [12].

За нашими даними у разі обприскування посівів найнижча собівартість зерна кукурудзи (2,24 тис. грн/т) і зерна сорго (2,30 тис. грн/т), а також найвищий рівень рентабельності (відповідно 145,2 та 117,0 %) отримані на фоні використання окремо інсектициду Карате Зеон 050 CS (0,2 л/га). Внесення РР Вермістим (10 л/га) автономно та сумісно з Карате Зеон 050 CS за показником рентабельності поступалися кращому варіанту на 8,8–16,7 % (кукурудза) і 4,3–6,6 % (сорго).

Диференціація різних препаратів і сумішей, а також різних типів обробки в системі хімічного захисту зернових культур від шкідників помітно впливає на формування складових економічної ефективності технологій, що засвідчує наявність резервів для підвищення результативності фінансово-господарської діяльності агропідприємств різної форми власності.

За розрахунками (табл. 2) найліпші економічні показники забезпечила комбінована система хімічного захисту агроценозів кукурудзи та сорго від основних фітофагів, що ґрунтується на інкрустації насіння баковою сумішшю партнерів: Круїзер 350 FS + Максим XL 035 FS + Вермістим, поєднаною з обприскуванням посівів Карате Зеон 050 CS. Запропонована схема дозволяє убезпечити насіння, проростки, сходи і дорослі рослини від надмірного негативного впливу шкідників, піднявши рівень рентабельності зерновиробництва з 85,3–130,7 % на контролі (природний агрофон) до позначки 144,4–180,3 відсоткові пункти.

Економічна ефективність досліджуваних агроприймів зростала у разі максимального співпадіння строків вегетативної обробки посівів з масовим заселенням попелиць і відродженням гусениць стеблових кукурудзяного метелика, натомість була меншою за аномальних явищ погоди, коли дія хімічних продуктів нівелювалась проявом злив, буревію, ерозійно-міграційних процесів.

Висновки. З переліку препаратів для захисту насіння, проростків і сходів зернових культур від ґрунтових шкідників та шведської мухи виокремлено інсекто-фунгіцидну суміш (Круїзер 350 FS + Максим XL 035 FS) із додаванням регулятора росту Вермістим. Протруювання посівного матеріалу цією формуляцією забезпечило зниження собівартості основної продукції, порівняно з контролем, на 0,38–0,67 тис. грн/т. У разі обприскування посівів проти попелиць і стеблових метелика більш ефективним було автономне застосування інсектициду Карате Зеон 050 CS. Найвищий рівень рентабельності виробництва зерна кукурудзи (180,3 %) і сорго (144,4 %) отримано за комбінованою системою захисту посівів від основних фітофагів, що включає токсикацію насіння баковою сумішшю у складі Круїзер 350 FS + Максим XL 035 FS + Вермістим, поєднаною з вегетативною обробкою стеблостою Карате Зеон 050 CS.

Таблиця 2

**Ефективність комбінованої системи захисту зернових кукурудзи та сорго
від фітофагів (2019–2021 рр.)**

№ з/п	Препарати, суміші (обробка посівів)	Урожайність зерна, т/га	Вартість урожаю, тис. грн/га	Витрати коштів, тис. грн/га		Собівартість зерна, тис. грн/т	Умовний прибуток, тис. грн/га	Рівень рентабельності, %
				всього	в т. ч. вартість препаратів			
Кукурудза								
1	Контроль (без обробки)	4,63	25,47	11,04	–	2,39	14,43	130,7
2	Карате Зеон 050 CS (інсектицид)	6,91	38,01	13,56	1,42	1,96	24,45	180,3
3	Вермістим (регулятор росту)	6,54	35,97	13,40	1,50	2,09	22,57	168,4
4	Карате Зеон 050 CS + Вермістим	7,14	39,27	14,34	2,19	2,01	24,93	173,8
Сорго								
1	Контроль (без обробки)	4,15	20,75	11,20	–	2,70	9,55	85,3
2	Карате Зеон 050 CS (інсектицид)	6,94	34,70	14,20	1,32	2,05	20,50	144,4
3	Вермістим (регулятор росту)	6,74	33,70	14,16	1,41	2,10	19,54	138,0
4	Карате Зеон 050 CS + Вермістим	7,27	36,35	15,10	2,10	2,08	21,25	140,7

Примітка. Комбінована система захисту рослин поєднувала обприскування посівів та протруювання насіння баковою сумішшю у складі: Круїзер 350 FS + Максим XL 035 FS + Вермістим

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Нормативно–методичний довідник по обґрунтуванню виробничих затрат в зерновому господарстві Степу України / За ред. А. В. Черенкова, В. С. Рибки. ДУ Інститут зернових культур НААН України. Дніпро, 2017. 243 с.
2. Компанієць В.О., Ляшенко Н.О., Крамарьов О.С. та ін. Нормативи оптимальних трудових, грошово-матеріальних та енергетичних витрат на вирощування основних видів зернових культур. Дніпро: ДУ Інститут зернових культур НААН України, 2019. 32 с.
3. Волощук І.С., Волощук О.П., Глива В.В., Пащак М.О. Економічна ефективність виробництва зерна кукурудзи за різних агротехнічних заходів вирощування. Зернові культури. 2022. Т.6. № 1. С. 148–159.
4. Наукові основи ефективності використання виробничих ресурсів у різних моделях технологій вирощування зернових культур: моногр. / В.Ф. Камінський та ін. Київ: Видавничий дім Вініченко, 2017. 580 с.

5. Пащенко Ю.М. Теоретичне і практичне обґрунтування концепції ресурсозбереження в технології вирощування кукурудзи в Степу України: дис. ... доктора с.-г. наук : 06.01.09. Дніпропетровськ, 2008. 365 с.
 6. Гирка Т.В. Шкідливість дротяників на сходах кукурудзи залежно від гібрида, строків сівби та передпосівної обробки насіння. Бюл. Ін-ту зерн. госп. УААН. Дніпропетровськ, 2009. № 37. С. 103–107.
 7. Гуляк Н.В. Особливості захисту кукурудзи від основних шкідників в Північному Лісостепу України: дис...к-та с.-г.наук: 16.00.00/ Ін-т зах-ту рослин НААН. Київ, 2011. 193 с.
 8. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України / Редкол.: М.В. Зубець, А.М. Малієнко, Б.С. Носко та ін. Київ: Аграрна наука, 2010. 986 с.
 9. Полупан М. І., Соловей В. Б., Кисіль В. І., Величко В. І. Атлас ґрунтів Української РСР. К.: Урожай, 1979. 156 с.
 10. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А. Методика польового досліджу: навчальний посібник. Одеса: Олді Плюс+, 2024. 448 с.
 11. Методики випробування і застосування пестицидів / за ред. С. О. Трибеля. Київ: Світ, 2001. 437 с.
 12. Кандул І. Вдаримо по шкідниках моніторингом. Агробізнес Сьогодні. 2023. № 11–12. С. 47–48.
-

УДК 631.53:633.34

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.2.12>

СВІТОВІ ТЕНДЕНЦІЇ ВИРОБНИЦТВА НУТУ: ДОСВІД РЕГІОНІВ ТА ПЕРСПЕКТИВИ УКРАЇНИ

Сидякіна О.В. – к.с.-г.н., доцентка,
доцентка кафедри рослинництва та агроінженерії,
Херсонський державний аграрно-економічний університет

Гамаюнова В.В. – д.с.-г.н., професорка,
завідувачка кафедри землеробства, геодезії та землеустрою,
Миколаївський національний аграрний університет

Площі посівів нуту у світі за період 2000–2022 рр. зросли з 10,165 до 14,811 млн га або на 45,7%. Понад 85% посівів зосереджено в Азії, з найбільшими площами в Індії, Пакистані та Туреччині. Зростання площ посівів у Європі свідчить про зміцнення позицій нуту на європейському ринку завдяки його численним перевагам та зростаючому попиту. В Україні максимум площ (2018 р.) змінився на рекордно низький рівень у 2022 р. через бойові дії на півдні країни та відсутність сертифікованих засобів захисту рослин.

Значні коливання посівних площ вплинули на обсяги виробництва нуту в Україні, які у 2022 р. становили лише 41,3 тис. тонн, тоді як у 2018 р. визначено їх максимум – 535,6 тис. тонн. Світове виробництво нуту за період 2000–2022 рр. зросло з 8,037 до 18,095 млн тонн, або більше, ніж удвічі. При цьому на частку Азії припадало 73,3–90,3%, тобто даний регіон був і залишається найбільшим виробником нуту у світі. Поступове зростання обсягів виробництва характерне для країн Африки, більш інтенсивне – для країн Океанії та Європи. Виробництво нуту в країнах Америки за роками вирощування мало нестабільний характер, але з чіткою тенденцією до зростання. Серед країн-лідерів стабільне зростання обсягів виробництва нуту за досліджуваний період демонструє Індія. У Пакистані і Туреччині, незважаючи на деякі коливання за роками вирощування цієї культури, відбувається їх скорочення.

Урожайність нуту у світі за період 2000–2022 рр. зросла з 0,79 до 1,22 т/га, в основному за рахунок країн Африки та Океанії. Найнижчий рівень урожайності нуту із регіонів світу отримували в Азії та Європі. У країнах Америки він був достатньо високим, але з різкими коливаннями за роками вирощування. Серед найбільших країн-виробників лідером за врожайністю нуту була і залишається Туреччина. Урожайність нуту в Україні демонструє загальну позитивну тенденцію до зростання, але при цьому суттєво поступається країнам Африки, Америки та Океанії, що свідчить про значний потенціал України для подальшого розвитку виробництва нуту та важливість постійного вдосконалення елементів агротехнології вирощування цієї культури.

Ключові слова: нут, зернобобові культури, площі посівів, урожайність, обсяги виробництва.

Sydiakina O.V., Hamajunova V.V. Global trends in chickpea production: regional experience and prospects for Ukraine

The area under chickpea cultivation worldwide increased from 10.165 to 14.811 million hectares between 2000 and 2022, or by 45.7%. Over 85% of the cultivation is concentrated in Asia, with the most significant areas in India, Pakistan, and Turkey. The growth of European cultivation areas indicates the strengthening of chickpea's position in the European market due to its numerous advantages and increasing demand. In Ukraine, the maximum area (in 2018) changed to a record low level in 2022 due to military actions in the south of the country and the lack of certified plant protection products.

Significant fluctuations in cultivated areas affected chickpea production volumes in Ukraine, which amounted to only 41.3 thousand tons in 2022, while in 2018, they reached a maximum of 535.6 thousand tons. Global chickpea production increased from 8.037 to 18.095 million tons between 2000 and 2022, more than doubling. Asia accounted for 73.3% to 90.3% of

this production, making it the largest producer of chickpeas in the world. Gradual growth in production volumes is characteristic of African countries, while more intensive growth is observed in Oceanic and European countries. Chickpea production in American countries has shown unstable characteristics over the years but with a clear upward trend. Among leading countries, India demonstrates stable growth in chickpea production volumes during the studied period. In Pakistan and Turkey, despite some fluctuations over the years of cultivation of this crop, there has been a decline.

Chickpea yields worldwide increased from 0.79 to 1.22 tons per hectare between 2000 and 2022, primarily due to African and Oceanic countries. The lowest yield levels among world regions were recorded in Asia and Europe. In American countries, yields were quite high but exhibited sharp fluctuations over the years of cultivation. Among the largest-producing countries, Turkey has been and remains the leader in chickpea yield. Chickpea yield in Ukraine shows a generally positive trend towards growth; however, it significantly lags behind African, American, and Oceanic countries, indicating Ukraine's considerable potential for further development of chickpea production and the importance of continuous improvement of agrotechnology for growing this crop.

Key words: chickpeas, leguminous crops, cultivated areas, yield, production volumes.

Постановка проблеми. Сучасні реалії розвитку аграрного сектору спрямовують агровиробників на адаптацію структури посівних площ до вирощування таких культур, які б відповідали викликам, пов'язаним із глобальними змінами клімату, зокрема з підвищенням температури та зростанням посушливості. Саме тому виробники рослинницької продукції все більше уваги приділяють посухостійким культурам, які можуть забезпечити продовольчу безпеку населення в умовах воєнного стану та одночасно врахувати геостратегічні пріоритети України в політичній, економічній та екологічній сферах [1]. Важливе значення при цьому відводиться посухостійким культурам зернобобової групи, зокрема нуту, як джерелу високоякісного білка, вуглеводів, клітковини, мінеральних сполук та вітамінів. Ґрунтово-кліматичні умови України є досить сприятливими для вирощування нуту, і особливо в посушливих регіонах, в умовах недостатнього зволоження та високого температурного режиму [2]. Тому аналіз корисних властивостей нуту, сучасного стану його виробництва та доцільності розширення площ посівів під цією зернобобовою культурою є актуальним питанням сьогодення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Нут (*Cicer arietinum* L.) – зернобобова культура продовольчого та кормового призначення. Його широко використовують в якості сировини для консервної та харчової промисловостей. Поживна цінність нуту перевершує такі зернобобові культури, як соя, горох і квасоля. За вмістом білка нут дещо поступається іншим зернобобовим культурам, проте за його якістю (складом амінокислот, вмістом незамінних амінокислот, особливо метіоніну і триптофану, перетравністю) – значно перевершує їх [3].

З точки зору продовольчої безпеки, білки нуту демонструють високу біологічну активність, містять достатню кількість незамінних амінокислот і характеризуються доброю засвоюваністю. М'який смак і світлий відтінок роблять їх придатними для використання в нових продуктах, таких як, наприклад, локшина, хліб і хлібобулочні вироби, печиво і ковбаси. Білки нуту, особливо їх гідролізати, можуть стати перспективною альтернативою для більш широкого застосування в якості функціональних інгредієнтів. Білок нуту характеризується низкою переваг, включаючи значні обсяги виробництва, доступну ціну, оптимальний баланс незамінних амінокислот, високу біодоступність та меншу алергенність у порівнянні з соєвим насінням [4].

Зерно нуту характеризується високими кулінарними якостями. Окрім високоякісного білка, воно містить значну кількість жиру, мінеральних речовин і вітамінів,

зокрема провітамін А (каротину). За вмістом жиру нут перевершує такі зернобобові культури, як сочевиця, квасоля і горох, а також такі злакові культури, як пшениця і рис [5].

Поживні речовини нуту легко засвоюються, що дозволяє використовувати його в якості альтернативи м'ясу. Для задоволення продовольчих потреб вирощують переважно білонасіннєві сорти, які добре розварюються. Їх зерно містить 25–34% білка, 47–60% безазотистих екстрактивних речовин, 4,2–7,2% жиру, 2,3–4,9% золи. Із нього виготовляють консерви, кондитерські вироби, сурогати кави та різноманітні страви. Підсмажене зерно за смаком нагадує горіхи. Під час приготування їжі нут можна комбінувати з різними овочами, використовувати в салатах, супах, а також додавати до фаршу для котлет і пельменів [6].

Високий вміст амінокислот робить нут дуже популярним серед вегетаріанців і людей, які дотримуються здорового способу життя. Причому його широко використовують як для окремих страв, так і у вигляді нутового борошна [7–9], у тому числі борошна з нуту в пророщеному вигляді [10].

Зерно нуту є багатим джерелом калію та кальцію, які відіграють важливу роль у регуляції кровообігу. Крім того, воно містить селен, що допомагає запобігти розвитку різних хвороб, зокрема ендокринних розладів, анемії, аритмії та нервових захворювань. Регулярне вживання нуту може сприяти зниженню артеріального тиску, виведенню каменів з жовчного та сечового міхура, відкриттю заблокованих проток у печінці та селезінці, а також зміцненню серцевих м'язів і підвищенню еластичності судин [6]. Результати медичних досліджень вказують на те, що споживання нуту може бути корисним у лікуванні таких захворювань, як рак, остеопороз, серцево-судинні хвороби та гіперліпідемія [11].

Нут є перспективним енергетично-білковим кормом. Його зерно-кормові сорти застосовують у подрібненому вигляді, змішуючи з іншими концентрованими кормами, як білково-вітамінну добавку для комбікормів. Для годівлі тварин використовують переважно сорти нуту з насінням темного кольору. Оскільки у вегетативній масі нуту міститься значна кількість органічних кислот (особливо яблучної та щавлевої), зелена маса та солома є непридатними в якості кормів. Лише вівцям і козам можна згодовувати нутову солому, але в обґрунтованих кількостях [12, 13].

Нут, завдяки симбіозу з азотфіксуючими бактеріями, здатен поглинати значну кількість атмосферного азоту. Він також використовує важкорозчинні мінеральні сполуки, які є малодоступними для зернових культур, причому як із верхнього, так і з більш глибоких шарів ґрунту. У процесі вегетації на полях нуту фіксується від 80 до 120 кг азоту на гектар. Це дозволяє забезпечити не лише потреби власного рослинного організму, але й залишити 10–15 кг/га азоту для наступних культур сівозміни. Після збору врожаю на кожному гектарі з залишками рослинності міститься кількість поживних речовин, еквівалентна 15–20 тоннам перегною. За рахунок цього нут є цінним попередником для наступних культур. Так, наприклад, урожайність пшениці озимої після нуту формується на такому ж або навіть вищому рівні, як і після чистого пару [6]. Іноземні дослідники зазначають, що, окрім підвищення врожайності наступних культур у сівозміні, вирощування нуту й інших бобових рослин збільшує біорізноманіття, зменшує інвазію бур'янів та посилює секвестрацію вуглецю в ґрунті [14].

Враховуючи практичне використання, поживні та лікувальні властивості нуту, його посухостійкість та агротехнічне значення, а також кліматичні зміни, пов'язані з глобальним потеплінням, збільшення обсягів виробництва цієї зернобобової культури розкриває значні перспективи для забезпечення продовольчої безпеки,

покращення якості харчування населення та сталого розвитку аграрного сектору України.

Постановка завдання. Метою наукового дослідження було проведення аналізу сучасного стану виробництва нуту в Україні, світі та країнах, які займають провідні позиції з виробництва цієї зернобобової культури. Для реалізації поставленої мети використовували метод порівняльного аналізу, а також графічний та абстрактно-логічний методи. Інформаційним джерелом для дослідження слугували статистичні дані міжнародної бази FAOSTAT (Food and Agriculture Organization of the United Nations) [15], Державної служби статистики України [16], наукові публікації у вітчизняних та закордонних виданнях, а також результати власних аналітичних досліджень та зроблених розрахунків.

Виклад основного матеріалу дослідження. Площі посівів нуту у світі зростають. Так, якщо у 2000 р. вони становили 10,165 млн га, то у 2022 р. – 14,811 млн га, тобто відбулося їх зростання на 45,7% (табл. 1).

Таблиця 1

Динаміка посівних площ під нутом у регіонах світу

Рік	Регіони світу										Світова площа посівів, млн га
	Африка		Америка		Азія		Європа		Океанія		
	млн га	% від світової площі посівів	млн га	% від світової площі посівів	млн га	% від світової площі посівів	млн га	% від світової площі посівів	млн га	% від світової площі посівів	
2000	0,524	5,2	0,470	4,6	8,815	86,7	0,094	0,9	0,262	2,6	10,165
2005	0,519	5,1	0,212	2,1	9,286	91,1	0,075	0,7	0,105	1,0	10,197
2010	0,513	4,3	0,247	2,1	10,553	87,9	0,046	0,4	0,653	5,4	12,012
2011	0,593	4,6	0,184	1,4	11,526	90,0	0,051	0,4	0,456	3,6	12,810
2012	0,673	5,4	0,350	2,8	10,722	86,7	0,051	0,4	0,574	4,6	12,369
2013	0,605	4,9	0,321	2,6	10,955	88,1	0,046	0,4	0,508	4,1	12,435
2014	0,580	4,2	0,303	2,2	12,280	89,4	0,066	0,5	0,508	3,7	13,737
2015	0,514	4,4	0,266	2,3	10,505	88,9	0,065	0,6	0,468	4,0	11,819
2016	0,465	3,6	0,266	2,1	10,662	82,6	0,426	3,3	1,096	8,5	12,915
2017	0,395	2,7	0,513	3,5	12,022	82,5	0,569	3,9	1,069	7,3	14,567
2018	0,484	3,0	0,803	5,0	13,004	80,3	0,825	5,1	1,075	6,6	16,191
2019	0,429	3,1	0,575	4,2	11,988	86,6	0,557	4,0	0,294	2,1	13,842
2020	0,484	3,6	0,397	2,9	12,097	89,1	0,342	2,5	0,263	1,9	13,583
2021	0,542	3,8	0,401	2,8	12,271	86,8	0,320	2,3	0,606	4,3	14,141
2022	0,476	3,2	0,427	2,9	12,940	87,4	0,352	2,4	0,616	4,2	14,811

Джерело: FAOSTAT, 2023

Посівні площі під нут відводять в усіх регіонах світу, проте найбільшими вони є в країнах Азії. У середньому за 2010–2022 рр. на частку Азії припадало 86,6%, Океанії – 4,6%, Африки – 3,9%, Америки – 2,8%, Європи – 2,0% від загальних

світових площ посівів нуту (рис. 1). Суттєве зростання даного показника за досліджуваний період слід відзначити у країнах Європи – від 0,4–0,6% за період 2010–2015 рр. до 2,3–5,1% за період 2016–2022 рр. Така динаміка переконливо свідчить про посилення позицій нуту на європейському ринку завдяки своїм численним перевагам і зростаючому попиту з боку споживачів.

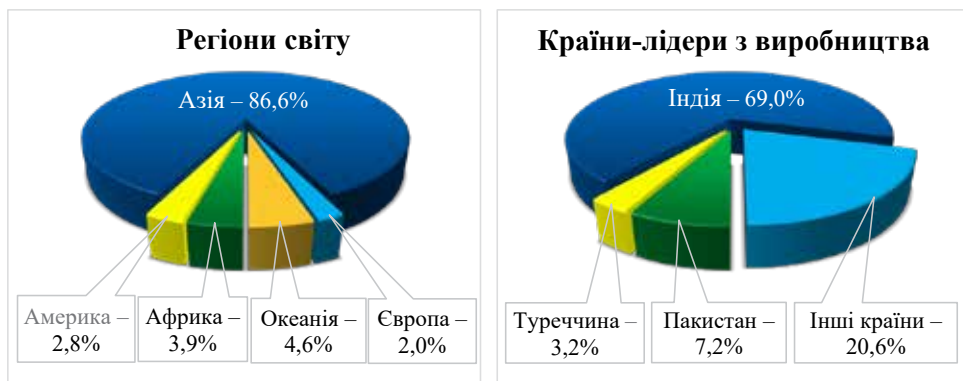


Рис. 1. Середня частка регіонів та країн-лідерів з виробництва у світовій площі посівів нуту за 2010–2022 рр.

Джерело: FAOSTAT, 2023

Аналіз у розрізі окремих країн світу показав, що найбільші площі посівів під нутом зосереджені в Індії, Пакистані та Туреччині. У середньому за 2010–2022 рр. площі посівів нуту в Індії становили 69,0% від загального світового показника, у Пакистані – 7,2%, Туреччині – 3,2%. На частку всіх інших країн світу припадало лише 20,6%. Площі посівів нуту в Індії зросли з 6,146 млн га у 2000 р. до 10,740 млн га у 2022 р., що свідчить про стабільне нарощування виробництва цієї зернобобової культури (табл. 2). Площі посівів нуту у Пакистані коливалися за роками вирощування. Найбільшими їх було зафіксовано у 2005 р. (1,094 млн га), а найнижчими – у 2022 р. (0,862 млн га). У Туреччині площі посівів нуту мали тенденцію до зменшення – з 0,622 млн га у 2000 р. до 0,456 млн га у 2022 р.

В Україні найбільші площі посівів під нутом були у 2018 р. – 45,0 тис. га (рис. 2). Після 2018 р. вони зменшилися, досягнувши найнижчого значення у 2022 р. (3,1 тис. га), адже основні площі вирощування даної зернобобової культури у довоєнний період були зосереджені на півдні України, де наразі відбуваються активні бойові дії. Окрім цього, серйозною проблемою у збільшенні обсягів виробництва нуту в нашій країні є відсутність сертифікованих засобів захисту посівів цієї культури від сегетальної рослинності [17].

Значні коливання посівних площ обумовлювали і відповідні обсяги виробництва нуту в Україні. У 2022 р. вони були мінімальними (41,3 тис. тонн), а у 2018 р. – максимальними (535,6 тис. тонн). Загальний обсяг світового виробництва нуту зріс з 8,037 млн тонн у 2000 р. до 18,095 млн тонн у 2022 р. На частку Азії при цьому припадало від 73,3% до 90,3%, тобто даний регіон світу був і залишається домінуючим у виробництві нуту. У країнах Африки відбувалося поступове зростання обсягів виробництва – з 0,322 млн тонн (4,0% світового виробництва) у 2000 р. до 0,779 млн тонн (4,3%). Значно більше зростання забезпечили країни Океанії – з 0,162 млн тонн у 2000 р. (2,0%) до 1,062 млн тонн у 2022 р. (5,9%)

світового виробництва). Європа характеризувалася незначними обсягами виробництва нуту порівняно з іншими регіонами, з часткою, що коливалася від 0,4% до 5,7%. У країнах Америки за досліджуваний період виробництво нуту було нестабільним за роками вирощування – від 2,7 до 8,6% світових обсягів.

Таблиця 2

Динаміка посівних площ під нутом у країнах-лідерах з виробництва

Рік	Індія		Пакистан		Туреччина	
	млн га	% від світової площі посівів	млн га	% від світової площі посівів	млн га	% від світової площі посівів
2000	6,146	60,5	0,972	9,6	0,622	6,1
2005	6,715	65,8	1,094	10,7	0,558	5,5
2010	8,170	68,0	1,067	8,9	0,446	3,7
2011	9,190	71,7	1,054	8,2	0,400	3,1
2012	8,320	67,3	1,007	8,1	0,409	3,3
2013	8,522	68,5	0,992	8,0	0,419	3,4
2014	9,927	72,3	0,950	6,9	0,388	2,8
2015	8,251	69,8	0,943	8,0	0,357	3,0
2016	8,399	65,0	0,939	7,3	0,352	2,7
2017	9,626	66,1	0,971	6,7	0,393	2,7
2018	10,560	65,2	0,977	6,0	0,514	3,2
2019	9,547	69,0	0,943	6,8	0,518	3,7
2020	9,699	71,4	0,944	6,9	0,511	3,8
2021	9,996	70,7	0,883	6,2	0,482	3,4
2022	10,740	72,5	0,862	5,8	0,456	3,1

Джерело: FAOSTAT, 2023



Рис. 2. Динаміка площ посівів та обсягів виробництва нуту в Україні
Джерело: Державна служба статистики України

Індія демонструє стабільне зростання обсягів виробництва нуту, зберігаючи домінуючу позицію на світовому ринку – з 5,118 млн тонн (63,7% світового виробництва) у 2000 р. до 13,544 млн тонн (74,8%) у 2022 р. (табл. 3). У Пакистані і Туреччині спостерігається зменшення обсягів виробництва нуту та частки даних країн на світовому ринку, незважаючи на деякі коливання за роками вирощування цієї культури.

Урожайність нуту у світі зросла з 0,79 т/га у 2000 р. до 1,22 т/га у 2022 р., що свідчить про позитивні зміни в технологіях вирощування цієї зернобобової культури, і особливо в країнах Африки та Океанії – 1,63 і 1,73 т/га у 2022 р. Урожайність нуту в країнах Америки знаходилася на досить високому рівні, хоча різко варіювала за роками вирощування – від 1,19 т/га у 2019 р. до 1,94 т/га у 2013 і 2014 рр. Найнижчий рівень урожайності отримували в країнах Азії та Європи – 0,96 і 1,03 т/га у середньому за 2010–2022 рр.

Серед найбільших країн-виробників Туреччина залишається лідером за врожайністю нуту – 1,21 т/га у середньому за 2010–2022 рр. (рис. 3). Індія дещо поступається Туреччині за даним показником – 1,01 т/га. Урожайність нуту в Індії має тенденцію до загального зростання з 0,83 т/га у 2000 р. до 1,26 т/га у 2022 р. Найнижчий рівень урожайності нуту, якщо порівнювати країни-лідери з виробництва, отримують у Пакистані – від 0,27 т/га у 2021 р. до 0,79 т/га у 2005 р. або 0,42 т/га у середньому за 2010–2022 рр.

Таблиця 3

Обсяги виробництва нуту у найбільших країнах-виробниках

Рік	Індія		Пакистан		Туреччина	
	млн тонн	% від світового виробництва	млн тонн	% від світового виробництва	млн тонн	% від світового виробництва
2000	5,118	63,7	0,565	7,0	0,548	6,8
2005	5,469	64,7	0,868	10,3	0,600	7,1
2010	7,480	69,0	0,562	5,2	0,531	4,9
2011	8,220	70,1	0,496	4,2	0,487	4,2
2012	7,700	66,2	0,284	2,4	0,518	4,5
2013	8,833	67,7	0,751	5,8	0,506	3,9
2014	9,530	71,6	0,399	3,0	0,450	3,4
2015	7,332	67,0	0,379	3,5	0,460	4,2
2016	7,058	60,7	0,286	2,5	0,455	3,9
2017	9,378	61,9	0,330	2,2	0,470	3,1
2018	11,379	67,2	0,323	1,9	0,630	3,7
2019	9,938	69,9	0,447	3,1	0,630	4,4
2020	11,079	73,4	0,498	3,3	0,630	4,2
2021	11,911	74,7	0,234	1,5	0,475	3,0
2022	13,544	74,8	0,316	1,7	0,580	3,2

Джерело: FAOSTAT, 2023

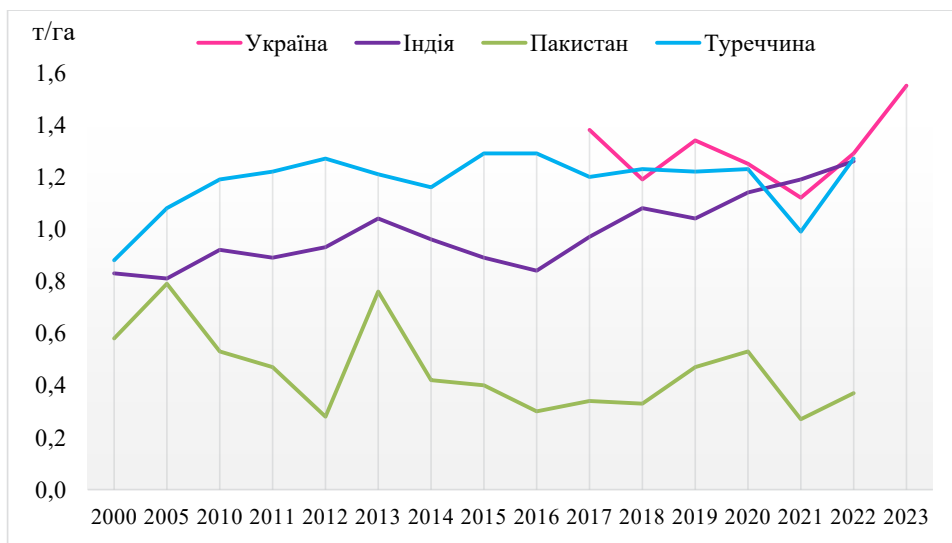


Рис. 3. Динаміка врожайності нуту в Україні¹ та країнах-лідерах з виробництва², т/га
Джерело: 1 – Державна служба статистики України; 2 – FAOSTAT, 2023

В Україні врожайність нуту демонструє загальну позитивну тенденцію з деякими коливаннями за роками вирощування. Вона перевищує врожайність, яку отримують в найбільших країнах-виробниках, є вищою за середньосвітові показники, але суттєво поступається країнам Африки, Америки та Океанії, що свідчить про значний потенціал України для подальшого розвитку виробництва нуту та важливість постійного вдосконалення агротехнології вирощування цієї культури для досягнення стабільно високих показників, що може стати важливим кроком у розвитку аграрного сектора України та забезпечить стабільне постачання цієї цінної культури на міжнародний ринок.

Висновки і пропозиції. Вирощування нуту у світі характеризується позитивними тенденціями, зокрема збільшенням площ посівів, зростанням обсягів виробництва та рівня врожайності. Ця культура знайде поширення і у зв'язку зі зміною клімату як така, що має високу адаптивну здатність до умов посухи. У сучасний період господарювання, коли вартість мінеральних добрив є високою, цінність нуту зростатиме за рахунок збагачення ґрунту цінною органічною речовиною та біологічним азотом. В Україні виробництво нуту стикається із серйозними викликами, серед яких зосередження основних площ посівів у зоні бойових дій, проблеми із засобами захисту рослин та певні технологічні обмеження. Однак, незважаючи на зазначені виклики, існує значний потенціал для відновлення та розвитку виробництва нуту в Україні. В умовах глобалізації та зростання попиту на рослинні білки, збільшення обсягів виробництва нуту посилить позиції України на міжнародному аграрному ринку, буде сприяти економічній стабільності та продовольчій безпеці країни.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Sydiakina O. V. Current state and prospects of lentil production. Таврійський науковий вісник. 2024. № 137. С. 214–223. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.27>.

2. Січкач В. І., Лаврова Г. Д., Колояніді Н. О., Джус Т. О. Нут – перспективне джерело харчового білка. *Journal of Native and Alien Plant Studies*. 2023. № 19. С. 172–193. DOI: <https://doi.org/10.37555/2707-3114.19.2023.295154>.
3. Grasso N., Lynch N. L., Arendt E. K., O'Mahony J. A. Chickpea protein ingredients: A review of composition, functionality, and applications. *Comprehensive reviews in food science and food safety*. 2022. Vol. 21, № 1. P. 435–452. DOI: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12878>.
4. Boukid F. Chickpea (*Cicer arietinum* L.) protein as a prospective plant-based ingredient: a review. *International Journal of Food Science & Technology*. 2021. Vol. 56, № 11. P. 5435–5444. DOI: <https://doi.org/10.1111/ijfs.15046>.
5. Мельник А. В., Бруньов М. І., Дудка А. А., Романько Ю. О., Червона В. О., Червоний Я. М. Сортові особливості формування якості зерна нуту в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Аграрні інновації*. 2024. № 23. С. 123–128. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.23.18>.
6. Особливості технології вирощування малопоширених зернобобових культур : монографія / Мазур В. А., Ткачук О. П., Дідур І. М., Панцирева Г. В. Вінниця : ТВОРИ, 2021. 172 с.
7. Kotsiou K., Sacharidis D. D., Matsakidou A., Biliaderis C. G., Lazaridou A. Physicochemical and functional aspects of composite wheat-roasted chickpea flours in relation to dough rheology, bread quality and staling phenomena. *Food Hydrocolloids*. 2022. Vol. 124. P. 107322. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.107322>.
8. Lu L., He C., Liu B., Wen Q., Xia S. Incorporation of chickpea flour into biscuits improves the physicochemical properties and in vitro starch digestibility. *LWT*. 2022. Vol. 159. P. 113222. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113222>.
9. Lu Z., Lee P. R., Yang H. Chickpea flour and soy protein isolate interacted with κ -carrageenan via electrostatic interactions to form egg omelets analogue. *Food Hydrocolloids*. 2022. Vol. 130. P. 107691. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2022.107691>.
10. Atudorei D., Atudorei O., Codină G. G. The Impact of germinated chickpea flour addition on dough rheology and bread quality. *Plants*. 2022. Vol. 11, № 9. P. 1225. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants11091225>.
11. Gupta R. K., Gupta K., Sharma A., Das M., Ansari I. A., Dwivedi P. D. Health Risks and Benefits of Chickpea (*Cicer arietinum*) Consumption. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2016. Vol. 65, № 1. P. 6–22.
12. Serrapica F., Masucci F., De Rosa G., Calabrò S., Lambiase C., Di Francia A. Chickpea can be a valuable local produced protein feed for organically reared, native bulls. *Animals*. 2021. Vol. 11, № 8. P. 2353. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani11082353>.
13. Alemu T., Wamatu J., Tolera A., Beyan M., Eshete M., Alkhtib A., Rischkowsky B. Optimizing near infrared reflectance spectroscopy to predict nutritional quality of chickpea straw for livestock feeding. *Animals*. 2021. Vol. 11, № 12. P. 3409. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani11123409>.
14. Saget S., Costa M., Barilli E., de Vasconcelos M. W., Santos C. S., Styles D., Williams M. Substituting wheat with chickpea flour in pasta production delivers more nutrition at a lower environmental cost. *Sustainable Production and Consumption*. 2020. Vol. 24. P. 26–38. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.06.012>.
15. Official site of Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2023. Available at: <https://www.fao.org/home/en>.
16. Державна служба статистики України. 2024. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/>.
17. Степасюк Л. М. Перспективи вирощування нуту в Україні. Формування ринкових відносин в Україні. 2023. № 5 (264). С. 51–57. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8141926>.

УДК 633.34:631.51:631.53.01

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.2.13>

ВПЛИВ ВИДІВ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА СПОСОБІВ СІВБИ НА УРОЖАЙНІСТЬ СОЇ

Тараненко С.В. – к.с.-г.н., доцент,

доцент кафедри землеробства та агрохімії імені В.І. Сазанова,

Полтавський державний аграрний університет

Коба Р.Г. – аспірант,

Полтавський державний аграрний університет

Україна має найбільший потенціал для нарощування виробництва сої серед країн Європи, оскільки володіє родючими ґрунтами, сортами нового покоління, сприятливим кліматом, потужним науковим потенціалом, новітніми технологіями вирощування. Водночас, існує необхідність наукових досліджень, які спрямовані на визначення факторів, що сприяють підвищенню урожайності сої. Практика обробітку ґрунту та способи вирощування мають важливе значення для підтримки родючості ґрунту. Традиційний обробіток ґрунту покращує фізичний стан ґрунту, система землеробства усуває дефіцит будь-якого поживного елемента в ґрунті. Дослідження впливу видів обробітку ґрунту та способів сівби на посівах сої були проведені в умовах південної частини Лівобережного Лісостепу України. Схема досліду включала наступні варіанти: Mini-till технологія 70 см; Mini-till технологія 50+20 см; Strip-till технологія 70 см; Strip-till технологія 50+20 см; Традиційна технологія 70 см; Традиційна технологія 50+20 см. Облік урожайності насіння проводили методом суцільного збирання і зважування з кожної ділянки у фазу збиральної стиглості. Результати досліджень показали, що найвищий урожай формуються за глибокого обробітку при strip-till чи оранці. Традиційний обробіток ґрунту та технологія strip-till забезпечують найбільш пухкий орний шар (зі щільністю ґрунту від 1,08 до 1,10 г/см³), що є оптимальним для росту і розвитку кореневої системи рослин сої. Найбільший урожай соя формує при стрічковій сівбі в усіх варіантах досліду, за рахунок роззосередження рослин у рядку, що створює оптимальні умови для розвитку рослини. Найкращим способом обробітку ґрунту під сою за ґрунтозахисними та екологічними показниками є смуговий обробіток. Приріст урожаю в ділянці strip-till 50+20 см становив 1,4 ц/га порівняно із полицевим обробітком. У порівнянні із традиційною технологією обробітку ґрунту strip-till показав більшу урожайність при широкорядному способі сівби 2,77 т/га проти 2,75 т/га, але децю меншу при стрічковому способі сівби 2,89 т/га проти 2,91 т/га.

Ключові слова: соя, традиційний обробіток ґрунту, Mini-till, Strip-till, щільність ґрунту, урожайність.

Taranenko S.V., Koba R.H. The influence of soil cultivation types and sowing methods on soybean yield

Ukraine has the greatest potential for increasing soybean production among European countries, as it has fertile soils, new-generation varieties, a favourable climate, strong scientific potential and the latest cultivation technologies. At the same time, there is a need for scientific research to identify factors that contribute to increasing soybean yields. Tillage and cultivation practices are important in maintaining soil fertility. Traditional tillage improves the physical condition of the soil and the cropping system eliminates deficiencies of any nutrient element in the soil. Studies on the influence of tillage types and seeding methods on soybean crops were conducted in the southern part of the left bank forest steppe of Ukraine. The experimental design included the following options Mini-till 70 cm; Mini-till 50 + 20 cm; Strip-till 70 cm; Strip-till 50 + 20 cm; Traditional 70 cm; Traditional 50 + 20 cm. Seed yield was recorded by continuous harvesting and weighing from each plot at harvest maturity. The results of the research showed that the highest yield was achieved with deep cultivation during strip-till or ploughing. Traditional tillage and strip-till provide the loosest topsoil (with a density of 1.08 to 1.10 g/cm³), which is optimal for the growth and development of the soybean root system. The highest soybean yield is obtained with strip sowing in all experimental variants, due to the dispersion of plants in the row, which

creates optimal conditions for plant development. Strip-till is the best tillage method for soybean in terms of soil conservation and environmental indicators. The yield increase in the 50 + 20 cm strip-till plot was 1.4 c/ha compared to conventional tillage. Compared to conventional tillage, strip-till had higher yields with the wide row method 2.77 t/ha compared to 2.75 t/ha, but slightly lower with the strip-till method 2.89 t/ha compared to 2.91 t/ha.

Key words: soybean, traditional tillage, Mini-till, Strip-till, soil density, yield.

Постановка проблеми. На світовому рівні соя посідає перше місце за вирощуванням білково-олійних культур. За даними FAO площі посіву однорічних зернобобових культур та сої, становлять близько 125 млн. га. Це свідчить про значне розповсюдження сої, її універсальність у використанні як важливої продовольчої, технічної і кормової культури. Ця культура досить ефективно використовує природні ресурси: сонячну енергію, азот атмосфери і мінеральні речовини ґрунту. За її вегетації здійснюється синтезування найцінніших органічних сполук: білку, вуглеводів, вітамінів та ферментів [1, 2].

Україна має найбільший потенціал для нарощування виробництва сої серед країн Європи, оскільки володіє родючими ґрунтами, сортами нового покоління, сприятливим кліматом, потужним науковим потенціалом, новітніми технологіями вирощування. Нагромаджений світовий досвід і одержані виробничі результати свідчать про те, що соя в Україні стає однією з найбільш прибуткових культур, що дасть змогу значно поліпшити загальний стан агропромислового комплексу [3, 4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Водночас, існує необхідність наукових досліджень, які спрямовані на визначення факторів, що сприяють підвищенню урожайності сої, як реагування на виклики сьогодення. Обробіток ґрунту відіграє важливу роль при вирощуванні сільськогосподарських культур та є ключовим аспектом, який впливає як на властивості ґрунту, так і культур [5-6]. Основною метою обробітку ґрунту є забезпечення належних умов для росту рослин та отримання високих урожаїв. Зміни в хімічних і фізичних характеристиках ґрунту, спричинені різними техніками обробітку ґрунту, можуть впливати на колообіг біогенних елементів ґрунту, вологість ґрунту, вміст органічної речовини в ґрунті, температуру та ущільнення [7].

Способи вирощування сільськогосподарських культур є важливою частиною системи землеробства, що зображує моделі вирощування сільськогосподарських культур. Різноманітність способів вирощування сільськогосподарських культур може підвищувати продуктивність агроєкосистеми та збільшувати екологічну стійкість систем вирощування сільськогосподарських культур [8-10].

Практика обробітку ґрунту та способи вирощування мають важливе значення для підтримки родючості ґрунту. Оскільки традиційних обробітків покращує фізичний стан ґрунту, система землеробства усуває дефіцит будь-якого поживного елемента в ґрунті. Дослідження [11-14] систем землеробства та обробітку ґрунту підкреслюють визначну роль систем обробітку ґрунту в управлінні родючістю ґрунту та урожайністю сільськогосподарських культур. Отже, актуальними є дослідження впливу видів обробітку ґрунту під час вирощування сої та способів посіву на її урожайність.

Мета роботи полягає у дослідженні видів обробітку ґрунту та способів сівби сої для збільшення продуктивності виробництва сої з мінімальною шкодою для здоров'я ґрунту.

Постановка завдання. Дослідження впливу видів обробітку ґрунту та способів сівби на посівах сої були проведені в умовах південної частини Лівобережного Лісостепу України. Площа сільськогосподарських угідь становила 342 га.

Досліджувана культура використовується як елемент загальноновстановленої схеми сівозміни.

Ґрунти території дослідження чорноземи малогумусні, лучно-чорноземи намиті слабоосолоділі, чорноземи лучні, чорноземи глибоко залишково слабо солонцюваті. Ґрунтовий масив дослідного поля представляє собою широке, в основному рівнинне водороздільне плато. Ґрунтові породи представлені міцним структурним чорноземом на глинистому карбонатному лесі. Сума поглинених Ca^{++} та Mg^{++} в орному горизонті коливається в межах 45-46 мг/екв при співвідношенні 10:1. Структура ґрунтів добре виражена, без ознак розподілу колоїдів по профілю. За механічним складом ґрунти дослідного поля представлені важким суглинком. Міцність гумусованих горизонтів дорівнює 90-120 см. в орному горизонті 0-20 см міститься до 3% гумусу, азоту та фосфору відповідно 0,25 та 0,15% при поступовому зменшенні по глибині. Ці ґрунти можуть бути віднесені до мало гумусного чорнозему лівобережного лісостепу України, для яких характерна висока поглинальна здатність, добрий повітряний та водний режим. Ґрунтові води знаходяться на глибині 16 м та суттєвого впливу на водний режим в зоні розташування коренів не мають. Ґрунти дослідного поля володіють досить високою ефективною родючістю.

Клімат південної частини Лівобережного Лісостепу України, помірно континентальний. Зима починається в кінці листопада. Холодний період із температурою повітря нижче 0°C триває в середньому 120-130 днів. Взимку переважає хмарна погода, відносна вологість повітря збільшується до 80-90%, сніговий покрив зберігається на протязі 100-110 днів. Найхолодніший місяць – січень, середньодобова температура повітря якого дорівнює -7°C , самого теплого місяця липня $+22$ $+24^{\circ}\text{C}$. Весна настає 20-25 березня, в окремі роки весна настає на 8-10 днів раніше чи пізніше вказаного строку.

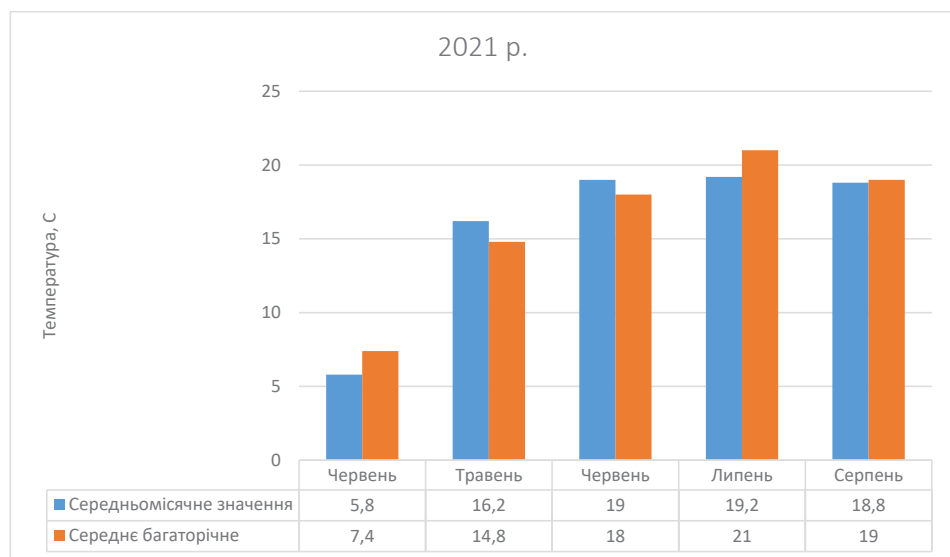
Тривалість вегетаційного періоду складає 145 днів із деякими відхиленнями по роках. Середньорічна кількість опадів складає 450-500 мм, але в окремі роки коливається від 250 до 700 мм. під час вегетації рослин часто бувають посухи, суховії, у травні іноді спостерігається різке похолодання (рис. 1, 2).

Спостереження за основними метеорологічними показниками показали, що початок весни 2022 р. був теплим та посушливим, кількість опадів в березні та квітні була меншою за норму на 14,2 і 22,1 мм, або на 50 і 62%, а середньодобова температура повітря на $0,7$ і $0,9^{\circ}\text{C}$ вище норми. Травень можна охарактеризувати як теплий з достатнім зволоженням. Так, середньодобова температура була більшою за норму на 2°C а сума опадів – на 19,3 мм, або на 44% (рис. 1а, б).

Польові досліді проводилися за загальноприйнятою методикою польового досліді [15]. Повторність дослідів була триразовою. Облікова площа ділянки проведення досліді була 340 м^2 . Основний та передпосівний обробітки ґрунту проводились у відповідності з технологічними картами та науково-обґрунтованими рекомендаціями. Догляд за посівами сої складався із внесення досходового гербіциду.

Схема досліді включала наступні варіанти:

1. Mini-till технологія 70 см.
 2. Mini-till технологія 50+20 см.
 3. Strip-till технологія 70 см.
 4. Strip-till технологія 50+20 см.
 5. Традиційна технологія 70 см.
 6. Традиційна технологія 50+20 см.
-



а

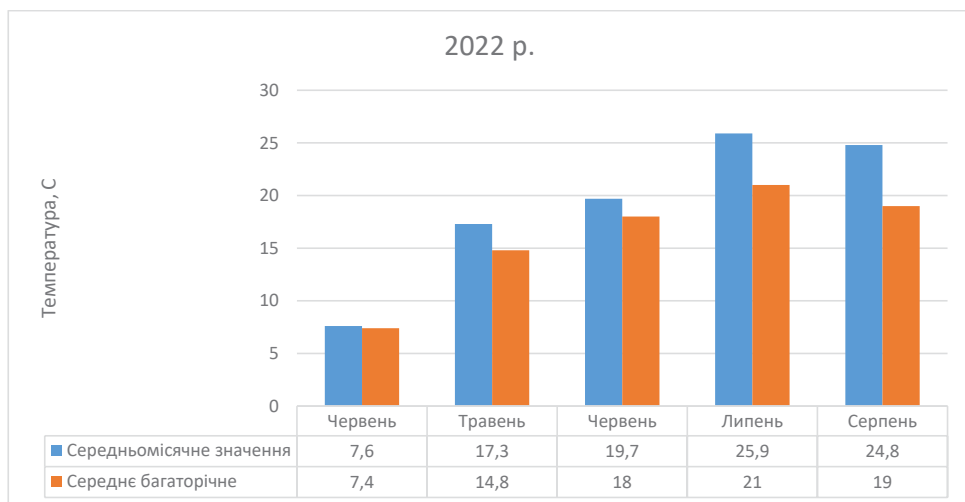


Рис. 1. Показники температури вегетаційного періоду 2021-2022 року

Для сівби використовували насіння сої сорту Романтика першої репродукції. Норма висіву 450 тисяч схожих насінин на гектар.

Фенологічні спостереження проводили за описом періодів та фенологічних фаз росту і розвитку рослин сої. За початок фази приймали наявність її не менш як у 15% рослин, за повну – у 75% рослин [16].

Підрахунки густоти рослин проводили у фазі повних сходів і перед збиранням врожаю на постійно закріплених кілочками площадках. Площа облікових площадок становила 2 м² з включенням до неї трьох суміжних рядків довжиною 95 см (0,7 м²), які розміщувалися по діагоналі ділянки двох несуміжних повторень [17].



Рис. 2. Показники кількості опадів вегетаційного періоду 2021-2022 р.р.

Польову схожість визначали як відношення кількості рослин у фазу повних сходів до загальної кількості висіяного насіння. Підрахунки густоти рослин перед збиранням дають можливість виявити кількість рослин, які збереглися по відношенню до повних сходів [17].

Висоту рослин встановлювали за фазами росту і розвитку сої за допомогою мірної лінійки. Об'єм вибірки складав 20 рослин, які відбиралися в різних місцях за діагоналлю облікової площі. Кінцевий показник такого обліку – середня висота рослин на ділянці. Для визначення висоти рослин стебла сої вирівнювали, міряли довжину від основи стебла до середнього конуса їх висоти.

Елементи структури врожаю сої визначали за методикою державного сорто випробовування пробними снопами, які відбирали перед збиранням врожаю з площадок для визначення густоти рослин. Загальна площа на кожному варіанті становила 1 м². З кожного снопа відбирали 25 рослин для визначення довжини, висоти прикріплення нижніх бобів, кількості бобів і насінин на 1 рослині, маси 1000 насінин.

Облік урожайності насіння проводили методом суцільного збирання і зважування з кожної ділянки у фазу збиральної стиглості. Після зважування відбирали середню пробу насіння з кожної ділянки з наступним визначенням в лабораторії вологості й засміченості з перерахунку на 14% вологості та 100% чистоту.

Щільність ґрунту вимірювали за допомогою твердоміра Качинського, та виражали у $\text{кг}/\text{см}^2$ [18].

Аналіз результатів досліджень проводили статистичними методами за допомогою програмного забезпечення MS Excel.

Виклад основного матеріалу дослідження.

1. Вплив видів основного обробітку на щільність ґрунту

Щільність ґрунту – важлива характеристика, що вказує на умови в яких ростуть і розвиваються рослини. Від щільності ґрунту залежать усі ґрунтові режими: повітрообмін, водопроникність, вологоємність, теплоємність, мікробіологічні та окисно-відновні процеси. Ця важлива характеристика впливає на технологічні властивості, якість обробітку ґрунту. Все це відбивається на величині та якості врожаю. За пухкої будови орного шару створюються умови для підвищеного витрачання вологи на випаровування, а за щільної – несприятливі для розвитку коріння рослин.

Результати дослідження зміни щільності складення ґрунту, що були проведені на дослідних ділянках представлені на рисунку 3.

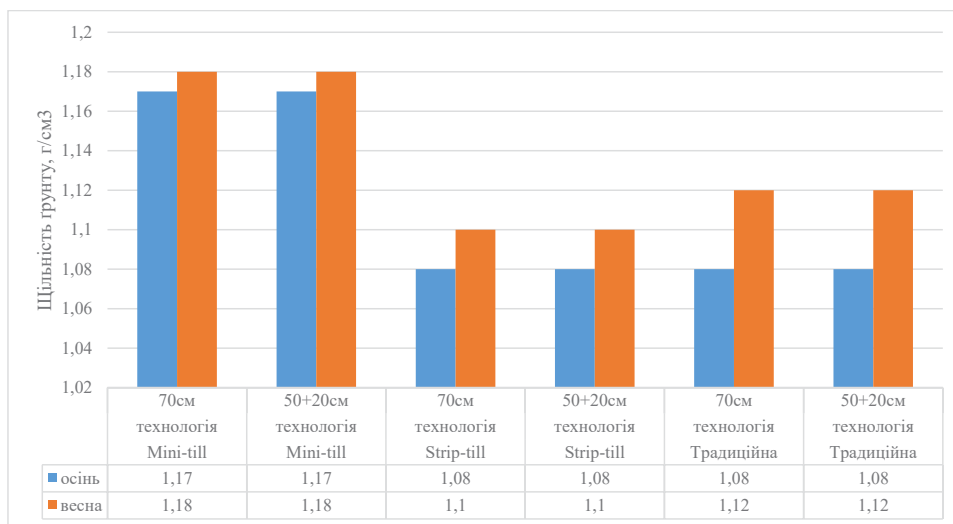


Рис. 3. Щільність ґрунту за різних технологій обробітку ґрунту

Найвищі показники щільності 30-сантиметрового шару чорнозему звичайного відмічено за технології mini-till ($1,17 \text{ г}/\text{см}^3$) восени та ($1,18 \text{ г}/\text{см}^3$) навесні, нижчі за strip-till технології ($1,08 \text{ г}/\text{см}^3$) восени та ($1,08 \text{ г}/\text{см}^3$) навесні, і дещо менші показники за традиційного обробітку ($1,08 \text{ г}/\text{см}^3$) восени та ($1,12 \text{ г}/\text{см}^3$) навесні.

Навесні внаслідок глибокого обробітку формується пухке складення орного шару ($1,12 \text{ г}/\text{см}^3$ на варіанті оранки, та $1,10 \text{ г}/\text{см}^3$ за strip-till), дещо більшим був показник при технології mini-till $1,18 \text{ г}/\text{г}/\text{см}^3$ в 0-30-сантиметрового шару.

Таким чином можна сказати, що для росту і розвитку кореневої системи рослин сої краще підходить традиційний обробіток ґрунту та технологія strip-till, так як забезпечується найбільш пухкий орний шар зі щільністю ґрунту від 1,08 до 1,10 г/см³.

2. Вплив видів основного обробітку ґрунту та способів сівби на елементи структури врожаю сої

Соя як світлолюбна культура формує високий урожай тільки за оптимальної площі живлення, за доброї освітленості рослин. Тільки правильно вибравши обробіток ґрунту, ширину міжрядь і густоту рослин, можна досягти потенційної врожайності конкретно кожного сорту сої. Тому, спосіб сівби, ширина міжрядь і норма висіву насіння є основними елементами сортової агротехніки сої, причому в останні роки обробітку ґрунту приділяється все більше уваги. У сортовому аспекті спостерігається взаємозв'язок площі живлення рослин з морфологічними та біологічними особливостями сортів – формою куща, характером розміщення листків, їх розмірами, висотою рослин, тривалістю вегетаційного періоду.

У дослідженні, було використано широкорядний та стрічковий спосіб сівби сої, при якому насіння загортається у ґрунт на глибину 4-5 см. За стрічкової сівби насіння висівалося стрічками шириною 20 см з відстанню між серединами стрічок 70 см. За цього способу сівби відмічались більш дружні сходи у порівнянні із звичайною широкорядною сівбою. Також перевагою стрічкового способу сівби перед широкорядним є те, що площа живлення, яка формується, збільшується у два рази. Завдяки цьому рослини краще забезпечуються вологою, світлом, поживними речовинами за різкого зменшення конкуренції між рослинами при використанні цих рістстимулюючих факторів.

Результати досліджень (табл. 1) показали, що за стрічкового способу сівби з нормою висіву 450 тис. шт./га схожого насіння його польова схожість збільшувалася в середньому на 1,3% у порівнянні з широкорядним способом сівби з такою ж нормою висіву за однакової технології.

Таблиця 1

Густота рослин і польова схожість насіння сої залежно від виду основного обробітку ґрунту та способу сівби

Спосіб сівби	Норма висіву, тис шт./га	Густота сходів, тис шт./га	Польова схожість, %
Mini-till технологія 70 см	450	398	88,40
Mini-till технологія 50+20 см	450	402	89,33
Strip-till технологія 70 см	450	400	89,06
Strip-till технологія 50+20 см	450	406	90,22
Традиційна технологія 70 см	450	400	88,89
Традиційна технологія 50+20 см	450	400	88,98

За результатами фенологічних спостережень за рослинами сої, проходження фаз розвитку рослин як за стрічкового, так і за широкорядного способів сівби було однаковим. Але за стрічкового способу насіння дозрівало на три-чотири дні раніше, ніж за широкорядного способу. Більш раннє збирання врожаю дозволяє якісніше підготувати ґрунт для своєчасної сівби озимої пшениці.

За стрічкового способу сівби створювалися кращі умови для симбіотичного процесу. На коренях рослин сої утворювалося більше бульбочок більшого розміру, переважала кількість активних бульбочок.

Соя культура пластична, врожайність її є похідною від кількості зібраних плодonoсних рослин і від їх продуктивності, яка в свою чергу пов'язана з кількістю вузлів на рослині, бобів у вузлі, насіння у бобі та вагою насінин. Кожному сорту властиве певне виявлення і взаємозв'язок цих елементів структури врожаю, ступінь мінливості їх під впливом умов вирощування та наявність найбільш характерних з них, які в межах сорту змінюються менше. Рівень врожаю залежить від кількісного виявлення всіх елементів його структури та їх поєднання між собою, так і з іншими органами рослин, а стійкість – від особливостей характерних елементів і ступеня їх варіювання.

3. Вплив основного обробітку ґрунту та способів сівби на елементи структури врожаю сої

Аналіз елементів структури врожаю в досліді (табл. 2) показав, що різні види обробітку та способи сівби суттєво впливають на біометричні показники рослин сої. При сівбі стрічковим способом висота рослин сої була більшою як за традиційної технології (78 см) так і за Strip-till (75 см) та mini-till (75 см), ніж при широкорядному способі сівби відповідно (74 см), (73 см) та (70 см).

Таблиця 2

Елементи структури врожаю сої залежно від виду основного обробітку ґрунту та способів сівби

Варіант досліді	Висота рослин, см	Висота прикріплення нижнього боба, см	Кількість бобів на одній рослині, шт.	Всього насінин на рослині, шт.	Маса 1000 насінин, г
Mini-till технологія 70 см	70	10	30	75	115
Mini-till технологія 50+20 см	75	12	32	79	118
Strip-till технологія 70 см	73	12	30	84	121
Strip-till технологія 50+20 см	75	13	31	86	125
Традиційна технологія 70 см	74	9	33	80	120
Традиційна технологія 50+20 см	78	11	32	84	129

Найбільшою висота прикріплення нижнього бобу була за Strip-till при стрічковому способі (13 см), а найнижчою при традиційній технології. Кількість бобів на одній рослині була найвищою за традиційної технології (33 шт.), тоді як при Strip-till та Mini-till найнижчою. Кількість насінин на одній рослині була найбільшою при Strip-till (86 шт.), тоді як за Mini-till найнижчою (75 шт.). Найбільша маса 1000 насінин була за традиційного обробітку (129 г), дещо менший показник був при strip-till (125 г) і найменший при mini-till (118 г).

Таким чином можна зробити висновок, що найкращі умови для розвитку сої спостерігались за традиційної та strip-till технології, що проявлялось у підвищенні продуктивності кожного елементу структури врожаю.

4. Вплив видів основного обробітку ґрунту та способів сівби на урожайність сої

Інтегральним показником, який визначає доцільність застосування будь-якого агротехнічного прийому, є урожайність. Вона є наслідком різнобічного впливу факторів на продуктивність рослин, зокрема гідротермічних умов, строку і способу сівби, добрив, регуляторів росту, пестицидів та інших елементів технології вирощування культури.

Результати досліджень впливу основного обробітку ґрунту, а також способу на урожайність сої (табл. 3) показали, що найбільшу урожайність отримано за традиційної технології і стрічкової сівби (29,1 ц/га), дещо меншою урожайність сформувалася у варіанті Strip-till і стрічкової сівби (28,9 ц/га) та Strip-till і широкорядної сівби (27,7 ц/га). За традиційної технології та звичайної широкорядної сівби урожайність сої склала 27,5 ц/га. Найменшу урожайність отримано за технології вирощування mini-till за звичайної широкорядної сівби (27,3 ц/га та 25,8 ц/га). Соя формує найбільший урожай при стрічковій сівбі в усіх варіантах досліді, за рахунок роззосередження рослин у рядку, що створює оптимальні умови для розвитку рослини.

Таблиця 3

Урожайність сої залежно від видів основного обробітку ґрунту та способів сівби, ц/га

Варіанти досліді	повторення			Середнє значення
	1	2	3	
Mini-till технологія 70 см	26	25,5	26,5	25,8
Mini-till технологія 50+20 см	27,3	27,5	27,1	27,3
Strip-till технологія 70 см	27,6	28	27,5	27,7
Strip-till технологія 50+20 см	28,5	28,8	29,4	28,9
Традиційна технологія 70 см	27,2	27,5	27,8	27,5
Традиційна технологія 50+20 см	29,3	29,0	28,9	29,1

Отже, вплив обробітку ґрунту відіграє важливу роль у формуванні урожайності посівів сої. Найвищий урожай формується за глибокого обробітку при strip-till чи оранці. Тому вибір цих двох складових (вид основного обробітку ґрунту та способів сівби) є основою для отримання високого урожаю.

Висновки і пропозиції. Україна має значний потенціал вирощування сої, що в перспективі дасть змогу поліпшити загальний стан сільськогосподарських угідь та агропромислового комплексу. Вплив обробітку ґрунту відіграє важливу роль у формуванні урожайності посівів сої. Найвищий урожай формується за глибокого обробітку при strip-till чи оранці. Тому вибір цих двох складових (вид основного обробітку ґрунту та способів сівби) є основою для отримання високого урожаю. Щільність ґрунту є важливим показником агроєкосистеми. Традиційний обробіток ґрунту та технологія strip-till забезпечують найбільш пухкий орний шар (зі щільністю ґрунту від 1,08 до 1,10 г/см³), що є оптимальним для росту і розвитку кореневої системи рослин сої. Найбільший урожай соя формує при стрічковій сівбі в усіх варіантах досліді, за рахунок роззосередження рослин у рядку, що створює оптимальні умови для розвитку рослини. Найкращим способом обробітку ґрунту під сою за ґрунтозахисними та екологічними показниками

є смуговий обробіток. Приріст урожаю в ділянці strip-till 50+20 см становив 1,4 ц/га порівняно із полицевим обробітком. У порівнянні із традиційною технологією обробітку ґрунту strip-till показав більшу урожайність при широкорядному способі сівби 2,77 т/га проти 2,75 т/га, але дещо меншу при стрічковому способі сівби 2,89 т/га проти 2,91 т/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Куничак Г.І., Дутчак О.В., Матвієць Н.М. Продуктивність сої за різних способів обробітку ґрунту та системи удобрення з елементами біологізації. *Корми і кормовиробництво*. 2023. 96. С. 94–101. <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202396-09>
2. Farmaha B. S., Fernández F. G., Nafziger E. D. No-till and strip-till soybean production with surface and subsurface phosphorus and potassium fertilization. *Agronomy Journal* 2011. 103(6), 1862–1869. <https://doi.org/10.2134/agronj2011.0149>
3. Малярчук М.П., Воронюк Л.А. Вплив способів обробітку ґрунту та сівби на продуктивність сої в сівозміні на зрошенні Півдня України. *Зрошуване землеробство*. 2017. 68. С. 84–87.
4. Новохацький М., Таргоня В., Бабинець Т., Городецький О. Величина та структура біологічної врожайності сої залежно від системи основного обробітку ґрунту та заходів з оптимізації режиму живлення. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*, 2020. (27(41)). [https://doi.org/10.31473/2305-5987-2020-2-27\(41\)-16](https://doi.org/10.31473/2305-5987-2020-2-27(41)-16)
5. Wortmann C. S., Quincke J. A., Drijber R. A., Mamo M., Franti T. Soil microbial community change and recovery after one-time tillage of continuous no-till. *Agronomy Journal*, 2008. 100(6). 1681–1686. <https://doi.org/10.2134/agronj2007.0317>
6. Potratz D. J., Mourtzinis S., Gask J., Lauer J., Arriaga F. J., Conley S. P. Strip-till, other management strategies, and their interactive effects on corn grain and soybean seed yield. *Agronomy Journal*. 2020. 112(1). 72–80. <https://doi.org/10.1002/agj2.20067>
7. Jaskulska I., Romaneckas K., Jaskulski D., Wojewódzki P. A strip-till one-pass system as a component of conservation agriculture. *Agronomy*. 2020. 10(12). <https://doi.org/10.3390/agronomy10122015>
8. De Bruin J. L., Pedersen P. Effect of row spacing and seeding rate on soybean yield. *Agronomy Journal*. 2008. 100(3). 704–710. <https://doi.org/10.2134/agronj2007.0106>
9. Cox W. J., Cherney J. H. Growth and yield responses of soybean to row spacing and seeding rate. *Agronomy Journal*. 2011. 103(1), 123–128. <https://doi.org/10.2134/agronj2010.0316>
10. B'uchi M., Wendling C., Amoss'e M. N., Charles R. Importance of cover crops in alleviating negative effects of reduced soil tillage and promoting soil fertility in a winter wheat cropping system. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2018. 256. pp. 92–104.
11. Botta G. F., Antille D. L., Nardon G. F. Zero and controlled traffic improved soil physical conditions and soybean yield under No-tillage. *Soil and Tillage Research*. 2022. 215. 105235.
12. Cuevas J., Daliakopoulos I. N., del Moral F., Hueso J. J., Tsanis I. K. A review of soil-improving cropping systems for soil salinization. *Agronomy*. 2019. 9(6), p. 295.
13. Busari M. A., Kukal S. S., Kaur A., Bhatt R., Dulazi A. A. Conservation tillage impacts on soil, crop and the environment. *International Soil and Water Conservation Research*. 2015. 3(2). pp. 119–129.
14. Peixoto D. S., Silva L. C. M., Melo L. B. B. Occasional tillage in No-tillage systems: a global meta-analysis. *Science of the Total Environment*. 2020. 745. 140887.
15. Рожков А. О., Пузік В. К., Каленська С. М., Пузік Л. М., Попов С. І., Музафаров Н. М., Бухало В. Я., Криштоп Є. А. Дослідна справа в агрономії: навчаль-

ний посібник: у 2 книгах. Книга 1. Теоретичні аспекти дослідної справи. Харків: Майдан. 2016. 316 с.

16. Мойсейченко В.Ф., Єщенко В.О. Основи наукових досліджень в агрономії. К.: Вища школа. 1994. 334 с.

17. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Опришко В.П., Костоґриз П.В. Основи наукових досліджень в агрономії. К.: Дія. 2005. 288 с.

18. Кравченко М.С., Царенко О.М., Міщенко Ю.Г. Практикум із землеробства. Київ: Мета. 2003. 320 с.

УДК 582.661.21:631.53.04]:631.559(292.485)(477)
DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.2.14>

УРОЖАЙНІСТЬ ЗЕРНА АМАРАНТУ (*AMARANTUS HYPOCHONDRIACUS*) ЗАЛЕЖНО ВІД СПОСОБУ ТА ГЛИБИНИ СІВБИ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Тирусь М.Л. – к.с.-г.н., доцент,
завідувач кафедри технологій у рослинництві,
Львівський національний університет природокористування

З метою оптимізації способу сівби та глибини загортання насіння на урожайність амаранту у 2021–2024 рр. в умовах достатнього зволоження на дослідному полі Львівського національного університету природокористування проводили два польові досліді. Вивчалися чотири способи сівби сорту Лера з шириною міжрядь 15 см, 30 см, 45 см та 60 см. Глибина загортання насіння досліджувалась з сортом Харківський 1 на таких варіантах: 1 см, 2 см, 3 см, 4 см, і 5 см. Встановлено, що урожайність насіння амаранту мало залежала від способу сівби. Найменша врожайність була за сівби з з шириною міжрядь 60 см, де вона становила лише 3,70 т/га. Найвищу врожайність одержано на варіанті з сівбою з міжряддями 30 см – 3,97 т/га, що на 0,27 т/га більше порівняно з варіантом з міжряддями 60 см. Порівняння способів сівби на 15 см, 30 см та 45 см показує, що різниця в урожайності між ними була в межах помилки досліджень. Тобто, за площі живлення у формі витягнутого прямокутника (60х8 см) та щільного розміщення рослин в рядку складались несприятливі умови, що призвело до істотного зниження врожайності. Вивчення глибини сівби показало, що найвища врожайність (3,88 т/га) зерна амаранту була на варіанті з загортанням насіння на 2 см. За мілкої глибини сівби на 1 см урожайність зменшилась на 0,21 т/га. Збільшення глибини загортання насіння до 3 см призвело до зменшення урожайності зерна до 3,47 т/га, що менше від другого варіанту на 0,41 т/га. Різке падіння рівня врожайності відбулось за глибини сівби на 4 см. Порівняно з оптимальною глибиною сівби, урожайність знизилась до 2,37 т/га, або на 1,51 т/га. За сівби на 5 см формувалось лише 1,62 т/га, що менше порівняно з глибиною 2 см на 2,26 т/га. Це пояснюється різким зниженням польової схожості, пізнішою появою сходів і відставанням у рості впродовж вегетації. Рослини, які зійшли пізніше внаслідок глибокого загортання, відставали в рості впродовж вегетації і були менш продуктивними, порівняно з сівбою на оптимальну глибину 1–3 см.

Ключові слова: амарант, спосіб сівби, глибина сівби, урожайність.

Tyrus M.L. Amaranth grain yield (*Amarantus hypochondriacus*) depending on the method and depth of sowing in the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine

In order to optimize the sowing method and seed embedding depth for amaranth yield in 2021–2024, two field experiments were conducted in the experimental field of the Lviv National University of Environmental Management under conditions of sufficient moisture. Four methods of sowing the Lera variety were studied with row spacings of 15 cm, 30 cm, 45 cm, and 60 cm. The seed embedding depth was studied with the Kharkivskiyi 1 variety in the following options: 1 cm, 2 cm, 3 cm, 4 cm, and 5 cm. It was found that the yield of amaranth seeds depended little on the sowing method. The lowest yield was obtained when sowing with a row spacing of 60 cm, where it was only 3.70 t/ha. The highest yield was obtained in the variant with sowing with row spacings of 30 cm – 3.97 t/ha, which is 0.27 t/ha more compared to the variant with row spacings of 60 cm. A comparison of the methods of sowing at 15 cm, 30 cm and 45 cm shows that the difference in yield between them was within the limits of the research error. That is, with a feeding area in the form of an elongated rectangle (60x8 cm) and dense placement of plants in a row, unfavorable conditions developed, which led to a significant decrease in yield. The study of the sowing depth showed that the highest yield (3.88 t/ha) of amaranth grain was in the variant with seed embedding by 2 cm. With a shallow sowing depth of 1 cm, the yield decreased by 0.21 t/ha. Increasing the seed embedding depth to 3 cm led to a decrease in grain yield to 3.47 t/ha, which is 0.41 t/ha less than the second option. A sharp drop in yield occurred at a sowing depth of 4 cm.

Compared with the optimal sowing depth, the yield decreased to 2.37 t/ha, or by 1.51 t/ha. When sowing at 5 cm, only 1.62 t/ha was formed, which is less compared to a depth of 2 cm by 2.26 t/ha. This is explained by a sharp decrease in field germination, later emergence of seedlings and a lag in growth during the growing season. Plants that emerged later as a result of deep embedding lagged in growth during the growing season and were less productive compared to sowing at an optimal depth of 1–3 cm.

Key words: amaranth, sowing method, sowing depth, yield.

Постановка проблеми. Для забезпечення людства продуктами харчування культивують зернові, зернобобові та олійні культури. Інтенсифікація рослинництва базується на розширенні посівних площ невеликої кількості високоврожайних, прибуткових культур. Внаслідок цього зменшується різноманітність вирощуваних рослин, виникають екологічні проблеми, збіднюється вибір харчових продуктів. Зазначені факти стимулюють залучення альтернативних культур у виробництво.

Однією з перспективних альтернативних культур є амарант (*Amaranthus* spp.). Унікальний хімічний склад зерна амаранту роблять його культурою майбутнього [13, с. 596; 15, с. 9]. Завдяки своєму цінному харчовому профілю та фотосинтетичному шляху C4, амарант є найкращою культурою для диверсифікації рослинництва та адаптації до мінливих умов [16, с. 1808]. Наявність цінних біологічно активних речовин у насінні та вегетативних органах рослин різних видів амаранту, високий вміст білку, пектину, сквалену, харчових волокон, вітамінів (А, групи В, С, Е), макро- і мікроелементів, створює можливість широкого використання його у виробництві високоякісних продуктів [4, с. 12–16].

Він має значні перспективи для вирощування в Україні. Сорти амаранту, як холодостійкі та посухостійкі, можуть вирощуватися практично в будь-якому регіоні України, що забезпечить безперебійне надходження рослинної сировини для виготовлення амарантової олії та для інших цілей [12, с. 182].

Зміна клімату потребує перегляду важливих елементів технології вирощування амаранту, зокрема строків сівби, глибини загортання насіння, уточнення площі живлення рослини [3, с. 167–168]. Тому є актуальним оптимізація способу та глибини сівби для зони достатнього зволоження в умовах західного Лісостепу, де амарант раніше був малопоширеною культурою і дослідження з ним майже не проводились.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Під час досліджень встановлено різні експериментальні дані щодо встановлення оптимального способу сівби амаранту. В умовах південного Степу при вирощуванні амаранту на зерно пропонується сіяти з нормою висіву 2,25 млн/га за ширини міжрядь 60 см [6, с. 111]. Більшість дослідників вважають, що найоптимальнішим способом є сівба з міжряддям 45 см [5, с. 121; 8, с. 55; 10, с. 128].

Дослідники Ю.С. Бежацький та ін. [2, с. 34] вказують, що сівба з міжряддями 45 см забезпечує вищий рівень насінневої продуктивності порівняно з рядковим способом. Збільшення ширини міжрядь насінневих посівів до 60–75–90 см супроводжується зниженням урожайності амаранту.

Вивчення впливу щільності рослин на насіннєву продуктивність видів амаранту свідчить на користь широкорядного способу сівби з шириною міжряддя 45 см і розташуванням рослин за схемою 45х10 см. За рядкового способу сівби із шириною міжряддя 15 см урожайність насіння зменшувалася порівняно з варіантом, де застосовували ширину 45 см, однак перевищувала врожайність, одержану на варіанті із шириною міжряддя 70 см. За ширини міжряддя 70 см суттєво

знижувалась насіннєва продуктивність рослин, що викликано їх розгалуженістю [1, с. 241–242].

Серед досліджуваних способів сівби більш ефективним виявився широкорядний (45 см) посів. Порівняно до суцільного рядкового (15 см) і широкорядного (70 см) посівів, урожайність зерна амаранту волотистого була більшою відповідно на 28,9 і 9,9% [8, с. 27].

У дослідників є різні рекомендації також щодо глибини загортання насіння амаранту. Зустрічаються дані щодо необхідності сіяти мілко і оптимальна глибина сівби становить 1 см. Рослини виду *Amaranthus cruentus* L. зійшли швидше і були урожайнішими за глибини сівби на 1 см, порівняно з варіантом 2 см [14, с. 4–7].

Оптимальною глибиною загортання насіння амаранту може бути навіть 0,5 см. Схожість насіння підтримується на достатньому рівні за сівби на глибину до 4,0 см, що може бути використано за умов пересихання верхнього шару ґрунту [9, с. 17–20]. Якщо ґрунт прогрівся до 14°C і є достатня кількість вологи в його верхньому шарі, можна сіяти на глибину до 2 см [7]. В умовах північного Степу України амарант волотистий оптимально висівати на глибину 2 см починаючи з третьої декади квітня [8, с. 25–31]. За іншими даними, оптимальною глибиною загортання насіння амаранту є 3 см, з обов'язковим виконанням допосівного і післяпосівного ущільнення. Проведення післяпосівного ущільнення скорочує появу сходів на 4–5 днів, підвищує схожість на 22–26% залежно від виду амаранту [1, с. 272].

Отже, невизначеність щодо оптимального способу сівби та глибини загортання насіння амаранту в умовах достатнього зволоження вимагає поглибленого вивчення параметрів, які впливають на реалізацію урожайного потенціалу рослин залежно від їх розташування в агроценозах.

Постановка завдання. Для встановлення впливу способу сівби та глибини загортання насіння на урожайність амаранту у 2021–2024 рр. на дослідному полі Львівського національного університету природокористування проводили польові дослідження. Ґрунт дослідної ділянки – темно-сірий опідзолений легкосуглинковий з умістом гумусу 2,3%. Вміст легкогідролізованого азоту – 80–84 мг, рухомих форм фосфору і калію (за методикою Чирикова) – відповідно 108–114 мг і 98–108 мг на 1 кг ґрунту. Реакція ґрунтового розчину близька до нейтральної, рН сольової витяжки – 6,0. Схеми досліджень подано в табл. 1, 2.

Аналіз літературних джерел з вивчення глибини сівби амаранту показує різні параметри глибин. В умовах нестачі вологи є потреба збільшувати глибину загортання насіння з метою розмістити насіння у вологому шарі ґрунту. Тому у дослідженнях Дудки М.І. [8, с. 23] вивчались глибини 2, 4, 6, 8, 10 см. В умовах достатнього зволоження західного Лісостепу немає потреби сіяти так глибоко, тому найбільшою глибиною була 5 см.

Сорт Лєра. Створено сорт шляхом індивідуального добору із зразку *Amarantus hypochondriacus* (К – 14). Занесено до Реєстру сортів рослин України у 2002 р. Рослини заввишки 170–220 см. Стебло та листя зелене з червоними прожилками. Волоть червона, компактна завдовжки до 54 см. Насіння біле, маса 1000 насінин – 0,7 г. Має високу стійкість до вилягання – 9 балів, стійкість до осипання – 8 балів. Сорт середньостиглий, тривалість вегетації 105 днів. Вміст білка в насінні 20,6%, олії – 7,0%. Урожайність насіння до 22 ц/га. Зерно придатне для виготовлення борошна та олії.

Харківський 1. Сорт створено шляхом індивідуального добору із популяції *A. hypochondriacus* (К-7). Занесено до Реєстру сортів рослин України у 2001 р. як

лікарський. Рослини висотою до 160 см. Стебло і листя зелені, волоть біла компактна довжиною до 60 см. Насіння біле, маса 1000 насінин – 0,65 г, вміст олії – до 8% з високим вмістом сквалену – до 10%. Вегетаційний період – 110 днів. Врожайність насіння до 50 ц/га. Зерно використовується для виробництва олії, борошна, шроту.

Виклад основного матеріалу досліджень. Наші дослідження показують, що урожайність насіння амаранту сорту Лера мало залежала від способу сівби. Найменша врожайність у середньому за три роки була за сівби з шириною міжрядь 60 см, де вона становила лише 3,70 т/га (табл. 1). Найвищу врожайність одержано на варіанті з сівбою з міжряддями 30 см – 3,97 т/га, що на 0,27 т/га більше порівняно з варіантом з міжряддями 60 см. Це можна пояснити рівномірнішим розміщення рослин на площі і в рядку за сівби з вузькими міжряддями. Найбільша маса насіння з рослини (17,8 г) те ж була за сівби з відстанню між рядками 45 см [11, с. 85; 17, с. 801].

Таблиця 1

Урожайність насіння амаранту сорту Лера залежно від способу сівби, т/га

Спосіб сівби	Роки				Приріст урожаю	
	2021	2022	2023	середнє	т/га	%
15 см	4,02	3,95	3,82	3,93	0,23	6,2
30 см	4,05	3,98	3,88	3,97	0,27	7,3
45 см	4,00	3,94	3,82	3,92	0,22	5,9
60 см	3,75	3,70	3,65	3,70	-	-
Середнє за роком	3,95	3,89	3,79			

$HP_{0,5}$ т/га: 2021 р. – 0,13; 2022 р. – 0,12; 2023 р. – 0,12 р.

Необхідно зазначити, що істотна різниця в урожайності була лише з варіантом 60 см. Порівняння способів сівби на 15 см, 30 см та 45 см показує, що різниця в урожайності між ними була в межах помилки досліджень. Тобто, за площі живлення у формі витягнутого прямокутника (60х8 см) та щільного розміщення рослин в рядку складались несприятливі умови, що призвело до істотного зниження врожайності. За інших способів сівби одержали майже однакові результати.

Якщо способи сівби мало впливали на зернову продуктивність амаранту, то під впливом глибини сівби урожайність змінювалась у широкому діапазоні.

У наших дослідженнях найвища врожайність (3,88 т/га) зерна амаранту сорту Харківський 1 була на варіанті з загортанням насіння на 2 см (табл. 2). За мілкої глибини сівби на 1 см урожайність зменшилась на 0,21 т/га. Це можна пояснити зменшенням рівня польової схожості, маси 1000 насінин [11, с. 85; 17, с. 801]. Збільшення глибини загортання насіння до 3 см призвело до зменшення урожайності зерна до 3,47 т/га, що менше від другого варіанту на 0,41 т/га.

Різке падіння рівня врожайності відбулось за глибини сівби на 4 см. Порівняно з оптимальною глибиною сівби, урожайність знизилась до 2,37 т/га, або на 1,51 т/га. За сівби на 5 см формувалось лише 1,62 т/га, що менше порівняно з глибиною 2 см на 2,26 т/га. Це пояснюється різким зниженням польової схожості, пізнішою появою сходів і відставанням у рості впродовж вегетації. Рослини, які зійшли пізніше внаслідок глибокого загортання, відставали в рості впродовж вегетації і були низькорослішими, порівняно з сівбою на оптимальну глибину 1–3 см.

Таблиця 2

Урожайність амаранту сорту Харківський 1 залежно від глибини сівби

Глибина сівби, см	Роки			Середнє за	Зменшення врожайності	
	2022	2023	2024		т/га	%
1	3,75	3,60	3,66	3,67	-0,21	5,4
2	3,90	3,83	3,89	3,88	-	-
3	3,47	3,42	3,52	3,47	-0,41	10,6
4	2,40	2,30	2,41	2,37	-1,51	38,9
5	1,67	1,55	1,63	1,62	-2,26	58,2

HIP_{05} т/га 0,15 0,17 0,18

Висновки і пропозиції. За сівби з міжряддями 15 см, 30 см та 45 см урожайність насіння зерна амаранту сорту Лера була майже однаковою і коливалась у діапазоні 3,92–3,97 т/га.

Оптимальна глибина загортання насіння амаранту в умовах достатнього зволоження західного Лісостепу становить 2 см. Допустима глибина знаходиться в межах 1–3 см. Сівба глибше 3 см призводить до різкого зменшення продуктивності амаранту і є недоцільною.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Амарант: селекція, генетика та перспективи вирощування: монографія / Гопцій Т.І. та ін. Харків. ХНАУ. 2018. 362 с.
2. Бежацький Ю. С., Антонів С. Ф., Рудницький Б. О. Ефективність вирощування амаранту волотистого на насіння залежно від удобрення та ширини міжрядь. *Проблеми вирощування, переробки і використання амаранту на кормові, харчові і інші цілі* : перша Всеукраїнська наук.-практ. конф. Вінниця, 1995. С. 34.
3. Валентюк Н.О., Юркевич Е.О., Когут І.М. Елементи технології вирощування амаранту і післязбиральної обробки зерна амаранту. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 122. С. 167–173. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.122.24>
4. Гопцій Т.І., Лиманська С.В., Гудим О.В. Перспективи вирощування амаранту як нішевої культури у східній частині лівобережного Лісостепу. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2022. № 2. С. 11–17. <https://doi.org/10.32782/2310-0478-2022-2-11-17>
5. Гудковська Н.Б., Гопцій Т. І. Урожайність зерна амаранту залежно від строків та способів сівби в умовах лівобережного Лісостепу України. *Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія «Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво і зберігання»*. 2018. Вип. 2. С. 112–124.
6. Гусев М. Г., Войташенко Д. П. Продуктивність амаранту зернового напрямку залежно від способу сівби та норми висіву Збірник наукових праць. *Зрошуване землеробство*. Інститут землеробства південного регіону УААН. Херсон. Айлант. 2006. Вип. 46. С. 109–112.
7. Дуда О., Капштик М. Ключові елементи вирощування амаранту. *Пропозиція*. 2021. <https://propozitsiya.com/ua/klyuchovi-elementy-tehnologiyi-vyroshchuvannya-amaranu> (дата звернення: 23.01.2025).
8. Дудка М. І. Вплив способу сівби, норми висіву і рівня мінерального живлення на продуктивність амаранту волотистого. *Рослинництво і ґрунтознавство*. НУБП. Київ, 2020. Т. 11, № 1. С. 23–32 <https://doi.org/10.31548/agr2020.01.023>
9. Когут С.Г. Реакція рослин амаранту на глибину загортання насіння. *Научные труды Крымского ГАУ. Симферополь*, 2005. Вип. 91. С. 17–20.

10. Мішин С. М., Когут С. Г., Когут І. М. Математична інтерпретація залежності насінневої врожайності амаранту від густоти посіву. Зб. наук. пр. *Аграрний вісник Причорномор'я*. Одеса. ОДАУ. 2011. Випуск 57. С. 124–130.
 11. Тирус М. Урожайність амаранту залежно від способу сівби в умовах західного Лісостепу. *Вісник Львівського національного університету природокористування. Серія Агрономія*. 2024. 28. 84–88. <https://doi.org/10.31734/agronomy2024.28.084>
 12. Янюк Т.І., Грюнвальд Н.В. Виробництво амаранту в Україні: стан і перспективи. *Продовольчі ресурси*. 2022. Т.10. № 18. С. 179–192. <https://doi.org/10.31073/foodresources2022-18-18>
 13. García M. S., Olguín I. I. A., Montes J. P. C., Ramírez D. G. R., Figueroa J. S. M., Valverde E. F., Rodríguez M. R. V. Nutritional functional value and therapeutic utilization of Amaranth. *Analytical & Pharmaceutical Research* 2018. 7(5). 596–600. <https://doi.org/10.15406/japlr.2018.07.00288>
 14. Silva A.L., Bianchini A., Santos M.A., Costa P.M. C., Pereira P. S. X. Emergence and Initial Development of Amaranth (*Amaranthus cruentus* L.) BRS Alegria at Different Depths of Seeding and Water Availability. *Journal of Experimental Agriculture International*. 2019. 41(2). 1–9. <https://doi.org/10.9734/JEAI/2019/v41i230393>
 15. Topwal M. A. Review on Amaranth: Nutraceutical and Virtual Plant for Providing Food Security and Nutrients. *ACTA SCIENTIFIC AGRICULTURE*. 2019. 3(1). 9–15. <https://actascientific.com/ASAG/pdf/ASAG-03-0285.pdf>.
 16. Joshi D.C., Sood S., Hosahatti R., Kant L., Pattanayak A., Kumar A., Yadav D., Stetter M.G. From zero to hero: The past, present and future of grain amaranth breeding. *Theoretical and Applied Genetics*. 2018, 131, P. 1807–1823. <https://doi.org/10.1007/s00122-018-3138-y>
 17. Tyrus M., Lykhochvor V. Yielding capacity of amaranth grain (*Amaranthus hypochondriacus*) depending on fertilizers. *Journal of Central European Agriculture* 2022, 23 (4). P. 800–806. <https://doi.org/10.5513/JCEA01/23.4.3528>
-

УДК 631.4/504

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.2.15>

РОЗВИТОК ПРОЦЕСІВ ОПУСТЕЛЮВАННЯ ОРНИХ ЗЕМЕЛЬ В УКРАЇНІ

Ткачук О.П. – д.с.-г.н.,

професор кафедри екології та охорони навколишнього середовища,
Вінницький національний аграрний університет

Куземський В.М. – аспірант кафедри екології та охорони

навколишнього середовища,

Вінницький національний аграрний університет

У статті представлено результати опрацювання наукових літературних джерел щодо розвитку процесів опустелювання ґрунту в Україні.

За даними науковців Інституту ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського, площа ріллі в Україні, що зазнала опустелювання, складає 70 тис. га. Це близько 0,2% від загальної площі ріллі в державі. В умовах посилення процесів сухості і потепління клімату, розвитку водної ерозії ґрунту на площі 10,4 млн га ріллі, дефляції – на 7,1 млн га, порушення структури та погіршення агрофізичних властивостей – на 12,3 млн га і дегуміфікації – на 13,9 млн га, площа опустелювання ґрунтів буде зростати. Оскільки саме зазначені деградаційні процеси прискорюють аридизацію (опустелювання) ґрунтів.

Серед найефективніших заходів боротьби з опустелюванням є розширення лісистості, розробка проектів землеустрою, які роблять сівозміну екологічно та економічно обґрунтованою, створення водоохоронних зон та прибережних захисних смуг, заходи з підтримки та відновлення родючості ґрунтів. Агротехнічні заходи використовуються для зменшення шкоди від посухи. Вони включають снігозатримання, гребеневе залуження, зрошення, обводнення територій, оптимізацію структури сільськогосподарських угідь, раціональний розподіл посівних і пасовищних площ, підвищення лімітів інтенсивності вирощування сільськогосподарських культур у лісах і лісосмугах, швидку ліквідацію ерозії ґрунтів і поліпшення засолених ґрунтів.

Боротьба з опустелюванням є частиною комплексного розвитку земельних ресурсів у посушливих районах для сталого розвитку і включає заходи, спрямовані на запобігання або зменшення деградації земель, відновлення частково деградованих земель і повернення земель, втрачених через опустелювання.

Основним напрямком роботи з охорони земель, родючості ґрунтів та енергозбереження має стати впровадження нових технологій вирощування сільськогосподарських культур, включаючи ґрунтозахисні та енергозберігаючі технології, виведення малопродуктивних та еродованих земель з інтенсивного обробітку, ґрунтозахисні, меліоративні заходи та агроландшафтна організація території.

Ключові слова: опустелювання, ґрунт, рілля, причини, площа, заходи захисту.

Tkachuk O.P., Kuzemskyi V.M. Development of arable lands desertification processes in Ukraine

The article presents the results of studying scientific literary sources regarding the development of soil desertification processes in Ukraine.

According to scientists from the Institute of Soil Science and Agrochemistry named after O.N. Sokolovsky, the area of arable land in Ukraine that has undergone desertification is 70 thousand hectares. This is about 0.2% of the total area of arable land in the country. In conditions of increased processes of dryness and climate warming, the development of water erosion of the soil on an area of 10.4 million hectares of arable land, deflation – by 7.1 million hectares, structural disruption and deterioration of agrophysical properties – by 12.3 million hectares and dehumification – by 13.9 million hectares, the area of soil desertification will increase. Since it is these degradation processes that accelerate the aridization (desertification) of soils.

Among the most effective measures to combat desertification are the expansion of forest cover, the development of land management projects that make crop rotation environmentally

and economically viable, the creation of water protection zones and coastal protection strips, measures to maintain and restore soil fertility. Agrotechnical measures are used to reduce damage from drought. They include snow retention, ridge grazing, irrigation, waterlogging of territories, optimization of the structure of agricultural land, rational distribution of sown and pasture areas, increasing the limits of the intensity of growing crops in forests and forest belts, rapid elimination of soil erosion and improvement of saline soils.

Combating desertification is part of the integrated development of land resources in drylands for sustainable development and includes measures aimed at preventing or reducing land degradation, restoring partially degraded land and restoring land lost to desertification.

The main direction of work on land protection, soil fertility and energy conservation should be the introduction of new technologies for growing agricultural crops, including soil protection and energy-saving technologies, the withdrawal of low-productive and eroded lands from intensive cultivation, soil protection, land reclamation measures and agro-landscape organization of the territory.

Key words: desertification, soil, arable land, causes, area, protection measures.

Постановка проблеми. Сьогодні посушливі землі займають понад 41% поверхні суші у світі. І ця цифра неухильно зростає з кожним роком. Опустелювання загрожує життю понад мільярда людей у 100 країнах світу, не кажучи вже про інші живі організми [1].

Щороку людство продовжує втрачати 12 мільйонів гектарів землі та 75 мільярдів тонн родючого ґрунту, здатного виробляти 20 мільйонів тонн зернових. Близько 1,5 мільярда людей безпосередньо потерпають від опустелювання, деградації земель та посухи, а близько 40% страждають від нестачі води. Щохвилини у світі деградує 10 гектарів ґрунту, а 23 гектари землі страждають від опустелювання [2].

ООН оголосила десятиріччя боротьби з опустелюванням на планеті з 2010 по 2020 рік. Їїю мета – сприяти заходам щодо захисту посушливих земель. З цією метою в усьому світі вживаються різні заходи [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Олешківські піски – це найбільша пустеля в Європі, розташована на півдні України. Ці піщані ділянки, що займають площу 162000 га, або 208493 га, якщо враховувати частини, не вкриті піском, почали формуватися понад 100 років тому в результаті випасу великих стад овець. Згодом на цих землях почалася вітрова ерозія [4].

Сьогодні загроза опустелювання в Україні існує не лише в Херсонській області, де розміщені Олешківські піски. Аридіфікація також відбувається в Одеській, Миколаївській, Запорізькій та південній частині Донецької областей. Аридні оазиси з ознаками пустелі та напівпустелі починають з'являтися в Лісостеповій зоні України. Ці процеси прискорюються, а їхні площі розширюються [5].

Причинами цього є потепління клімату та парниковий ефект. Уповільнити потепління клімату можна, зменшивши викиди парникових газів. Для цього потрібно розробляти та застосовувати передові технології. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів розробило Національний план пом'якшення наслідків зміни клімату [6].

Постановка завдання. Дослідження проводилися опрацюванням літературних джерел за обраною тематикою.

Виклад основного матеріалу дослідження. Опустелювання є одним із проявів деградації земель та виснаження екосистем (наприклад, зменшення біомаси, продуктивності та видового різноманіття) внаслідок діяльності людини. Опустелювання відбувається переважно в посушливих районах внаслідок природних та антропогенних факторів, таких як вирубка лісів, надмірний випас худоби та нераціональне використання водних ресурсів [7].

Фактична вологість ґрунту в пустелях і в степу, як правило, нижча за оптимальну вологість, нижча за коефіцієнт в'янення і часто знаходиться на рівні повітряно-сухого ґрунту. У пустелях і сухих пасовищах продуктивна волога в ґрунті взагалі відсутня через потенційне і фізичне випаровування. Як наслідок, продуктивність пасовищ і полів на цих землях низька, часто нульова [8].

Основними причинами опустелювання ґрунтів є дефіцит води, тривалі посухи, надмірне зниження вологості через підвищення температури та зменшення кількості опадів, збільшення поголів'я худоби, вирубка лісів, накопичення солей, вітряний клімат, низький рівень ґрунтових вод, сільськогосподарські практики та надмірне осушення малих водойм для зрошення та рибальства [9].

Проблема лісостепових та степових територій України полягає в тому, що опустелювання є скоріше антропогенним, аніж природним явищем. Його спричиняє низка антропогенних чинників, серед яких деградація ґрунтів, збільшення розораності сільськогосподарських земель, порушення науково обґрунтованих сівозмін та забруднення ґрунтів важкими металами. Це призводить до підвищеного підкислення ґрунтів, засолення, осолонцювання та підтоплення, які є явищами, що відбуваються під впливом природних змін і зумовлені переважно антропогенними факторами [10].

За даними науковців Інституту ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського, площа ріллі в Україні, що зазнала опустелювання, складає 70 тис. га. Це близько 0,2% від загальної площі ріллі в державі [11] (табл. 1).

В умовах посилення процесів сухості і потепління клімату, розвитку водної ерозії ґрунту на площі 10,4 млн га ріллі, дефляції – на 7,1 млн га, порушення структури та погіршення агрофізичних властивостей – на 12,3 млн га і дегуміфікації – на 13,9 млн га, площа опустелювання ґрунтів буде зростати. Оскільки саме зазначені деградаційні процеси прискорюють аридизацію (опустелювання) ґрунтів. Ґрунти в Україні деградують через нестачу води та поживних речовин. Зменшується вміст гумусу, який в основному визначає родючість ґрунту і запобігає опустелюванню.

Таблиця 1

**Обсяги поширення деградаційних процесів ґрунтів України
за В.В. Медведєвим, Т.Н. Лактіоновою, Н.М. Бреус**

Вид деградації ґрунту	Площа поширення, млн га ріллі	Частка від загальної площі ріллі в Україні, %
Дегуміфікація та трофічне збіднення	13,9	43,0
Переущільнення	12,6	39,0
Порушення структури та погіршення агрофізичних властивостей	12,3	38,0
Водна ерозія	10,4	32,1
Дефляція	7,1	22,0
Закислення	5,7	17,7
Засолення	1,3	4,1
Забруднення радіонуклідами	3,6	11,1
Забруднення пестицидами	3,0	9,3
Забруднення важкими металами	2,6	8,0
Аридизація ґрунту	0,07	0,2

Джерело: [11]

На сьогоднішній день існує низка вірогідних варіантів боротьби з опустелюванням: оптимізація використання природних ресурсів, оптимізація структури сільськогосподарських угідь, покращення структури посівних площ, стандартизація використання пасовищ, заліснення деградованих ділянок та створення лісосмуг, боротьба з ерозією ґрунтів, процеси зрошення та меліорація засолених ґрунтів [12].

Перехід до ґрунтозберігаючих технологій є важливим у сільському господарстві, особливо в критичних сільськогосподарських регіонах. Технологія нульового обробітку ґрунту сьогодні вважається високоефективним способом боротьби з деградацією ґрунтів і припиненням їхнього пересихання [13].

Розвиток зрошення створює основу для зміни клімату, підвищуючи відносну вологість повітря, залучаючи більше хмар і створюючи умови для все більш рівномірного випадання опадів. При цьому прогресуючого опустелювання не зазнають не лише зрошувані землі, а й землі, що прилягають до зрошуваних земель [14].

На таких ґрунтах важливо підбирати сівозміну, що включає багаторічні трави, переважно люцерну, які активно сприяють азотфіксації та мають багатогранний ефект у відновленні родючості, залишаючи велику кількість коріння, яке розкладається і забезпечує органічною речовиною родючий шар, що покращує поживний режим через цикл біохімічних процесів. Ці трави збільшують вміст гумусу та активізують мікробіологічні процеси в ґрунті. Вирощування зернових, особливо озимих, сприяє зниженню температури ґрунту. Крім того, їхні залишки забезпечують оптимальний солом'яний покрив. Додавання до сівозміни кореневищних культур, таких як гірчиця та ріпак, дозволяє витягувати вологу з ґрунтових надр і розпушувати ґрунт [15].

Серед найефективніших заходів боротьби з опустелюванням є розширення лісистості, розробка проектів землеустрою, які роблять сівозміну екологічно та економічно обґрунтованою, створення водоохоронних зон та бережних захисних смуг, заходи з підтримки та відновлення родючості ґрунтів. Агротехнічні заходи використовуються для зменшення шкоди від посухи. Вони включають снігозатримання, гребеневе залуження, зрошення, обводнення територій, оптимізацію структури сільськогосподарських угідь, раціональний розподіл посівних і пасовищних площ, підвищення лімітів інтенсивності вирощування сільськогосподарських культур у лісах і лісосмугах, швидку ліквідацію ерозії ґрунтів і поліпшення засолених ґрунтів [16].

Боротьба з опустелюванням є частиною комплексного розвитку земельних ресурсів у посушливих районах для сталого розвитку і включає заходи, спрямовані на запобігання або зменшення деградації земель, відновлення частково деградованих земель і повернення земель, втрачених через опустелювання.

Основним напрямком роботи з охорони земель, родючості ґрунтів та енергозбереження має стати впровадження нових технологій вирощування сільськогосподарських культур, включаючи ґрунтозахисні та енергозберігаючі технології, виведення малопродуктивних та еродованих земель з інтенсивного обробітку, ґрунтозахисні, меліоративні заходи та агроландшафтна організація території.

Важливим вирішенням цієї проблеми є збільшення площі природно-заповідного фонду. Землі природно-заповідного фонду створюються для охорони та відтворення цінних природних комплексів, на території яких обмежуються або забороняються певні види господарської діяльності та встановлюється природоохоронний режим.

Для України наслідки загрози опустелювання її території полягають у наступному: прискорене скорочення потенціалу виробництва продовольства; зниження родючості ґрунтів; зменшення природної відновлювальної здатності земель; збільшення кількості підтоплень у нижній течії річок; погіршення якості води; замулення річок та озер; замулення водойм та судноплавних каналів; погіршення стану здоров'я людей через перенесення вітром пилу, включаючи захворювання очей, дихальних шляхів, алергічні захворювання та психічний стрес; постраждале населення; порушення нормального способу життя, вимушене переміщення. Проблему опустелювання на території України можна вирішити, активно працюючи над оптимізацією цього процесу [17].

Висновки і пропозиції. Фактична площа пустель в Україні 70 тис. га буде зростати внаслідок посилення процесів сухості і потепління клімату, розвитку водної ерозії ґрунту на площі 10,4 млн га ріллі, дефляції – на 7,1 млн га, порушення структури та погіршення агрофізичних властивостей – на 12,3 млн га і дегуміфікації – на 13,9 млн га. Запровадження ефективних заходів контролю та попередження процесів опустелювання сприятиме стабілізації цього виду деградації ґрунту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Конвенція Організації Об'єднаних Націй про боротьбу з опустелюванням у тих країнах, що потерпають від серйозної посухи та/або опустелювання, особливо в Африці. URL: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/995_120/print1413292086272003 (дата звернення 25.12.2024).
2. Закон України «Про приєднання України до Конвенції Організації Об'єднаних Націй про боротьбу з опустелюванням у тих країнах, що потерпають від серйозної посухи та/або опустелювання, особливо в Африці» № 61-IV від 04.07.2002 р. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/61-15>
3. Земельний кодекс України. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/2768-14> (дата звернення 25.12.2024).
4. Закон України «Про охорону земель» від 19.06.2003 р. № 962-IV.
5. Розпорядження Кабінету Міністрів України «Про схвалення Концепції боротьби з деградацією земель та опустелюванням» від 22.10.2014 р. № 1024. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1024-2014-%D1%80> (дата звернення 25.12.2024).
6. Колмаз Ю.Т., Ракоїд О.О., Проценко Л.Д., Легка О.В. Оцінювання процесів деградації земель та опустелювання: світовий та вітчизняний досвід. *Агроекологічний журнал*. 2015. № 1. С. 8–21.
7. Тараріко Ю.О., Дацько Л.В. Створення біоенергетичних агроєкосистем у контексті уповільнення процесів опустелювання. *Агроекологічний журнал*. 2014. № 4. С. 7–10.
8. Мовчан М.М. Основні напрями вирішення проблем деградації та опустелювання земель в Україні. *Моніторинг та охорона земель*. 2017. № 2. С. 85–90.
9. Проблеми опустелювання земель в Україні. URL: <http://ecology.donoda.gov.ua/problema-opustelyuvannya-zemel-v-ukraini/> (дата звернення: 09.12.2024).
10. Національна доповідь про стан родючості ґрунтів України. К.: ТОВ «ВИКПРИНТ», 2010. 111 с.
11. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2014 році. Міністерство екології та природних ресурсів України. Херсон: ФОП Грінь Д.С., 2016. 350 с.
12. Балюк С.А., Медведєв В.В., Мірошніченко М.М. Екологічний стан ґрунтів України. *Український географічний журнал*. 2012. № 2. С. 38–42.

13. Балюк С.А., Медведєв В.В., Воротинцева Л.І., Шимель В.В. Сучасні проблеми деградації ґрунтів і заходи щодо досягнення нейтрального її рівня. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 8. С. 5–11.
 14. Вожегова Р.А., Грановська Л.М. Чинники деградації та напрями відтворення родючості ґрунтів південного Степу України. *Збалансоване природокористування*. 2019. № 1. С. 75–82.
 15. Фурдичко О.І., Дребот О.І. Управління агоресурсами України засобами аерокосмічного дистанційного зондування: актуальність і перспективи. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 6. С. 5–12. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201906-01>
 16. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В. Опустелювання України. *Зерно*. 2020. № 4. С. 42–48.
 17. Методи боротьби з опустелюванням в Україні. Як не стати Сахарою. URL: <https://superagronom.com/articles/328-metodi-borotbi-z-opustelyuvannyam-v-ukrayini-yak-ne-stati-saharoyu> (дата звернення: 09.12.2024).
-

УДК 635.21: 361.523631.527.5:526.325

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.2.16>

ВРОЖАЙНІСТЬ ТА БІОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ БУЛЬБ КАРТОПЛІ ЗАЛЕЖНО ВІД ЗАСТОСОВАНИХ БІОСТИМУЛЯТОРІВ

Ховзун Р.В. – аспірант кафедри біотехнології та хімії,
Сумський національний аграрний університет

Проведене дослідження присвячене аналізу впливу дії ПАБК та ЕПС в різних концентраціях на урожайність та біометричні показники сорту картоплі Мирослава. Досліджувались п'ять комбінаційний передпосівного обробітку насіннєвих бульб картоплі в порівнянні до фонові комбінації.

Актуальність застосування біостимуляторів в Україні щороку невпинно зростає в порівнянні з минулими сезонами, зміна клімату, поява нових патогенів, нововведення щодо екологічних вимог фермерів змушують шукати екологічні засоби покращення генетичного потенціалу картоплі. Отримані результати дослідження демонструють, що застосування біостимуляторів значно покращує врожайність картоплі та підвищує відсоток крупних бульб під кущем, відповідно до сорту картоплі. Аналіз отриманих результатів врожаю доводить, що кількість та маса їстівних бульб картоплі під кущем, а також їх середня вага значно збільшуються з застосуванням обраних біостимуляторів росту. Тому економічні показники при вирощуванні бульб з застосуванням стимуляторів росту ПАБК та ЕПС підштовхують виробників картоплі зменшувати застосування мінеральних добрив чим сприяють зниженню кінцевої ціни картоплі, зменшення доз мінеральних добрив позитивно відбивається на навколишньому середовищі. Також дослідження доводить, що сорт Мирослава після застосування стимуляторів росту має найкращі показники генетичного потенціалу урожайності та товарності в групі середньостиглих сортів. Дослідження надає важливі інформаційні дані для аграріїв та фермерів, що прагнуть покращити та оптимізувати вирощування картоплі в Україні за допомогою збалансованого і раціонального підходу до біостимуляторів та мінеральних добрив. Застосування ПАБК та ЕПС сприяє зменшенню економічних затрат при вирощуванні картоплі, враховуючи актуальні ціни мінеральних добрив застосування біостимуляторів росту для покращення врожайності картоплі набуває актуальності серед фермерських господарств.

Ключові слова: картопля, врожайність, сорти картоплі, ПАБК, біостимулятори.

Khovzun R.V. Yield and biometric parameters of potato tubers depending on the applied biostimulants

The study is devoted to the analysis of the effect of PABA and EPS in different concentrations on the yield and biometric parameters of the potato variety Miroslava. Five combination pre-sowing treatments of potato seed tubers were studied in comparison with the background combination.

The relevance of the use of biostimulants in Ukraine is steadily increasing every year compared to previous seasons, climate change, the emergence of new pathogens, innovations in environmental requirements of farmers make them look for ecological means of improving the genetic potential of potatoes. The results of the study show that the use of biostimulants significantly improves potato yields and increases the percentage of large tubers under the bush, depending on the potato variety. The analysis of the obtained yield results proves that the number and weight of edible potato tubers under the bush, as well as their average weight, significantly increase with the use of selected biostimulants. Therefore, the economic performance of growing tubers with the use of PABC and EPS growth stimulants encourages potato producers to reduce the use of mineral fertilisers, which contributes to a reduction in the final price of potatoes, and the reduction of mineral fertiliser doses has a positive impact on the environment. The study also proves that the Miroslava variety, after the use of growth stimulants, has the best genetic potential for yield and marketability in the group of mid-season varieties. The study provides important information for farmers and growers seeking to improve and optimise potato production in Ukraine through a balanced and rational approach to biostimulants and mineral

fertilisers. The use of PABS and EPS helps to reduce economic costs in potato production, and given the current prices of mineral fertilisers, the use of biostimulants to improve potato yields is becoming increasingly important for farmers.

Key words: *potato, tuber, yield, potato varieties, plant nutrition, mineral fertilisers.*

Вступ. Картопля займає ключову роль у харчовій промисловості населення України та є однією передових агрокультур світового масштабу. На землях України активно впроваджуються передова технології вирощування та догляду за картоплею до таких технологій належить і передпосівний обробіток біостимуляторами насінневої картоплі, що передбачає висаджування бульб картоплі у спеціально підготовлені гребені (рядки), значно підвищуючи фізичний стан ґрунту а застосування стимуляторів росту дає змогу картоплі швидше почати випускати пагони та краще розвивати кореневу систему рослини з таких гребенях. Оптимальне обприскування біостимуляторами є вирішальним у степових зонах України де зміна клімату найсильніше відчутна, де правильний підхід до вирощування картоплі зумовлений для максимального збільшення приросту картоплі, дозволяючи рослинам інтенсивно рости та розвивати наземну масу та кореневу систему.

Методи господарювання в сучасних реаліях включають обприскування картоплі перед висаджуванням як найбільш ефективний спосіб захисту та підживлення картоплі, овочевих та фруктових культур. Цей метод сприяє стрімкому зростанню оброблюваних площ та зменшує негативний вплив на навколишнє середовище зменшуючи викид хімічні речовини. Відомо, що оптимізація обробітку бульб здатна підвищити продуктивність будь-якої культури за рахунок якісного живлення рослин що входить в склад біопрепаратів.

Біостимулятори істотно впливають на склад біохімічний картоплі, їхню харчову цінність, смакові якості та термін зберігання. Особливо вигідне використання біостимуляторів та органічних добрив, що сприяє кращому формуванню водних та фізико-механічних властивостей родючого шару. У сучасних умовах продукції картоплі, коли кількість фермерів, що застосовують біостимулятори росту, різко збільшилась, мінеральні добрива стали більш цінними, їх ефективне використання можливе лише завдяки локальному способу внесення що не є позитивним ефектом, що в свою чергу дозволяє біостимуляторам отримувати довіру від фермерів та вищу віддачу з меншими затратами.

Один із способів збільшення ефективності використання родючого шару ґрунту та всього хімічного вмісту в ґрунті полягає у використанні стимуляторів росту, які забезпечують підвищену стійкість картоплі до несприятливих умов та патогенів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У сучасних дослідженнях агрономії значну увагу приділяють підвищенню продуктивності картоплі через використання інноваційних агротехнічних методів і матеріалів, включаючи регулятори росту, генетично модифіковані сорти, а також покращення систем живлення рослин [2,3,5,8]. Значні дослідження проводяться у напрямку вивчення впливу мінерального живлення та біостимуляторів, що спрямовані на збільшення врожайності та покращення товарних характеристик бульб [9-17].

Найбільш вразливою картопля є на початкових етапах розвитку та росту. Саме через це перша обробка правильно підібраними біостимуляторами має стати обробіток насінневих бульб розчинами ПАБК та ЕПС, адже саме ці сполуки забезпечить бульби поживою та всіма компонентами які необхідні для

проростання пагонів в родючому шарі ґрунту, які задіяні на перших етапах розвитку [10,11,15]. Це сприятиме покращенню розвитку кореневої системи картоплі, так і зеленої маси картоплі. Так, наприклад, обробка насінневої картоплі стимулятором ПАБК у концентрації 0,1% забезпечувала прибавку в 14% їстівної картоплі в порівнянні до фонові комбінації. Надалі в часі вегетації вибір біостимулятора та метод його застосування буде залежати від навколишнього середовища та наявності абіотичних стресів. Для підвищення стресостійкості картоплі доцільним буде внесення по площі листка «препаратів гормонального походження» [7,9,16]. Ця агрооперація пришвидшить розвиток вегетативної маси, сформує більш потужні пагони з краще розвинутим листям, яке краще буде пристосоване до можливих несприятливих умов. Також застосування стимуляторів стає надзвичайно ефективним в разі фітотоксичності від гербіцидів. За умов браку вологи, надмірних температур кращі показники біостимулятори на основу гуматів та амінокислот таких як ПАБК [22,21]. Картопля, перебуваючи у стресі від надмірної температури, знижує синтез в необхідній кількості власних амінокислот, тому доцільне в цьому випадку застосувати біостимулятор давши його через листову поверхню [1,4,7].

Правильна система живлення є важливим аспектом технології вирощування картоплі, а застосування стимуляторів має важливий зв'язок із живленням та економікою вирощування картоплі. Насамперед, біостимулятори, окрім основних біологічних речовин, мають комплекс сполук мезо-, і мікро- елементів. І в реакції відбувається синергія, речовини покращують дію одна одної [2,3].

Підвищення температури спричинене глобальним потеплінням, різкі перепади температур, які дедалі частіше проявляються в Україні, значний брак опадів. Навряд чи хтось з аграріїв може сказати, що клімат став лояльнішим до овочівництва, що клімат допомагає в збільшенні врожайності картоплі, але все навпаки клімат стає лідером серед негативних чинників для нормального розвитку картоплі. Але реалії війни та сучасні економічні виклики не дозволяють фермерам отримувати повноцінні врожайності, які були ще 5-10 років назад. Тому виробники картоплі зобов'язані знаходити виходи із ситуації та боротися з природними викликами, що склалася [19,17,6]. Одним із найкращих таких шляхів є застосування біостимуляторів та похідних від них речовин, які дозволяють картоплі легше перенести стресові ситуації, а тому покращити врожайність бульб картоплі. На даний час, на відміну від 10, а то й 15 років тому, аграріїв не потрібно переконувати та доводити доцільність застосування біостимуляторів, мікродобрив. Про ефективність та доцільність застосування біостимуляторів у картоплі свідчать і наукові та виробничі випробування біостимуляторів [18,11,4].

Мета дослідження полягала в вивченні та пошуку ефективних і недорогих методів покращення генетичних показників бульб сорту мирослава в роках 2022-2024 та дослідженню впливу ПАБК і ЕПС в різних концентраціях на генетичне стимулювання насінневих бульб картоплі в порівнянні до фонові комбінації, вивчення ростових процесів картоплі при висаджуванні в польових умовах Сумського НАУ на дослідницьких ділянках.

Об'єктом дослідження є вивчення динаміки росту бульб картоплі після передпосівного обробітку, показників врожайності, морфологічних особливостей сорту картоплі Мирослава.

Предметом вивчення в дослідженні була концентрація нанесення біостимуляторів на бульби картоплі препаратів ПАБК – 0,05%, ПАБК – 0,5%, ЕПС – 5%, ПАБК (0,05%) + ЕПС (0,5), ПАБК (0,5%) + ЕПС (0,5).

Матеріали і методи досліджень. Дослідження були здійснені на дослідному полі Сумського НАУ впродовж 2022-2024 років на науково-дослідних полях навчально наукового комплексу Сумського НАУ, проведені дослідження проводилися з оцінки впливу застосування стимулюючих речовин нанесених на насіннєві бульби картоплі. Вміст гумусу на дослідній ділянці – 4.03, рН – 5,9.

Під час польових досліджень дотримувались всі загальноприйняті агротехнічні технології в вирощуванні картоплі, внесення добрив і обробіток ґрунту. Водночас проводилися лабораторні аналізи для визначення всіх хімічних складових бульб і інших важливих показників товарності картоплі, що дозволило забезпечити мінімальні похибки в дослідженні. Облік і статистичні опрацювання результатів виконувалися за Методикою державного сортовипробування, що забезпечило об'єктивність і точність даних.

Виклад основного матеріалу дослідження. Фокусуючись на впливі застосування біостимуляторів росту та оптимізацію методів їх внесення та концентрації біостимуляторів, ми звернули увагу на вивчення сорту Мирослава з використанням біостимуляторів які були нанесені на насіннєву картоплю перед висаджуванням на дослідну ділянку. Дана операція важлива для південної степової зони вирощування картоплі, де застосування біостимуляторів вимагає глибшого аналізу. При передпосівному обробітку картоплі Мирослава у досліді виконаний ретельний аналіз впливу ПАБК (2 – пара-амінобензойна кислота) та ЕПС з використанням різних концентрацій розчинів та їх поєднання на дослідних ділянках картоплі. Отримані дані продуктивності картоплі сорту Мирослава. З таблиці 1 видно впродовж трьох років експерименту, найкращий ефект отримано в 4 комбінації де застосовувався стимулятор росту ЕПС в концентрації 0,5%, протягом трьох років дана комбінація найкраще впливала на генетичний потенціал сорту Мирослава, також комбінація 6 з використанням поєднанням ПАБК (0,05%) + ЕПС (0,5) відзначалася по продуктивності в порівнянні до комбінації контрольної.

Дані показники результатів підтверджують вагомий вплив стимуляторів на продуктивність картоплі та пристосування до навколишніх стресів спричинених через глобальне потепління, що негативно сприяє на вирощування картоплі.

Таблиця 1

Продуктивність картоплі в залежності від типу регуляторів росту протягом періоду досліджень 2022-2024 рр., т/га

Варіант/Норма внесення	Урожайність, т/га.			
	Роки			Середня
	2022	2023	2024	
	Мирослава			
1. Фон (без обробки)	24,6	19,5	17,4	20,5
2. ПАБК (0,1%)	26,7	21,0	19,1	26,3
3. ПАБК (0,05%)	30,1	25,6	21,9	25,9
4. ЕПС (0,5%)	30,5	26,2	22,4	26,4
5. ПАБК (0,1%) + ЕПС (0,5)	29,7	24,0	21,3	25,0
6. ПАБК (0,05%) + ЕПС (0,5)	30,2	25,5	21,7	77,4
НІР _{0,5}	2,01	1,95	1,89	

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Застосування стимулятори ПАБК та ЕПС в різних концентраціях розчину мало позитивний ефект на приріст бульбо утворювання бульб під кушем. Зокрема, в експерименті встановлено, що формування бульб картоплі Мирослава під впливом біостимуляторів ПАБК та ЕПС зростала незалежно від концентрації розчину. Найбільшу кількість бульб під кушем за час дослідів формували комбінації з застосуванням ПАБК 0,05% – 0,1% та комбінація з застосуванням ЕПС в концентрації 0,5% (табл. 2), а найменше бульбоутворення відзначалася в контрольній комбінації та комбінації з поєднанням двох стимуляторів росту. В часі проведення дослідження встановлено, що в комбінація з застосуванням ПАБК (0,05%) + ЕПС (0,5) сприяло зменшенню кількості їстівних бульб картоплі Мирослава.

Таблиця 2

Вплив стимуляторів росту на бульбоутворення сорту Мирослава протягом періоду досліджень (середнє за 2022-2024 рр.)

Варіант/Норма внесення	Кількість бульб, шт.			Середня маса бульби		Структурний склад картоплі під кушем		
	з куща	з 1 га, тис	±%	г	±%	> 60 мм	30 – 60 мм	< 60 мм
1. Фон (без обробки)	6,0	343	0	61	0	11	69	20
2. ПАБК (0,1%)	7,3	416	+20	55	-10	5	71	24
3. ПАБК (0,05%)	7,4	419	+21	63	+4	11	68	21
4. ЕПС (0,5%)	7,3	415	+20	65	+5	8	70	22
5. ПАБК (0,1%) + ЕПС (0,5%)	5,4	312	-10	84	+37	14	71	15
6. ПАБК (0,05%) + ЕПС (0,5)	5,6	320	-6	82	+35	16	74	10

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Висновки. Дослідження застосування біостимуляторів на картоплі показали, що врожайність та її бульбоутворення значно залежать від генетичних показників сорту картоплі та застосованого концентрату для обробки насінневих бульб. У дослідженнях проведених за останні три роки можна зрозуміти що доцільність застосування біостимуляторів зростає, пов'язано це з стрімкою зміною клімату, щоб забезпечити рослини від стресів та знизити кошт вирощування картоплі застосування біостимуляторів є правильним рішенням в Україні

З застосуванням двох стимуляторів росту в різних концентраціях урожайність суттєво може зрости але кількість їстівної картоплі зменшиться в порівнянні до решти комбінацій.

Ці результати дають змогу зрозуміти те, що оптимальне живлення та застосування правильно вибраного біостимулятора критичне для досягнення оптимальних показників врожайності картоплі. Важливою частиною проведеного дослідження є також аналіз бульбоутворення та структури урожаю, що включає визначення кількості та маси стандартних бульб під кушем, середньої маси однієї бульби, а також товарності бульб. Застосування **ПАБК та ЕПС** здатне не лише збільшити загальну масу картоплі та бульбоутворення, а й підвищити його якість та зберігання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Khovzun, R. V. вплив біостимуляторів росту на розвиток картоплі. bulletin of sumy national agrarian university. the series: agronomy and biology, 2024, 57(3), 92–98.
2. Білінська О.М., Вишневська О.В. Формування продуктивності розсади картоплі від рослин *in vitro* в умовах закритого ґрунту залежно від застосування регулятора росту рослин Стимпо. Картоплярство України. 2018. № 1–2 (44–45). С. 32–38.
3. Білітюк А. П., Скуратівська О. В. «Біостимулятори і врожайність.» Захист рослин 10, 2000. 21–23 с.
4. Бондарчук А.А., Молоцький М.Я., Куценко В.С. Картопля. Біла Церква, 2007. Т. 3. 536 с.
5. Бондарчук А.А., Рязанцев В.Б., Верменко Ю.Я. Отримання біотехнологічними методами добазового насіннєвого матеріалу. Картоплярство. 2016. Вип. 43. С. 3–35.
6. Вдовенко С. А., Полторецький С. П., Поліщук М. І., & Вергелес, П. М. Вивчення процесів росту й розвитку рослин насіннєвої картоплі залежно від удобрення, регулятора росту та позакоренових підживлень. Сільське господарство та лісівництво. 2022. № 4 (27). С. 64–73. DOI: 10.37128/2707-5826, 2022. 4–6 с.
7. Вожегова Р.А., Балашашова Г.С., Бояркіна Л.В. Продуктивність насіннєвої картоплі за раннього збирання в умовах півдня України. Аграрні інновації. 2020. № 1. С. 79–83. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.1.13>.
8. Гордієнко В.В. Норма реакції інтродукованих зразків картоплі за господарськими ознаками в умовах Полісся України. Генетичні ресурси рослин. 2021. № 28. С. 11–19. DOI: 10.36814/pgr.2021.28.01.
9. Гордієнко В.В., Кирилішин В.В. Норма реакції інтродукованих сортів картоплі на вирощування в умовах Південного Полісся України. Картоплярство. 2016. Вип. 43. С. 110–117.
10. Дудар І., Литвин О., Бомба М., Дудар О. Перспективи виробничого використання нового сорту картоплі Княжа. Вісник Львівського національного аграрного університету. Серія: «Агрономія». 2021. № 25. С. 115–119. DOI: <https://doi.org/10.31734/agronomy2021.01.115>.
11. Ільчук Ю.Р., Ільчук Р.В., Рудник-Іващенко О.І. Реакція ранньостиглих сортів картоплі на агротехнологічні заходи вирощування в умовах Західного Лісостепу. Картоплярство. 2020. Вип. 45. С. 138–147.
12. Коблянська І., Калачевська Л., Мінта С., Строченко Н., Лукаш С. Моделювання та прогнозування цін реалізації картоплі в Україні. Agricultural and resource economics: international scientific e-journal. 2021. Vol. 7. № 4. С. 160–179. DOI: <https://doi.org/10.51599/are.2021.07.04.09>.
13. Костянець М.І. Урожайність та насіннєва продуктивність оздоровленого в культурі меристем *in vitro* насіннєвого матеріалу картоплі залежно від застосування регуляторів росту рослин та схем садіння. Картоплярство України. 2018. № 1–2. С. 44–45.
14. Купріянова Т.М., Петренко А.М., Скринько А.Ю., Колосніченко О.І., Лященко Н.А. Вплив сидерально-мінеральної системи удобрення на врожайність та вихід бульб насіннєвої фракції нових сортів картоплі. Картоплярство. 2016. Вип. 43. С. 151–157.
15. Лазарчук Л.А. Ефективність використання регуляторів росту і мікродобрив сумісно з фунгіцидами у насадженнях картоплі. Картоплярство. 2016. Вип. 43. С. 198–207.
16. Мельник І.П., Брошак І.С., Коваль В.М. Біостимулятор для картоплі. Захист рослин. 2001. № 1. С. 10.

17. Писаренко Н.В., Сидорчук В.І., Захарчук Н.А. Вивчення стійкості сортів картоплі до посухи в умовах Центрального Полісся України. Землеробство та рослинництво: теорія і практика. 2021. Вип. 2. С. 91–95. DOI: 10.54651/agri.2021.02.12.
 18. Рязанцев В.Б. Вплив стимуляторів росту на продуктивність оздоровленої картоплі в розсадній культурі. Картоплярство. 2010. Вип. 39. С. 115–124.
 19. Спаський Г.В., Трутенко Г.О. Аналіз виробництва та споживання овочів і картоплі в регіонах України. Економіка АПК. 2021. Том 28, № 7. С. 28–37. DOI: <https://doi.org/10.32317/2221-1055.202107028>.
 20. Ткачук О. О. «Екологічна безпека та перспективи застосування регуляторів росту рослин.» 2014.
 21. Томашевська О.А. Галузь картоплярства в Україні: сучасний стан та ключові проблеми. Міжнародний науковий журнал «Інтернаука». 2019. № 3 (65). С. 53–57.
 22. Чередниченко Л.М., Фурдига М.М., Томаш А.І. Оцінка вітчизняних сортів та селекційного матеріалу картоплі за стійкістю проти альтернаріозу надземної частини рослин на природному інфекційному фоні. Картоплярство. 2016. Вип. 43. С. 191–197.
-

УДК 633.11:631.95: 631.81

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.2.17>

ВПЛИВ НОВИХ СПОЛУК НА БАЗІ ТРІАЗОЛЬНИХ ГРУП НА ПОКАЗНИКИ СХОЖОСТІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

Хорошун І.В. – к.с.-г.н.,

докторант кафедри селекції і насінництва,

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Назаренко М.М. – д.с.-г.н.,

професор кафедри селекції і насінництва,

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Коваленко С.І. – д.фарм.н., професор,

провідний науковий співробітник,

Науково-дослідний інститут хімії та геології

Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара

Похідні триазолу демонструють значний потенціал у сфері оптимізації агротехнологій завдяки їхньому широкому спектру дії. Триазоли регулюють біохімічні та фізіологічні процеси в рослинах, сприяючи збалансованому росту та розвитку. Для сортів Творчість Одеська, МІП Аеліта, МІП Довіра, Новатус, ЛГВД 154260СБ був проведений аналіз з визначення характеристик енергії проростання (4 доби) та лабораторної схожості (7 діб) для обробки водним розчином перспективних ріст-регулюючих речовин СА-64 (калій [1,2,4] триазоло[1,5-с]хіназолін-2-тіолат), СА-79 (калій тетразоло[1,5-с]хіназолін-5-тіолат), СА-67 (5-(2-амінофеніл)-1Н-1,2,4-триазол-3-тіол). Контролем була дистильована вода. Робочі розчини застосовували у концентраціях 0,01 %, 0,02 % та 0,04 %. Пророщування проводили в рулонах фільтрувального паперу. Показники енергії проростання та лабораторної схожості не залежали від генотипу насіння. Основним фактором впливу була концентрація речовини. Вплив концентрації на лабораторну схожість був менш вираженим, ніж на енергію проростання, що свідчить про більш згладжену дію за концентраціями для цього параметра. В усіх випадках до максимального позитивного ефекту призвела дія СА-64 0,02 %, хоча дія препарату може бути не така виражена в залежності від сорту (сорти Новатус та ЛГВД 154260СБ). СА-79 у концентрації 0,02 % є найбільш перспективною речовиною для покращення лабораторної схожості завдяки рівномірному впливу, незалежності від сорту та високій ефективності. Різниця у впливі між СА-79 і СА-64 є статистично значимою, що підтверджує переваги використання СА-79. СА-64 0,02 % також може бути використана, але з урахуванням сортових особливостей. СА-67 не рекомендована для використання через її негативний вплив на схожість. Різниця статистично достовірна між усіма вивченими речовинами. Дискримінантний аналіз результатів дослідження підтверджує, що СА-64 і СА-79 демонструють достовірні відмінності у впливі на насіннєвий матеріал. Це засвідчено їхнім поділом на окремі групи за характеристиками дії. СА-64 і СА-79 можуть застосовуватися як стимулятори схожості пшениці озимої, проте СА-79 демонструє перевагу за своїм ефектом, але його дію більш залежить від різниці по сортах та якості насіннєвого матеріалу. Концентрація 0,02 % є оптимальною для досягнення покращення схожості без негативного впливу на насіннєвий матеріал. Подальше дослідження ефективності СА-79 у практичних польових умовах є доцільним для підтвердження її перспективності як стимулятора росту.

Ключові слова: пшениця озима, схожість, енергія проростання, триазольна група.

Khoroshun I.V., Nazarenko M.M., Kovalenko S.I. Influence of new compounds on the base of triazoline groups for the similarity of winter wheat

Similar triazoles demonstrate significant potential in the field of optimization of agricultural technologies and their wide range of activities. Triazols regulate biochemical and physiological processes in plants, promoting balanced growth and development. For varieties Tvorchist Odeska, MIP Aelita, MIP Dovira, Novatus, LGVD 154260SB, an analysis was conducted to determine the

characteristics of germination energy (4 days) and laboratory germination (7 days) for treatment with an aqueous solution of promising growth regulators CA-64 (potassium [1,2,4]triazolo[1,5-c]quinazoline-2-thiolate), CA-79 (potassium tetrazolo[1,5-c]quinazoline-5-thiolate), CA-67 (5-(2-aminophenyl)-1H-1,2,4-triazole-3-thiol). Distilled water was used as the control. Working solutions were used in concentrations of 0.01 %, 0.02 % and 0.04 %. Germination was carried out in rolls of filter paper. Indicators of germination energy and laboratory similarity did not correspond to the present genotype. The main factor in the surge was the concentration of speech. The influx of concentration on laboratory similarity is less pronounced, less on germination energy, which indicates a more smoothed effect on the concentrations for this parameter. In all cases, the maximum positive effect was achieved by the action of SA-64 0.02 %, although the action of the drug may not be as pronounced in the duration of the variety (varieties Novatus and LGVD 154260SB). CA-79 at a concentration of 0.02 % is the most promising reagent for increasing laboratory similarity and uniform infusion, independence from the variety and high efficiency. The difference between the injection between CA-79 and CA-64 is statistically significant, which confirms the superiority of the alternative CA-79. CA-64 0.02 % can also be used, in addition to varietal characteristics. CA-67 is not recommended for testing due to its negative impact on similarity. The difference is statistically reliable between all the different words. Discriminant analysis of the research results confirms that CA-64 and CA-79 demonstrate reliable performance when injected onto suspended material. This is confirmed by its subsection on the edge of the group based on the characteristics of the activity. CA-64 and CA-79 can be considered as stimulants of similarity of winter wheat, while CA-79 demonstrates superiority in its effect, otherwise it will be more likely to lie due to the difference in varieties and vigor canvas material. A concentration of 0.02 % is optimal for achieving an increase in similarity without a negative flow onto the carrier material. Further investigation of the effectiveness of CA-79 in practical field minds is sufficient to confirm its promise as a growth stimulator.

Key words: winter wheat, germination, energy of germination, triazol group.

Постановка проблеми. Похідні триазолу демонструють значний потенціал у сфері оптимізації агротехнологій завдяки їхньому широкому спектру дії. Триазоли регулюють біохімічні та фізіологічні процеси в рослинах, сприяючи збалансованому росту та розвитку [1, 3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Використання похідних триазолу сприяє підвищенню стійкості сільськогосподарських культур до стресових умов, включаючи засуху, екстремальні температури та патогенні організми. Триазоли позитивно впливають на формування генеративних органів, забезпечуючи збільшення кількості та якості врожаю. Завдяки дії триазолів поліпшується ефективність використання води, мінеральних добрив та інших агрохімікатів, що є важливим у сучасних умовах ресурсозбереження [5, 6, 9].

В умовах глобального потепління триазоли сприяють забезпеченню стабільності агротехнологій, дозволяючи культурам пристосовуватися до змін кліматичних умов [2, 4].

Поєднання захисних і регуляторних властивостей робить похідні триазолу унікальними у контексті сучасних агротехнологій. Завдяки своїм фунгіцидним властивостям, триазоли забезпечують ефективний захист від широкого спектра збудників захворювань, таких як грибові інфекції [7, 8].

Метою дослідження було визначити межі мінливості за лабораторними параметрами, такими як схожість та енергія проростання, залежно від: сорту досліджуваних зразків, типу застосованої речовини, концентрації речовини, що використовувалася під час обробки.

Постановка завдання. В умовах науково-дослідного поля науково-освітнього центру практичної підготовки Дніпровського державного аграрно-економічного університету виявили в результаті попереднього випробування як більш перспективні сорти Творчість Одеська, МП Аеліта, МП Довіра (Україна), Новатус (Німеччина), ЛГВД 154260СБ (Франція) для котрих було проведено лабораторне

дослідження з визначення характеристик енергії проростання (4 доби) та лабораторної схожості (7 діб) після дії водним розчином можливих стимуляторів СА-64 (калій [1,2,4]триазоло[1,5-с]хіназолін-2-тіолат), СА-79 (калій тетразол[1,5-с]хіназолін-5-тіолат), СА-67 (5-(2-амінофеніл)-1Н-1,2,4-триазол-3-тіол). Контролем була дистильована вода. Робочі розчини застосовували у концентраціях 0,01 %, 0,02 % та 0,04 %. Пророщування проводили рулонним методом. Відбирали чотири проби по 50 зерен.

Математико-статистичну обробку проводили за факторним аналізом ANOVA, групування та класифікацію даних методом дискримінантного аналізу. В усіх випадках застосовували пакети «базова статистика» та «мультифакторні методи аналізу» програми Statistic 10.0.

Виклад основного матеріалу дослідження. У таблиці 1 наведені результати дослідження, що демонструють вплив речовини СА-64 (яскраво вираженої гідрофільної сполуки) на енергію проростання та лабораторну схожість насіння.

Таблиця 1

Аналіз впливу на енергію проростання та схожість для СА-64

Сорт	Вода	0,01 %	0,02 %	0,04 %
Енергія проростання				
Творчість Одеська	83,0±0,2 ^a	85,5±0,3 ^b	88,0±0,4 ^c	79,5±0,3 ^d
МІП Аеліта	83,5±0,3 ^a	85,0±0,3 ^b	87,5±0,4 ^c	79,5±0,3 ^d
МІП Довіра	83,0±0,2 ^a	85,5±0,3 ^b	87,5±0,4 ^c	79,0±0,2 ^d
Новатус	80,0±0,3 ^a	84,5±0,3 ^b	87,0±0,4 ^c	79,5±0,2 ^a
ЛГВД 154260СБ	80,5±0,2 ^a	84,5±0,3 ^b	87,0±0,4 ^c	79,0±0,3 ^d
Лабораторна схожість				
Творчість Одеська	93,0±0,2 ^a	94,5±0,3 ^b	95,5±0,4 ^b	90,5±0,5 ^c
МІП Аеліта	93,5±0,2 ^a	94,5±0,3 ^b	96,0±0,4 ^c	90,5±0,5 ^d
МІП Довіра	93,0±0,2 ^a	94,5±0,3 ^b	96,0±0,4 ^c	90,0±0,5 ^d
Новатус	90,5±0,3 ^a	93,5±0,3 ^b	95,5±0,4 ^c	89,5±0,5 ^a
ЛГВД 154260СБ	90,0±0,2 ^a	93,5±0,3 ^b	95,5±0,4 ^c	89,5±0,5 ^a

Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA за концентраціями при P0,05

Загалом показники енергії проростання та лабораторної схожості не залежали від генотипу насіння ($F = 5,00$; $F_{0,05} = 6,59$; $P = 0,08$). Основним фактором впливу була концентрація речовини ($F = 24,45$; $F_{0,05} = 5,19$; $P < 0,01$). Вплив концентрації на лабораторну схожість був менш вираженим, ніж на енергію проростання, що свідчить про більш згладжену дію за концентраціями для цього параметра. Сорт Новатус виділюється ($F = 5,17$; $F_{0,05} = 4,11$; $P = 0,03$) своєю реакцією, насіння цього сорту мало нижчу якість у контрольному варіанті. Концентрація речовини є вирішальним фактором, що впливає на схожість та енергію проростання. Концентрація СА-64 0,04 % є шкідливою для більшості сортів, але дія цієї концентрації була менш вираженою у сорту Новатус. Енергія проростання зростала до концентрації 0,02 %, що свідчить про стимулюючу дію цієї концентрації. При концентрації 0,04 % спостерігався значимий негативний ефект (крім сорту Новатус). У більшості сортів показник знижувався на 0,5–4,0 % у порівнянні з контролем, і ця

різниця була статистично достовірною. Сорт Новатус продемонстрував меншу чутливість до токсичної дії концентрації 0,04 % ($F = 4,92$; $F_{0,05} = 4,34$; $P = 0,04$), що свідчить про його стабільнішу реакцію у порівнянні з іншими сортами. Концентрація 0,04 % виявилася токсичною для більшості досліджених сортів, знижуючи енергію проростання

Лабораторна схожість зростала до концентрації 0,02 %, що вказує на стимулюючий ефект цієї концентрації для більшості сортів. При концентрації 0,04 % схожість знижувалася, окрім сортів Новатус та ЛГВД 154260СБ ($F = 4,78$; $F_{0,05} = 4,34$; $P = 0,04$). У цих сортів за дії СА-64 відзначено більш складну реакцію, а саме: різниця між контролем та СА-64 0,01 % була статистично достовірною, різниця між контролем та СА-64 0,02 % також була достовірною, різниця між СА-64 0,01 % та 0,02 % була достовірною, але концентрація 0,04 % у цих сортів не спричинила значимого негативного ефекту.

У більшості сортів концентрація 0,04 % знижувала лабораторну схожість на 0,5–3,0 % у порівнянні з контролем, і ця різниця була статистично достовірною. Негативний вплив концентрації 0,04 % значною мірою залежав від сорту та якості насіннєвого матеріалу.

Дослідження впливу СА-79 (ярко-вираженої гідрофільної сполуки) на параметри енергії проростання та лабораторної схожості (Таблиця 2) показало, що показники енергії проростання та лабораторної схожості не залежали від генотипу сорту ($F = 5,66$; $F_{0,05} = 6,59$; $P = 0,08$), що свідчить про універсальність дії СА-79 щодо різних сортів. Концентрація СА-79 значно впливала на обидва параметри ($F = 23,17$; $F_{0,05} = 5,19$; $P < 0,01$). Дія на енергію проростання та схожість була приблизно рівнозначною, що вказує на узгоджений ефект речовини на обидва аспекти розвитку насіння.

Сорт Новатус виділився при попарному порівнянні ($F = 6,22$; $F_{0,05} = 4,11$; $P = 0,03$). Спостерігалось зростання лабораторної схожості на 4,5–7,5 % при оптимальній концентрації СА-79 (0,02 %).

Таблиця 2

Аналіз впливу на енергію проростання та схожість для СА-79

Сорт	Вода	0,01 %	0,02 %	0,04 %
Енергія проростання				
Творчість Одеська	83,0±0,2 ^a	87,0±0,4 ^b	88,5±0,4 ^c	81,5±0,2 ^d
МПП Аеліта	83,5±0,2 ^a	87,5±0,4 ^b	88,5±0,4 ^b	81,0±0,3 ^c
МПП Довіра	83,0±0,2 ^a	87,5±0,4 ^b	89,0±0,4 ^c	80,5±0,3 ^d
Новатус	80,5±0,2 ^a	86,0±0,3 ^b	88,5±0,4 ^c	79,5±0,2 ^a
ЛГВД 154260СБ	80,0±0,2 ^a	86,0±0,4 ^b	88,5±0,4 ^c	79,0±0,2 ^d
Лабораторна схожість				
Творчість Одеська	93,0±0,2 ^a	96,5±0,3 ^b	98,0±0,4 ^c	89,0±0,4 ^d
МПП Аеліта	93,5±0,2 ^a	96,5±0,3 ^b	97,5±0,3 ^c	89,0±0,5 ^d
МПП Довіра	93,0±0,2 ^a	96,0±0,3 ^b	97,5±0,4 ^c	89,5±0,4 ^d
Новатус	90,5±0,3 ^a	95,0±0,3 ^b	98,0±0,4 ^c	88,5±0,4 ^a
ЛГВД 154260СБ	90,0±0,2 ^a	95,5±0,3 ^b	97,5±0,4 ^c	89,0±0,4 ^a

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

Ефект зростання енергії проростання був загальним для більшості сортів при концентрації 0,02 %. Це підтверджує, що дана концентрація є оптимальною для стимуляції енергії проростання. За дії концентрації 0,04 % спостерігався значний негативний вплив на енергію проростання. У більшості сортів показник знижувався на 0,5–2,5 % порівняно з контролем, що було статистично достовірним.

Сорт МП Аеліта не продемонстрував значного зростання енергії проростання навіть при концентрації 0,02 % ($F = 4,92$; $F_{0,05} = 4,34$; $P = 0,04$). Це вказує на менш виражену позитивну реакцію на СА-79 порівняно з іншими сортами. Сорт Новатус при концентрації 0,04 % сорту вдалося уникнути значного зниження енергії проростання ($F = 5,11$; $F_{0,05} = 4,34$; $P = 0,03$). Цей сорт демонстрував відносно стабільну реакцію навіть при токсичних концентраціях, що виділяє його серед інших.

Лабораторна схожість зростала за дії концентрації 0,02 %, що вказує на оптимальну стимуляцію для більшості сортів. Це підтверджується статистично достовірними відмінностями в порівнянні з контролем. При концентрації 0,04 % спостерігався суттєвий негативний ефект, зниження схожості становило 4,0–7,5 % порівняно з контролем, що було статистично достовірним.

Сорти Новатус та ЛГВД 154260СБ :показали при концентрації 0,04 % зниження схожості на рівні контролю, що виділяє їх стійкість до дії СА-64 у високих концентраціях ($F = 5,45$; $F_{0,05} = 4,34$; $P = 0,03$). Спостерігалася складна картина оскільки різниця між контролем та СА-64 0,01 % була достовірною, різниця між контролем та СА-64 0,02 % також була достовірною, відмінності між СА-64 0,01 % і СА-64 0,02 % виявилися статистично значимими. В усіх випадках до значимого позитивного ефекту призвела дія СА-79 0,02 %. Різниця з попереднім чинником статистично достовірна ($F = 4,45$; $F_{0,05} = 3,49$; $P = 0,03$).

Результати впливу СА-67 (слабо-вираженої гідрофільної сполуки) на енергію проростання та лабораторну схожість показали, що енергія проростання та лабораторна схожість не залежали від фактору сорту ($F = 4,10$; $F_{0,05} = 6,59$; $P = 0,08$), що свідчить про слабку сортову специфіку дії цієї речовини. Показники залежали лише від концентрації СА-67 ($F = 10,19$; $F_{0,05} = 5,19$; $P < 0,01$). Проте ефект дії концентрацій СА-67 був менш чітко диференційованим, порівняно з іншими речовинами, наприклад, СА-64. Сорти Новатус та ЛГВД 154260СБ виділилися за попарним порівнянням, що вказує на певну індивідуальну реакцію цих сортів на застосування СА-67.

Енергія проростання демонструвала незначне збільшення на рівні 0,01 % концентрації СА-67, але ефект був слабким, лише на 1,0–2,0 % вище за контроль. При підвищенні концентрації до 0,02 %, спостерігалася зниження енергії проростання до рівня контролю в сортах Новатус та ЛГВД 154260СБ, а у сортів Творчість Одеська, МП Аеліта, МП Довіра показник знизився нижче контрольного рівня. На рівні 0,04 % концентрації негативний ефект ставав значущим: зниження енергії проростання на 6,0–8,5 % у порівнянні з контролем, що підтверджується статистично достовірними результатами.

Лабораторна схожість за дії СА-67 не збільшувалася, за винятком сортів Новатус та ЛГВД 154260СБ, проте цей позитивний ефект був статистично недостовірним за концентрації 0,01 %. При концентрації 0,02 % схожість суттєво знижувалася, порівняно з першою концентрацією і контролем, що є достовірно негативним ефектом. На рівні 0,04 % концентрації спостерігався сильний негативний вплив на схожість у всіх досліджуваних сортах: зниження на 7,0–9,5 % відносно контролю. Цей ефект є статистично достовірним.

Таблиця 3

Аналіз впливу на енергію проростання та схожість для СА-67

Сорт	Вода	0,01 %	0,02 %	0,04 %
Енергія проростання				
Творчість Одеська	83,0±0,2 ^a	84,5±0,3 ^b	81,0±0,5 ^c	75,0±0,5 ^d
МІП Аеліта	83,5±0,2 ^a	84,5±0,3 ^b	81,5±0,5 ^c	75,5±0,5 ^d
МІП Довіра	83,0±0,2 ^a	85,0±0,2 ^b	80,5±0,5 ^c	75,5±0,6 ^d
Новатус	80,5±0,2 ^a	82,0±0,3 ^b	80,0±0,5 ^a	74,0±0,5 ^c
ЛГВД 154260СБ	80,0±0,2 ^a	82,0±0,2 ^b	80,5±0,5 ^a	74,5±0,5 ^c
Лабораторна схожість				
Творчість Одеська	93,0±0,3 ^a	93,5±0,4 ^a	90,5±0,2 ^b	84,5±0,5 ^c
МІП Аеліта	93,5±0,3 ^a	93,5±0,4 ^a	90,5±0,3 ^b	84,0±0,5 ^c
МІП Довіра	93,0±0,3 ^a	93,5±0,4 ^a	90,0±0,3 ^b	84,5±0,5 ^c
Новатус	90,5±0,3 ^a	92,0±0,3 ^b	88,0±0,4 ^c	83,5±0,5 ^d
ЛГВД 154260СБ	90,0±0,2 ^a	91,5±0,2 ^b	88,0±0,4 ^c	83,0±0,5 ^d

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

Загалом, вплив препарату СА-67 навіть у низьких концентраціях (0,01 %) максимум мав незначний позитивний характер, тоді як підвищення концентрації призводило до істотного погіршення схожості. Порівняння з попередніми препаратами також підтверджує значно гірший ефект СА-67 ($F = 11,14$; $F_{0,05} = 3,49$; $P = 0,003$).

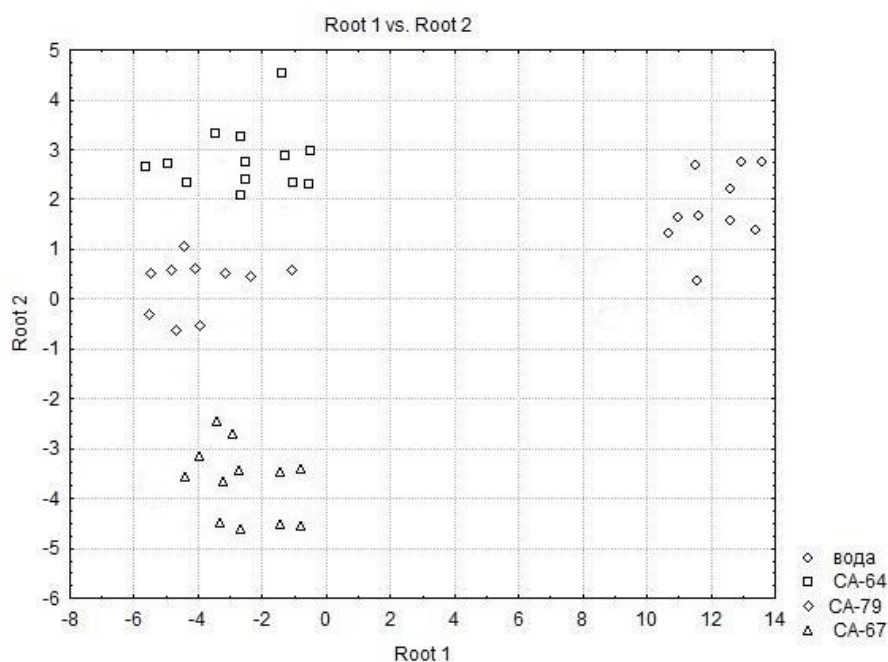


Рис. 1. Результати дискримінантного аналізу за типом речовини

Дискримінантний аналіз результатів дослідження підтверджує, що СА-64 і СА-79 демонструють достовірні відмінності у впливі на насіннєвий матеріал. Це засвідчено їхнім поділом на окремі групи за характеристиками дії на графіку (Рисунок 1).

За підсумками дослідження встановлено, що речовини СА-64 і СА-79 у концентрації 0,02 % мають статистично достовірний стимулюючий ефект на схожість насіння озимої пшениці. Однак, серед них більш виражену позитивну дію показала речовина СА-79 у цій самій концентрації.

Висновки і пропозиції. СА-64 і СА-79 можуть застосовуватися як стимулятори схожості пшениці озимої, проте СА-79 демонструє перевагу за своїм ефектом, але його дію більш залежить від різниці по сортах та якістю насіннєвого матеріалу. Концентрація 0,02 % є оптимальною для досягнення покращення схожості без негативного впливу на насіннєвий матеріал. Подальше дослідження ефективності СА-79 у практичних польових умовах є доцільним для підтвердження її перспективності як стимулятора росту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Bordes J., Ravel C., Le Gouis J., Lapiere A., Charmet G., Balfourier F. Use of a global wheat core collection for association analysis of flour and dough quality traits. *Journal of Cereal Science*. 2011. 54. P. 137–134.
2. Cann D., Hunt J., Rattey A., Porker K. Indirect early generation selection for yield in winter wheat. *Field Crops Research*. 2022. 282. 108505.
3. Essam F., Badrya M., Aya M. Modeling and forecasting of wheat production in Egypt. *Advances and Applications in Statistics*. 2019. 59(1). P. 89–101.
4. Jaradat A. Simulated climate change differentially impacts phenotypic plasticity and stoichiometric homeostasis in major food crops. *Emirates Journal of Food and Agriculture*. 2018. 30(6). P. 429–442.
5. Groeneveld M., Grunwald D., Piepho H.P., Koch H.J. Crop rotation and sowing date effects on yield of winter wheat. *The Journal of Agricultural Science*. 2024. 1. P. 1–11.
6. Miedaner T., Juroszek P. Climate change will influence disease resistance breeding in wheat in Northwestern Europe. *Theoretical and Applied Genetics*. 2021. 134. P. 1771–1785.
7. Sushchenko I. G., Kabar A. M., Kovalenko S. I., Lykholat Y. V., Sayenko A. A. Evaluation of the influence of a new triazole derivative on the period vegetation and 1st phase of growth of creeping clover seeds white (*Trifolium repens* L.). *Ecology and Noospherology*. 2024. 35. P.78–83.
8. Zhao C., Liu B., Piao S., Wang X., Lobell D.B., Huang Y., Huang M.T., Yao Y.T., Bassu S., Ciais P. Temperature increase reduces global yields of major crops in four independent estimates. *Proceedings of National Academy of Sciences of USA*. 2017. 114. P. 9326–9331.
9. Wakatsuki H., Ju H., Nelson G.C., Farrell A.D., Deryng D., Meza F., Hasegawa T. Research trends and gaps in climate change impacts and adaptation potentials in major crops. *Current Opinions in Environment Sustainability*. 2023. 60. 101249.

УДК 631.8:633.8

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.2.18>

ВПЛИВ МІКРОДОБРИВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТУ ГІРЧИЦІ БІЛОЇ ОСЛАВА

Шакалій С.М. – к.с.-г.н., доцент,

доцент кафедри рослинництва,

Полтавський державний аграрний університет

Баган А.В. – к.с.-г.н., доцент,

доцент кафедри селекції, насінництва і генетики,

Полтавський державний аграрний університет

Марініч Л.Г. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри рослинництва,

Полтавський державний аграрний університет

Четверик О.О. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри селекції, насінництва і генетики,

Полтавський державний аграрний університет

Коливання кліматичних ресурсів, з тенденцією до підвищення температури, сьогодні вимагають розширення асортименту сільськогосподарських культур, у тому числі й олійних. Це можливо, за рахунок введення в сівозміну більш посухостійких культур, які мають можливість легко пристосовуватися до різних умов вирощування. Однією з таких культур є біла гірчиця. Мета наших досліджень полягала у вивченні впливу різних видів мікродобрив на показники врожайного потенціалу сорту гірчиці в умовах Лісостепу України. Об'єкт досліджень: процес формування продуктивності рослин гірчиці сорту Ослава залежно від способів застосування та видів мікродобрив та регуляторів росту рослин. Для отримання високих та стабільних урожаїв сільськогосподарських культур недостатньо створювати оптимуми за температурним режимом, вологозабезпеченням та вмістом елементів живлення у ґрунті, важливо сформувати відповідні морфоструктури рослин та продуктивний агрофітоценоз. Число стручків на одній рослині, в середньому за три роки, склало 40,6-52,4 штук в залежності від варіанта, що вивчається. Найбільше число стручків відзначено у варіантах з використанням біодобрив Бактива (51,5 шт.), Тіабен Т (47,5 шт.) та Нітрофікс (52,4 шт.). При обробці препаратом Вінос ТК відзначено найнижче значення даної ознаки – 40,6 штук, що було нижче від значень у контролі. Найбільш висока врожайність насіння гірчиці (1,81-1,82 т/га) сформувалася на тлі передпосівного використання препаратів Бактава, Тіабен Т та Нітрофікс перевищувало значення у варіанті без обробки. У таких випадках відзначені найбільші показники елементів структури врожаю, зокрема кількість стручків на рослині – 47,5-52,4 штук; насіннева продуктивність однієї рослини – 3,26-3,90 г та маса 1000 насіння – 6,15-6,35 г. Рекомендовано використання препаратів Бактава, Тіабен Т та Нітрофікс для передпосівної обробки насіння гірчиці для отримання найбільшої урожайності насіння.

Ключові слова: гірчиця, мікродобрива, передпосівна обробка, врожайність, маса 1000 зерен.

Shakalii S.M., Bahan A.V., Marinich L.H., Chetveryk O.O. The effect of microfertilizers on the productivity of the white mustard variety Oslav

Fluctuations in climatic resources, with a tendency to increase temperature, today require an expansion of the range of agricultural crops, including oilseeds. This is possible by introducing more drought-resistant crops into the crop rotation, which are able to easily adapt to different growing conditions. One of such crops is white mustard. The purpose of our research was to study the influence of different types of microfertilizers on the yield potential of the mustard variety in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine. The object of research: the process of forming the productivity of mustard plants of the Oslava variety depending on the methods of application

and types of microfertilizers and plant growth regulators. To obtain high and stable yields of agricultural crops, it is not enough to create optima in terms of temperature regime, moisture supply and content of nutrients in the soil, it is important to form the appropriate morphostructures of plants and a productive agrophytocenosis. The number of pods on one plant, on average over three years, was 40.6-52.4 pieces, depending on the variant being studied. The largest number of pods was noted in the variants using the biofertilizers Baktiva (51.5 pcs.), Tiaben T (47.5 pcs.) and Nitrofix (52.4 pcs.). When treated with the drug Binoc TK, the lowest value of this characteristic was noted – 40.6 pcs., which was lower than the values in the control. The highest mustard seed yield (1.81-1.82 t/ha) was formed against the background of the pre-sowing use of the drugs Baktava, Tiaben T and Nitrofix, exceeding the value in the variant without treatment. In such cases, the highest indicators of the elements of the crop structure were noted, in particular, the number of pods per plant – 47.5-52.4 pcs.; seed productivity of one plant – 3.26-3.90 g and the weight of 1000 seeds – 6.15-6.35 g. It is recommended to use the preparations Baktava, Tiaben T and Nitrofix for pre-sowing treatment of mustard seeds to obtain the highest seed yield.

Key words: mustard, microfertilizers, pre-sowing treatment, yield, weight of 1000 grains.

Постановка проблеми. Коливання кліматичних ресурсів, з тенденцією до підвищення температури, сьогодні вимагають розширення асортименту сільсько-господарських культур, у тому числі й олійних. Це можливо, за рахунок введення в сівозміну більш посухостійких культур, які мають можливість легко пристосовуватися до різних умов вирощування. Однією з таких культур є біла гірчиця [1-3]. Від рівня кількісних параметрів жирних кислот в олії гірчиці його використовують безпосередньо, в їжу і для приготування різних страв і продуктів. Згідно з даними багатьох дослідників, які вказують, що при вмісті ерукової кислоти до 20-30 %, гірничну олію можна використовувати в технічній промисловості, і зокрема, для виробництва біопалива [4-6].

Гірчиця, з агрономічної точки зору, екологічно чистий та ефективний ресурс органічної речовини для ґрунту. У зв'язку з цим, потенціал врожайності і економічний ефект від впровадження гірчиці білої, як перспективної олійної культури, багато в чому залежатиме від застосування адаптивних до місцевих ґрунтово-кліматичних умов. За даними численних дослідників норма висіву культури найбільш дешевий і економічно ефективний прийом технології обробітку [7-9].

Проблема дефіциту елементів живлення у ґрунтах і сьогодні залишається актуальною. Оскільки культурні рослини гостро потребують них, це питання вирішується внесенням хімічних добрив, використання яких вимагає додаткових фінансових вкладень і зачату призводять до виникнення агроекологічно хрисків [10]. У зв'язку з цим, сьогодні, перспективним напрямом все частіше стає застосування мікродобрив та регуляторів росту, які менш затратні у фінансовому плані та легко застосовуються у сучасній агротехнології будь-якої сільськогосподарської культури. Останнім часом, у зв'язку з розвитком інтересу до екологізації землеробства, ці методи дедалі інтенсивніше впроваджуються [11-16]. Серед методів застосування мікродобрив використовуються передпосівна обробка насіння та позакоренева обробка вегетуючих рослин на вибір, якого впливають багато факторів, у тому числі і диспаритет цін.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Стратегічним напрямом розвитку аграрного сектору України є виробництво олійних культур – важливого джерела ефективної і прибуткової діяльності сільськогосподарських підприємств. Олійні культури відіграють важливе значення у вирішенні продовольчої проблеми, забезпечують якісними високобілковими кормами тваринницький комплекс та являють собою цінну сировину для переробної промисловості [12]. На світовому ринку попит на олійні культури має тенденцію до зростання, що обумовлено збільшенням частки населення, орієнтованого на правильне харчування, споживання

здебільшого рослинних жирів, а також інтенсивним нарощуванням виробництва біопалива, синтезованого з рослинних олій [13-15].

Використання стимуляторів росту рослин дозволяє збільшити обсяги виробництва сільськогосподарської продукції. Вченими була встановлена ефективність передпосівної обробки насіння біостимуляторами росту. Доведено посилення ростових процесів та збільшення висоти рослин понад 1 см після обробки насіння гороху препаратом Емістим С [17].

Грамотне застосування біопрепаратів забезпечує одержання високих агрономічних та економічних результатів. Також вони суттєво покращують екологічну та санітарно-гігієнічну обстановку. Застосування їх дозволяє більш раціонально використовувати матеріальні та енергетичні ресурси та вирішувати багато питань, зумовлених забрудненням довкілля агрохімікатами та пестицидами [18-20].

Постановка завдання. Мета наших досліджень полягала у вивченні впливу різних видів мікродобрив на показники врожайного потенціалу сорту гірчиці в умовах Лісостепу України. Об'єкт досліджень: процес формування продуктивності рослин гірчиці сорту Ослава залежно від способів застосування та видів мікродобрив та регуляторів росту рослин. Дослідження проводили упродовж 2022-2024 рр. в СФГ «Татіана», що знаходиться в Лубенському районі Полтавської області. Схемою досліді передбачалося вивчення одного сорту гірчиці Ослава, оригінатор – Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН України та включеної до Державного реєстру селекційних досягнень України в 2012 році.

Ґрунт земельної ділянки – чорнозем типовий малогумусний. Механічний склад ґрунту – важкий суглинок. Характеризується такими агрохімічними показниками: вміст гумусу в шарі 0-20 см – 4,85 %, 20-40 см – 3,91 %. За даними агрохімічного обстеження ґрунти дослідного поля добре забезпечені основними елементами живлення рослин. В орному шарі міститься 11-13 мг азоту, що гідролізується (за Корнфілдом), 10-15 мг рухомого фосфору (за Чириковим), 16-20 мг обмінного калію на 100 г ґрунту (за Чириковим).

Закладення всіх польових дослідів, проведення обліків, спостережень та підрахунків здійснювалося згідно з діючими методиками та вказівками. Фенологічні спостереження за фазами розвитку рослин проводили візуально з відміткою дати повних сходів, повного цвітіння та повного дозрівання, настання яких фіксувалося при 75 % рослин. Кількість рослин, що зійшли і збереглися до збирання гірчиці підраховували на закріплених ділянках (1 м²) у дворазовій повторності. Урожайність культури визначали ваговим методом, при аналізі структурних компонентів урожаю оцінювали 30 рослин за такими ознаками: висота рослин, кількість гілок і стручків на рослині, кількість насіння в стручку, маса насіння з рослини та маса 1000 насінин.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для отримання високих та стабільних урожаїв сільськогосподарських культур недостатньо створювати оптимуми за температурним режимом, вологозабезпеченням та вмістом елементів живлення у ґрунті, важливо сформувати відповідні морфоструктури рослин та продуктивний агрофітоценоз.

Елементи структури врожаю, насамперед, залежать від біологічних особливостей виду, та від агротехнічних прийомів обробітку. Обробка насіння мікроелементними добривами тією чи іншою мірою сприяла збільшенню структурних показників рослин гірчиці.

Найбільша кількість стручків на рослинах гірчиці у 2023 році, де їх кількість на одній рослині варіювала в межах від 39,5 при обробці Винос ТК до 54,3 штук

при використанні Нітрофікс. Найнижча кількість стручків на рослині відзначено в 2022 році, і знаходилося в межах 39,6-51,6 штук, залежно від варіанта. При цьому максимальна кількість стручків сформована у варіанті з Нітрофіксом (51,6 шт.) та Бактива (48,3 шт.).

Кількість гілок на рослині варіює за варіантами від 37 до 59 штук при 39 штук на рослині в контрольному варіанті. Найбільше гілок рослини сформували у разі з Бактива і Нітрофікс – 5,0 і 5,9 штук.

Висока варіабельність цього показника за роками спостерігалася у випадках з Вінос ТК, Гуматом калію, Фаст старт і Вітакс, де коефіцієнт варіації становив 30,1-36,7 %. Кількість, що утворилися гілок на рослині в цих варіантах, коливалася від 3,3-4,5 штук у 2023 році до 4,3-6,4 штук у 2022 році.

Число насіння в одному стручку практично не змінювалося як за варіантами дослідження, так і за роками вивчення. Коефіцієнт варіабельності був дуже низьким – 3,8 %. У середньому число насіння в стручку складало 5,1-5,8 штук.

Найбільша насіннева продуктивність однієї рослини, в середньому за роки, відзначена у варіанті з використанням Бактива, де маса насіння з рослини становила 3,90 г і суттєво на 1,46 г перевищувала варіант без обробки, та на 0,53-1,78 г – інші варіанти (табл. 1).

Таблиця 1

**Кількість насіння в стручку,
залежно від передпосівної обробки мікродобривами**

Варіант	2022 р	2023 р	2024 р	середнє	V, %
Контроль	5,2	5,5	5,2	5,3	3,27
Альбіт	5,6	5,4	5,3	5,4	2,81
Бактива	5,4	5,1	5,1	5,2	3,33
Бімакс	5,4	6,1	4,7	5,4	12,96
Вітакс	5,4	5,3	5,5	5,4	1,85
Вінос ТК	5,5	5,4	6,1	5,7	6,68
Гумат калію	5,4	5,4	5,0	5,3	4,38
Нітрофікс	5,2	5,2	5,0	5,1	2,25
Номінал ультра	5,1	5,4	4,9	5,1	4,90
Тіабен Т	5,5	5,8	5,2	5,5	5,45
Стиракс	5,3	5,8	5,3	5,5	5,28
Фаст старт	5,6	5,3	4,9	5,3	6,67
Регоплант	6,1	5,9	5,3	5,8	7,22

В умовах 2022 найбільша продуктивність однієї рослини відзначена у варіантах з Бактива і Нітрофікс, яка склала 3,71 і 3,28 г, відповідно. При цьому тут відзначено найнижчу мінливість цієї ознаки, коефіцієнт варіації становив 17,1 %.

У 2023 році маса насіння з однієї рослини максимальною була при обробці насіння Тіабен Т (3,29 г), Альбітом (3,37 г) та Бактива (4,02 г). Амплітуда варіювання даного структурного елемента за варіантами становила 199 %.

У 2024 році висока продуктивність однієї рослини 3,97 та 3,68 г відзначена у варіантах з обробкою Бактива та Тіабен Т. Варіювання насінневої продуктивності рослини за роками, незалежно від препарату, що вивчається, була високою.

У середньому за три роки, маса 1000 насінин гірчиці за варіантами варіювала в межах 5,71-6,35 г. Більше насіння отримане у варіантах із застосуванням мікродобрив Нітрофікс (6,25 г) і Бактива (6,35 г), перевищення щодо контролю становило 0,49 та 0,59 г.

Досить дрібне насіння сформувалося в 2024 році, маса 1000 насіння тут варіювала від 5,46 до 6,40 г. Найбільше насіння відзначено у варіантах з Бактива (6,40 г) і Альбітом (6,28 г), маса 1000 яких перевищувала контрольний варіант на 0,42-0,54 г.

Найбільші та вирівняні насіння сформувалися в умовах 2023 року, показник маси 1000 насінин склав 5,70-6,32 г.

Застосування мікроелементних добрив займає важливе місце в сучасних технологіях вирощування культури, які істотно впливають на її продуктивність, а врожайність, у свою чергу, відображає весь комплекс біологічних властивостей та адаптивні можливості культури і є основним показником, що дозволяє судити про реакцію культури на агроприйоми, що вивчаються.

У наших дослідженнях передпосівна обробка насіння різними видами біопрепаратів стимулювала тією чи іншою мірою збільшення продуктивності гірчиці та сприяла формуванню врожайності культури на рівні 1,59-1,82 т/га, що на 0,01-0,24 т/га було вище щодо контрольного варіанту (табл. 3).

Таблиця 3

Урожайність насіння гірчиці за роки досліджень

Варіант	2022 р.	2023 р.	2024 р.	середнє
Контроль	1,49	1,57	1,68	1,58
Альбіт	1,69	1,61	1,79	1,70
Бактива	1,72	1,81	1,90	1,81
Бімакс	1,51	1,60	1,78	1,63
Вітакс	1,62	1,59	1,72	1,64
Вінос ТК	1,56	1,69	1,63	1,63
Гумат калію	1,64	1,68	1,63	1,65
Нітрофікс	1,75	1,81	1,90	1,82
Номінал ультра	1,64	1,65	1,71	1,67
Тіабен Т	1,69	1,81	1,93	1,81
Стиракс	1,72	1,69	1,73	1,71
Фаст старт	1,66	1,52	1,71	1,63
Регоплант	1,54	1,57	1,68	1,59
НІР ₀₅	0,09	0,07	0,09	0,14

Найбільш ефективними були Бактива (1,81 т/га), Тіабен Т (1,81 т/га) та Нітрофікс (1,82 т/га), врожайність насіння при обробці якими на 0,23-0,24 т/га перевищувала контроль. При використанні інших препаратів зазначалося статистично незначне збільшення врожайності насіння на 0,01-0,13 т/га, при НІР-0,14 т/га.

Найбільшу врожайність насіння було отримано у 2024 році, коливання якої за варіантами знаходилися в межах 1,63-1,93 т/га. Обробка насіння біодобривами Бактива, Альбіт, Тіабен Т, Бімакс і Нітрофікс сприяла отриманню достовірного збільшення врожайності на 0,10-0,25 т/га щодо контрольного варіанту, при

найменшій суттєвій різниці 0,09 т/га. Найбільш ефективними були Бактива, Нітрофікс та Тіабен Т, при обробці якими сформувався найбільший урожай насіння 1,90 та 1,93 т/га. При використанні Вінос ТК та Гумату калію відмічено несуттєве зниження продуктивності культури до 1,63 т/га.

У посушливих умовах 2022 року врожайність гірчиці була найнижчою, з незначними змінами за варіантами від 1,49 до 1,72 т/га. При цьому практично всі препарати, що вивчаються, сприяли суттєвого збільшення врожайності на 0,13-0,26 т/га. Виняток склали варіанти з використанням препаратів Бімакс, Вінос ТК та Регоплант, де збільшення врожаю було мінімальним, лише 0,02-0,07 т/га.

У 2023 році найбільша надбавка врожаю відзначена у варіантах із застосуванням мікродобрив Бактива, Нітрофікс та Тіабен Т, яка склала 0,24 т/га при НІР – 0,07 т/га. У цих варіантах отримано максимальну врожайність гірчиці – 1,81 т/га. У інших випадках врожайність насіння становила 1,57-1,69 т/га, при 1,57 т/га контролю. Виняток становив варіант, де проводилася передпосівна обробка насіння Фаст старт, де відмічено незначне зниження продуктивності насіння – до 1,52 т/га.

Таким чином, при використанні мікродобрив як передпосівна обробка насіння найбільш ефективними були Бактива, Тіабен Т та Нітрофікс, обробка якими стимулювала формування високих показників елементів структури, у тому числі числа стручків на рослині (47,5-52,4 штук), насінневої продуктивності однієї рослини (3,26-3,90 г) та маси 1000 насінин (6,15-6,35 г), а також найбільшої врожайності насіння (1,81 та 1,82 т/га), що на 14,5-15,2 % перевищувала контрольний варіант.

Висновки і пропозиції. Число стручків на одній рослині, в середньому за три роки, склало 40,6-52,4 штук в залежності від варіанта, що вивчається. Найбільше число стручків відзначено у варіантах з використанням біодобрив Бактива (51,5 шт.), Тіабен Т (47,5 шт.) та Нітрофікс (52,4 шт.). При обробці препаратом Вінос ТК відзначено найнижче значення даної ознаки – 40,6 штук, що було нижче від значень у контролі. Найбільш висока врожайність насіння гірчиці (1,81-1,82 т/га) сформувалася на тлі передпосівного використання препаратів Бактива, Тіабен Т та Нітрофікс перевищувало значення у варіанті без обробки. У таких випадках відзначені найбільші показники елементів структури врожаю, зокрема кількість стручків на рослині – 47,5-52,4 штук; насіннева продуктивність однієї рослини – 3,26-3,90 г та маса 1000 насіння – 6,15-6,35 г. Рекомендовано використання препаратів Бактива, Тіабен Т та Нітрофікс для передпосівної обробки насіння гірчиці для отримання найбільшої урожайності насіння.

Перспективою подальших досліджень є вивчення впливу біопрепаратів на посівні якості насіння гірчиці та використання більшої кількості сортів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Шакалій С. М., Кулик Є. І. Вплив способів обробки біостимуляторами на посівні якості насіння соняшника. Таврійський науковий вісник. 2024. № 137. С. 343–351. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.40>
2. Домарацький Є.О. Адаптація агротехніки вирощування основних сільськогосподарських культур до змін кліматичних умов південного Степу України. Онтогенез – стан, проблеми, та перспективи вивчення рослин в культурних та природних ценозах: матеріали Міжнар. наук. – практ. конф. Херсон: РВЦ «Колос», 2016. С. 14–16.
3. Льон олійний, гірчиця. Стратегія виробництва олійної сировини в Україні (малопоширені культури): монографія / І.А. Шевченко та ін. Запоріжжя: Статус, 2017. 44 с.

4. Бутенко С. О., Цзя Пей Пей. Вплив регуляторів росту рослин на якість насіння гірчиці в умовах Північно-Східного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 124. С. 10–18. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.124.2>.
5. Вишнівський П. С., Вишневський В. С. Вплив рівня удобрення та позакореневого підживлення на формування продуктивності різних видів гірчиці. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2015. № 22. С. 99–109.
6. Вовченко Ю. В. Особливості росту й розвитку видів гірчиці залежно від погодних умов періоду вегетації. *Вісник Харківського національного аграрного університету*. 2009. № 4. С. 65–73.
7. Губенко Л. В., Любич О. Я. Вплив добрив на продуктивність гірчиці білої. *Зернові культури*. 2020. Т. 4, № 2. С. 289–295. DOI: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0137>.
8. Марчук І. У., Розстальний В. М., Макаренко В. Є. Добрива та їх використання: довідник. Київ: Арістей, 2010. 254 с.
9. Маслак О. Основні тенденції ринку олійного насіння. *Пропозиція*. 2013. № 2. С. 4–7.
10. Мельник А. В., Жердецька С. В. Вплив доз мінеральних добрив на врожайність гірчиці ярої сизої в умовах Північно-Східного Лісостепу України. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2017. № 269. С. 177–185.
11. Шакалій С. М., Юрченко С. О., Баган А. В., Шевченко В. В., Зароза А. О. Особливості росту та розвитку соняшника залежно від біопрепаратів. *Вісник ПДАА*. 2022. № 3. С. 11–17. <https://dspace.pdau.edu.ua/handle/123456789/12566>
12. Колосок В. Г., Бутенко С. О. Видові особливості формування якості насіння гірчиці в умовах північно-східного Лісостепу України. *Вісник Сумського НАУ*. 2023. № 1. (51). С. 64–71. DOI: <https://doi.org/10.32782/agrobio.2023.1.8>
13. Andrii Melnyk, Peipei Jia, Tetiana Melnyk, Andrii Butenko, Volodymyr Kolosok, Sergey Butenko. The influence of plant growth regulators on morphological indexes and performance of Brassica juncea l. in the forest-steppe of Ukraine. *Proceedings of the 3rd International Conference on Agriculture (ICA 2022) Atlantis press. (Part of Springer Nature) Series: Advances in Biological Sciences Research*. 2023. P. 11–19. DOI: https://doi.org/10.2991/978-94-6463-168-5_3
14. Шакалій С. М., Сенчук Т. Ю., Шевченко В. В., Баган А. В., Сенчило О. О. Формування урожайного потенціалу гібридів соняшника залежно від породи бджіл. *Таврійський науковий вісник*. № 121. 2021. С. 115–121. <https://dspace.pdau.edu.ua/handle/123456789/11249>
15. Мельник Т. І., Алі Ш., Колосок В. Г. Якість насіння гірчиці білої залежно від сорту та норм висіву в умовах північно-східного Лісостепу України. *Таврійський науковий Вісник*. 2020. № 113. С. 92–97. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.13>
16. Миколайко І. І. Формування елементів структури урожаю гірчиці залежно від сортових особливостей. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. No 27 (3). С. 19–25.
17. Булигін С. Ю., Кролевець О. О., Коцарева Н. В., Коваленко А. М. Вплив добрив на мікрофлору ґрунту і ризофлору гірчиці. *Вісник аграрної науки. Рослинництво, кормовиробництво*. 2020. № 3. С. 13–19.
18. Гамаюнова В. В., Хоненко Л. Г., Коваленко О. А., Гирля Л. М. Урожайність гірчиці залежно від погодних умов та норми висіву на чорноземах південних. *Таврійський науковий вісник*. Херсон: Айлант, 2014. Вип. 88. С. 50–56.
19. Лис Н. М., Боднар О. Й., Ткачук Н. Л., Мойсей С. І., Іванюк Р. С. Вплив мікробіологічних препаратів на продуктивність гірчиці: збірник наук. праць ННЦ Інститут землеробства НААН. 2015. Вип. 2. С. 143–151.
20. Оксимець О. Л. Продуктивність гірчиці білої залежно від технологічних прийомів вирощування в Лісостепу: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: 06.01.09. К.: ННЦ «Інститут землеробства УААН, 2007. 12 с.

УДК 633.854.78 : 631. 51

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.2.19>

ОПТИМІЗАЦІЯ ОБРОБІТКУ ЧОРНОЗЕМІВ ЗВИЧАЙНИХ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ВРОЖАЙНОСТІ СОНЯШНИКА В УМОВАХ ЗМІН КЛІМАТУ

Шевченко С.М. – д.с.-г.н., с.н.с.,

доцент кафедри загального землеробства та ґрунтознавства,

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Мицик О.О. – к.с.-г.н., доцент,

завідувач кафедри загального землеробства та ґрунтознавства,

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Деревенець-Шевченко К.А. – к.б.н., с.н.с.,

провідний науковий співробітник лабораторії захисту рослин,

Державна установа Інститут зернових культур

Національної академії аграрних наук України

Шевченко О.М. – к.с.-г.н., с.н.с.,

провідний науковий співробітник лабораторії землеробства та родючості ґрунтів,

Державна установа Інститут зернових культур

Національної академії аграрних наук України

Прищедько Н.О. – асистент кафедри загального землеробства

та ґрунтознавства,

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Новіков Д.І. – аспірант кафедри загального землеробства та ґрунтознавства,

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Рациональне використання агротехнологій у степовій зоні України є основою сталого землеробства. Системи обробітку ґрунту суттєво впливають на врожайність, родючість ґрунту, водний баланс і контроль бур'янів. З огляду на зростаючу вартість енергоресурсів і зміни клімату, важливо визначити оптимальні прийоми обробітку для чорноземів звичайних, що домінують у регіоні. Метою роботи було оцінити вплив різних способів основного обробітку ґрунту (оранка, чизелювання, дискування) на агрофізичні властивості, запаси вологи, забур'яненість і врожайність соняшника в умовах степової зони. Дослідження проводили у 2021–2023 роках на чорноземі звичайному (гумус – 3,2 %, рН – 7,1) в умовах фермерського господарства «Фенікс Агро» Синельниківського району, Дніпропетровської області. У досліді використовували гібрид соняшника ЛГ50510, плуг Kverneland RN 100, чизель Artiglio 500 та дискову борону БДВ-3. Методи включали аналіз агрофізичних показників ґрунту (щільність, запаси вологи), облік бур'янів і врожайності. Оранка забезпечила найвищу щільність ґрунту – 1,15 г/см³, що сприяло збереженню доступної вологи (45,6 мм у шарі 0–30 см перед сівою). Запаси вологи в метровому шарі перед сівою досягали 167,3 мм, а в період стиглості знижувались до 19,8 мм. Чизелювання забезпечувало 162,2 мм, дискування – 158,4 мм. Забур'яненість була найнижчою при оранці – 20,6 шт./м², тоді як чизелювання та дискування фіксували 24,1 та 32,6 шт./м² відповідно. Врожайність соняшника при оранці досягла 3,48 т/га, чизелюванні – 3,22 т/га, дискуванні – 2,87 т/га. Найкращі результати щодо запасів вологи, забур'яненості та врожайності отримані при застосуванні оранки на глибину 23–25 см. Проте чизелювання та дискування є енергоощадними альтернативами, особливо для умов обмежених ресурсів. Результати можуть бути корисними для фермерів та агрономів, які працюють у посушливих регіонах України.

Ключові слова: соняшник, обробіток ґрунту, забур'яненість, урожайність, економічна ефективність.

Shevchenko S.M., Mytsyk O.O., Derevenets-Shevchenko K.A., Shevchenko O.M., Pryshedko N.O., Novikov D.I. Optimisation of ordinary chernozem tillage for enhancing sunflower yield under climate change conditions

The rational use of agro-technologies in the steppe zone of Ukraine is fundamental to sustainable farming. Soil tillage systems significantly influence crop yield, soil fertility, water balance, and weed control. Considering the rising costs of energy resources and climate change, it is essential to determine optimal tillage practices for ordinary chernozems, which predominate in the region.

This study aimed to evaluate the impact of different primary tillage methods (ploughing, chiselling, and disking) on soil physical properties, moisture retention, weed infestation, and sunflower yield in the steppe zone. The research was conducted between 2021 and 2023 on ordinary chernozem (humus content – 3.2%, pH – 7.1) under the conditions of “Phoenix Agro” farm, Synelnykove District, Dnipropetrovsk Region. The study utilised the sunflower hybrid LG50510, the Kverneland RN 100 plough, the Artiglio 500 chisel, and the BDV-3 disc harrow.

The methods included analysing soil physical properties (density and moisture reserves), weed counts, and crop yield. Ploughing ensured the highest soil density of 1.15 g/cm³, which promoted the retention of available moisture (45.6 mm in the 0–30 cm soil layer before sowing). Moisture reserves in the one-metre soil layer reached 167.3 mm before sowing but decreased to 19.8 mm by the maturity stage. Chiselling maintained 162.2 mm of moisture, while disking resulted in 158.4 mm. Weed infestation was lowest with ploughing (20.6 plants/m²), whereas chiselling and disking recorded 24.1 and 32.6 plants/m², respectively.

Sunflower yield reached 3.48 t/ha under ploughing, 3.22 t/ha with chiselling, and 2.87 t/ha with disking. The best results in terms of moisture retention, weed control, and yield were achieved using ploughing at a depth of 23–25 cm. However, chiselling and disking represent energy-efficient alternatives, particularly under resource-limited conditions. The findings may prove valuable to farmers and agronomists working in Ukraine’s arid regions.

Key words: sunflower, soil tillage, weed infestation, yield, economic efficiency.

Постановка проблеми. Головним завданням інноваційного розвитку землеробства на даному етапі освоєння адаптивних принципів його функціонування є систематизація і моделювання його елементів на основні впровадження наукової динаміки та сучасних технологічних розробок, які дозволяють суттєво підвищити рівень врожайності та якості сільськогосподарської продукції.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Досягнення високих темпів зростання виробництва зернової продукції в значній мірі залежить від рівня наукового забезпечення галузі зерновиробництва, що пов’язано з недостатніми темпами освоєння нових короткоротаційних сівозмін, прийомів основного обробітку ґрунту, формування ерозійностійких сільськогосподарських ландшафтів та моделювання ґрунтозахисного блоку в системі землеробства зони Степу [2, 7]. Посилаючись на високу науковість даної проблеми, існуючі протиріччя в комплексі завдань щодо регулювання і оптимізації таких напрямків стабілізації як зростання виробничих показників, ефективне використання засобів виробництва в землеробстві, вирішення актуальних проблем збереження ґрунтів і навколишнього середовища, зниження антропогенного тиску на екологічні об’єкти [9, 11].

Одним з найбільш енерговитратних елементів в землеробстві степової зони залишається обробіток ґрунту, тому на сучасному етапі його розвитку найбільш актуальною залишається проблема мінімізації обробітку за рахунок зменшення глибини розпушення, частоти проведення ґрунтообробних операцій та використання рослинних рештків культур сівозміни для підтримання балансу гумусу в системі [10, 12].

Актуальність вивчення основного обробітку ґрунту невіддільно зростає з одного боку в зв’язку з деградацією ґрунтів, втратою їх оптимальних агрофізичних параметрів, підвищення ступеня забур’яненості посівів, погіршення водного режимів в агрофітоценозах, а з іншого внаслідок гострої необхідності диференціації

системи основного обробітку ґрунту на фоні суттєвого збільшення асортименту знарядь обробітку ґрунту та їх практичного освоєння в ґрунтозахисних та енергозберігаючих моделях землеробства [3, 10, 13].

В даному випадку слід звернути увагу на те, що значні зміни в системі основного обробітку ґрунту відбуваються внаслідок трансформації структури посівних площ оскільки окремі сільськогосподарські культури відрізняються між собою за специфікою реакції на агросистемні зміни на фоні різних прийомів обробітку [4, 11].

Постановка завдання. Для проведення виробничої перевірки та підтвердження відповідальності одержаних результатів науковим рекомендаціям, які базуються на вивчені ефективності основного обробітку ґрунту при вирощуванні сояшника в польових дослідів виробничий експеримент було проведено в фермерському господарстві «Фенікс Агро» Синельниківського району Дніпропетровського області.

За гідрометеорологічним, ґрунтовими характеристиками, а також за рівнем технологічного розвитку на виробничих полях дане фермерське господарство належить до типових представників даного регіону і дозволяє розповсюджувати свій агрономічний і виробничий досвід для північно-східної степової зони України.

За комплексом показників, що характеризують ґрунтовий покрив чорнозему звичайного середньопотужного малогумусного повнопрофільного його потенціал родючості дозволяє регулярно вирощувати високі врожаї сільськогосподарських культур.

Це підтверджує середні показники балу бонітету 62–69 та показники вмісту гумусу (за Тюрнімом) в орному шарі (0–30 см) в межах 3,1–3,3 %, нітратного азоту – 22,3–25,7 мг/кг, рухомого фосфору – 128 мг/кг, обмінного калію – 231 мг/кг ґрунту. Реакція ґрунтового розчину – 7,1. На фоні достатнього високих температур повітря липень (22,8 °C) сума щорічних опадів в районі виробничого експерименту становить 485 мм [1, 8].

Гідротермічні умови в роки проведення польових досліджень 2021–2023 рр. характеризувалися достатньо сприятливим температурним режимом та забезпеченням вологою (табл. 1).

Таблиця 1

Гідротермічні умови у виробничому досліді за вегетаційний період сояшника, °C (за даними Синельниківської метеостанції)

Рік/місяць	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень
Середньомісячна температура повітря, °C					
2021	8,1	18,9	21,7	23,1	21,9
2022	7,9	18,1	21,8	22,9	21,2
2023	10,8	18,8	21,2	22,7	21,7
Середньо-багаторічна	10,9	18,4	21,0	22,4	21,5
Кількість опадів за місяць, мм					
2021	42,6	40,1	38,9	44,6	40,2
2022	47,2	39,1	30,2	64,2	47,2
2023	45,0	61,2	44,2	45,4	53,2
Середньо-багаторічна	31,8	35,2	37,4	46,5	42,7

Враховуючи актуальність проблеми збереження родючості ґрунтів для дослідження була вибрана схема, яка передбачала варіанти з використанням таких прийомів обробітку ґрунту та ґрунтообробних знарядь: оранка на глибину 23–25 см плуг Kverneland RN 100; глибоке чизельне розпушування на глибину 25–27 см агрегатом Artiglio 500; мілкий дисковий на глибину 10–12 см дисковою бороною БДВ-3 [5, 6].

В дослідках застосовували сучасні технічні засоби виробництва на проведенні сівби просапною сівалкою VESTA 8 PROFI, зернозбиральний комбайн Massey Ferguson, а також високо ефективний гербіцид Прімекстра TZGold 500S, к.с. (Металохлор, 312,5 г/л + Тербутилазин, 187,5 г/л) та високопродуктивний гібрид соняшнику ЛГ50510 компанії Лімагрейн, що дозволило своєчасно і якісно провести технологічні операції вирощування соняшника.

Виклад основного матеріалу дослідження. Як показав аналіз прийомів основного обробітку ґрунту вони виявилися ефективним заходом регулювання вологозапасів, контролювання ступеня забур'яненості, формування біометричних параметрів рослин соняшника та в цілому забезпечення високого рівня урожайності і економічної ефективності виробництва.

Найбільш широке уявлення про агрофізичний стан ґрунту в виробничому досліді залежно від прийомів вирощування соняшника надають нам експериментальні дані наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

Залежність агрофізичних параметрів ґрунту від прийомів основного обробітку в шарі 0–30 см (середнє за 2021–2023 рр.)

Обробіток ґрунту		
Оранка на глибину 23–25 см	Чизель-глибокорозпушувач на глибину 25–27 см	Мілкий дисковий на глибину 10–12 см
Щільність складення ґрунту, г/см ³		
1,15/1,31*	1,19/1,32	1,22/1,35
Твердість ґрунту, кг/см ²		
7,8/36,4	9,1/38,7	11,4/42,1
Вологість ґрунту, %		
23,9/14,3	23,0/14,0	22,4/13,4
Доступні запаси вологи, мм		
45,6/9,1	45,0/8,6	43,9/8,2

* перед сівбою/повна стиглість

Як видно найбільше наближення показників твердості та щільності складення ґрунту до оптимальних параметрів на початку вегетації соняшника спостерігалося на фоні проведення оранки 7,8 кг/см² та 1,15 г/см³, відповідно. Важливо, що глибокий обробіток, як оранка так і чизелювання забезпечував поєднання стабільного розуцільнення ґрунту з пріоритетом накопичення більших запасів доступної вологи в ґрунті в 30-ти см шарі порівняно з дисковим обробітком на 1,1–1,6 мм (перед сівбою).

Вплив прийомів основного обробітку ґрунту на запаси доступної вологи розповсюджувався також на повний метровий профіль, що свідчить про важливу здатність розпушення чорнозему з точки зору накопичення вологи та водоспоживання.

На початку вегетаційного періоду соняшника оранка забезпечувала накопичення запасів доступної вологи в метровому шарі на рівні 162,2–167,3 мм (табл. 3). В той час, як на фоні мілкого дискування обсяги накопичення вологи становили 150,7–157,5 мм.

Таблиця 3

Залежність запасів доступної вологи в посівах соняшника від прийомів основного обробітку ґрунт (в шарі 0–100 см), мм

Розвиток соняшника за шкалою ВВСН	Прийом обробітку ґрунту								
	Оранка на глибину 23–25 см			Чизель- глибокорозпушувач на глибину 25–27 см			Мілкий дисковий на глибину 10–12 см		
	Роки								
	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023
ВВСН 10–12	164,8	162,2	167,3	156,3	154,8	159,7	154,2	150,7	157,5
ВВСН 51–53	119,2	111,3	131,1	115,9	110,9	127,6	114,9	113,2	115,7
ВВСН 65–67	79,8	74,9	82,1	76,0	74,0	77,9	72,7	72,1	72,8
ВВСН 92–99	22,6	20,5	24,7	22,6	20,2	24,1	21,9	19,8	23,6

Про високий рівень вологоспоживання соняшника свідчать мінімальні запаси вологи на стадії розвитку ВВСН 92–99 (повна стиглість), які були вичерпані до рівня 19,8–24,7 мм. Важливо відмітити, що переваги, за показником продуктивних запасів вологи в метровому шарі ґрунту, глибокого полицевого та безполицевого обробітку спостерігалися протягом всіх фаз росту та розвитку соняшника.

Одна з найважливіших функцій основного обробітку ґрунту полягає в зниженні ступеня забур'яненості посівів соняшника. Обстеження виробничої дослідної ділянки показало, що фітоценоз бур'янів сформований на основі найбільш шкодочинних видів, таких як: амброзія полинолиста, лобода біла, березка польова, щиріця звичайна, осот рожевий, плоскуха звичайна, тонконіг однорічний, гірчак березковідний.

На фоні внесення ґрунтового гербіциду Пріме́кстра TZGold, к.с. на момент проведення міжрядного обробітку ступінь забур'яненості посівів соняшника не мав критичного значення для конкурентних відносин оскільки щільність бур'янів розміщувалася залежно від прийому обробітку ґрунту в межах 20,6–32,6 шт./м² (табл. 4)

До завершення вегетації і проведення збирання врожаю насіння соняшника ступінь забур'яненості посівів культури завдяки проведенню механічного догляду кількість бур'янів суттєво знизилася до рівня 6,7–12,6 шт./м². Як видно з таблиці 6.5 при цьому зберігався фітосанітарний пріоритет оранки на фоні якої зберіглося 6,7 шт./м² бур'янів, в той час як мілкий дисковий обробіток поступався в цьому компоненті – 13,4 шт./м².

У фітоценотичній структурі бур'янів, що розвивалися в посівах соняшника домінували малорічні види, хоча небезпеку, не в меншій мірі представляли багаторічні коренепаросткові агробіологічні види. Враховуючи агробіологічні особливості і своєрідність механічного впливу на ґрунт найбільшу небезпеку багаторічні форми представляли на фоні мілкого дискового обробітку на глибину 10–12 см – 1,7 шт./м².

Таблиця 4

**Залежність ступеня забур'яненості посівів соняшника
від заходів контролювання бур'янів в фазі 4–6 листків, шт./м²
(середнє за 2021–2023 рр.)**

Обробіток ґрунту	Кількість бур'янів, шт./м ²		
	малорічні	багаторічні	всього
Оранка на глибину 23–25 см	19,1	1,5	20,6
Чизель-глибокорозпушувач на глибину 25–27 см	23,5	2,8	26,3
Мілкий дисковий на глибину 10–12 см	28,9	3,7	32,6

Таблиця 5

**Залежність ступеня забур'яненості посівів соняшника від прийомів
контролювання бур'янів в фазі повної стиглості, шт./м²
(середнє за 2021–2023 рр.)**

Обробіток ґрунту	Кількість бур'янів, шт./м ²		
	малорічні	багаторічні	всього
Оранка на глибину 23–25 см	6,6	0,1	6,7
Чизель-глибокорозпушувач на глибину 25–27 см	8,9	0,9	9,8
Мілкий дисковий на глибину 10–12 см	12,7	1,7	13,4

Найбільш об'єктивно шкодочинність бур'янів розраховується на основі використання такого показника забур'яненості, як повітряно-суха маса в грамах на м², тому що в результаті явища реверсії кількість бур'янів в посівах може давати суттєві відхилення від реальної картини рівня депресії культури (табл. 6).

Таблиця 6

**Залежність повітряно-сухої маси забур'янів в посівах соняшника прийомів
обробітку ґрунту в фазі повної стиглості, г/м² (середнє за 2021–2023 рр.)**

Обробіток ґрунту	Повітряно-суха маса бур'янів, г/м ²		
	малорічні	багаторічні	всього
Оранка на глибину 25–27 см	10,0	1,2	11,2
Чизель-глибокорозпушувач на глибину 25–27 см	16,1	2,4	18,5
Мілкий дисковий на глибину 10–12 см	20,5	4,1	24,6

Оскільки протягом років проведення виробничих дослідів з вивчення окремих елементів технології вирощування соняшника проходило без екстремальних проявів погодних умов, то показник повітряно-сухої маси бур'янів носив закономірний характер, який не потребує внесення значних корективів в поняття шкодочинності. В діапазоні показників повітряно-сухої маси бур'янів в посівах соняшника максимальна біомаса всіх видів формувалася при проведенні мілкого дискового обробітку – 24,6 г/м², що перевищувало забур'яненість на фоні оранки на 13,4 г/м².

Аналіз формування урожайності маслонасіння соняшника під впливом комплексу агроприйомів та екологічних факторів дозволив оптимізувати технологію вирощування цієї культури на базі основного обробітку ґрунту, засобів хімічного контролювання бур'янів, покращення агрофізичних властивостей чорнозему. Найбільш яскраво поєднання наведених факторів і умов проявилось на варіанті з проведенням глибокого полицевого обробітку, що забезпечило одержання максимальної врожайності на рівні 3,25 т/га (табл. 7).

Таблиця 7

Залежність врожайності насіння соняшника від комплексу агротехнологічних заходів вирощування, т/га

Роки			
2021	2022	2023	середнє
оранка на глибину 23–25 см			
3,26	3,36	3,13	3,25
чизель-глибокорозпушувач на глибину 25–27 см			
3,02	3,13	2,89	3,01
мілкий дисковий на глибину 10–12 см			
2,72	2,85	2,61	2,73
НІР ₀₅ , т/га 0,11 0,09			0,10

Зменшення інтенсивності розпушування ґрунту при застосуванні чизельного розпушування на глибину 25–27 см комплекс екологічних факторів забезпечення росту і розвитку соняшника знаходився в стані незначної депресії, яка викликала зниження врожайності порівняно з оранкою на 0,25 т/га.

Однією з основних причин подальшого зниження врожайності соняшника на 0,52 т/га на фоні мілкого дискового обробітку виявилось погіршення агрофізичних параметрів ґрунту в результаті його ущільнення і ускладнення вологозабезпечення культури.

Завдяки ринковій пріоритетності соняшника економічні показники його вирощування фактично при всіх адаптивних технологіях створюють умови для покращення фінансового забезпечення за рахунок високої динаміки рентабельності виробництва та прибутковості. Тобто вирішальним фактором досягнення високих економічних показників в комплексі витратних механізмів належить ринковій цінності олійної культури, яка відкриває широкий простір для впровадження різних агротехнологічних модифікацій. Не дивлячись на те, що впровадження глибокої оранки супроводжується деяким зростанням виробничих витрат одержана продукція маслонасіння є достатньою для того щоб забезпечити максимальні показники рентабельності виробництва на рівні 131,3 % (табл. 8).

Слід звернути увагу на той факт, що навіть за широкого діапазону технологічних варіантів таких, як оранка, чизельний та мілкий дисковий обробіток рентабельність у виробничому досліді утримувалася в межах 131,3–103,4 %, що є ефективним для ведення господарської діяльності.

Висновки та пропозиції. Таким чином, нашими дослідженнями встановлено, що в умовах фермерського господарства «Фенікс Агро» Синельниківського району Дніпропетровської області, з недостатнім рівнем вологозабезпечення, найвищу продуктивність маслонасіння сформувало вирощування високопродуктивного

гібриду соняшника ЛГ 50510 при використанні оранки на глибину 23–25 см та глибокого безполицевого чизельного розпушення ґрунту на глибину 25–27 см, яке дозволило досягти максимальної врожайності насіння у виробничому досліді в межах 3,01–3,25 т/га та вивести на високий рівень рентабельності виробництва 120,9–131,3 %. Система регулювання продуктивності агроценозів соняшника в степовій зоні України має достатньо ґрунтово-кліматичних ресурсів для забезпечення високих врожаїв цієї культури.

Таблиця 8
Залежність економічних показників вирощування соняшника від комплексу агротехнологічних заходів (середнє за 2021–2023 рр.)

Варіант	Врожайність, т/га	Валова вартість продукції, грн/га	Виробничі витрати, грн/га	Собівартість 1 тони зерна, грн	Умовно чистий прибуток, грн/га	Рівень рентабельності, %
Оранка на глибину 23–25 см	3,25	35750,0	15454,5	4755,2	20295,5	131,3
Чизель-глибокорозпушувач на глибину 25–27 см	3,01	33110,0	14989,0	4979,7	18121,0	120,9
Мілкий дисковий на глибину 10–12 см	2,73	30030,0	14765,1	5408,5	15264,9	103,4

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Адаменко Т. І. Кліматичні умови України та можливі наслідки потепління клімату. *Агроном*. 2007. № 1. С. 8–9.
2. Гадзало Я. М., Ібатуллін І. І., Лузан Ю. Я. Інституціональне забезпечення функціонування продовольчої системи України в сучасних кризових умовах. *Вісник аграрної науки*. Київ, 2022. № 8. С. 5–15.
3. Гордієнко В. П., Геркіял О. М., Опришко В. П. *Землеробство*. К. : Вища школа, 1991. 268 с.
4. Лебідь Є. М., Горобець А. Г., Горбатенко А. І., Циліорик О. І. та інші. Агротехнічні заходи з охорони ґрунтів від водної ерозії. *Наукові та прикладні основи захисту ґрунтів від ерозії в Україні*. Харків : НТУ „ХПІ”, 2010. С. 76–131.
5. Мазур В. А., Липовий В. Г., Мордванюк М. О. *Методика наукових досліджень в агрономії: навчальний посібник*. Вінниця: ВЦ ТОВ «ТВОРИ». 2020. 204 с.
6. Ушкаренко В. О., Нікіщенко В. Л., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві: навч. посіб. Херсон: Айлант, 2008. 272 с.
7. Циліорик О. І., Шевченко С. М., Гончар Н. В., Шевченко О. М., Деревенць-Шевченко К. А., Швець Н. В. Біологічна активність ґрунту короткоротаційної сівозміни за максимального насичення соняшником. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2021. № 30. С. 105–115.

8. Шевченко М. С., Десятник Л. М., Швець Н. В., Шевченко С. М. Методика визначення вологості ґрунту: класичні помилки і об'єктивні фізичні параметри. *Зернові культури*. 2018. Вип. 2. № 2. С. 309–313.
 9. Шевченко М. С., Шевченко О. М., Швець Н. В. Агродинаміка вологоспоживання залежно від технологічних факторів землеробства степової зони. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2013. № 5. 130–134.
 10. Achankeng E., Cornelis W. Conservation tillage effects on European crop yields: A meta-analysis. *Field Crops Research*. 2023. Vol. 298, № 3. P. 108967.
 11. Busar M. A., Kukał, S. S., Kaur A., Bhatt R., Dulazi A.A. Conservation tillage impacts on soil, crop and the environment. *International soil and water conservation research*. 2015. Vol. 3, № 2. P. 119–129.
 12. Kaminskyi, V., Bulgakov, V., Tkachenko, M., Kolomiiets, M., Kaminska, V., Ptashnik, M. & Kiernicki, Z. Research into Comparative Performance of Different Tillage and Fertilization Systems Applied to Grey Forest Soil of Forest Steppe in Grain Crop Rotation. *Journal of Ecological Engineering*. 2022. Vol. 23. № 12. P. 163–178.
 13. Rocha P. R. R., Maia S. da S., Melo V. F., Uchôa S. C. P., Batista K. D., Cavalcante L. A. Cover crops on soil quality and yield of cowpea under no-tillage in the Amazon savanna. *Acta Scientiarum. Agronomy*. 2023. Vol. 46. № 1. P. 1807–8621.
-

УДК 631.58

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.2.20>

ТЕРМІНОЛОГІЯ В ЗЕМЛЕРОБСТВІ: ЧИ ІСНУЄ РІЗНИЦЯ МІЖ ОБРОБІТКОМ ЗЕМЛІ ТА ҐРУНТУ?

Шепель А.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри землеробства,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

У статті наведена історія розвитку землеробства на підставі багато чисельних і довготривалих експедицій академіка М.І. Вавилова, який розробив поліцентричну концепцію походження землеробства, в рамках якої виділив вісім основних географічних регіонів, де відбувся історичний розвиток культурної флори. Це такі області: Західноазіатська, Індійська, Середньоазіатська, Китайська, Середземноморська, Африканська, Мексиканська та Південноамериканська. Результати його багато чисельних і довготривалих експедицій свідчать, що перші осередки землеробства виникли незалежно один від одного в різних частинах світу. Політопний характер виникнення землеробства виділяє сім основних ареалів землеробства та скотарства. Це, як відомо, передньоазіатський і східносередземноморський (8–6 тис. років до н. е.); індокитайський (7–6 тис. років до н. е.); мезоамериканський (7–6 тис. років до н. е.); ірано-середньоазіатський (6–5 тис. років до н. е.); нільський (5–4 тис. років до н. е.); китайський (5–3 тис. років до н. е.); індійський (5–3 тис. років до н. е.). Відомий античний вчений Архімед (287–212 рр. до н.е.) зробив низку важливих відкриттів у галузі механіки. Також були написані праці, що стосуються сільського господарства, зокрема: «Труди і дні» Геродота (VIII–VII ст. до н.е.), «Землеробство» Катона Старшого (234–149 рр. до н.е.), «Сільське господарство» Варрона (116–27 рр. до н.е.), «Георгіки» Віргілія (70–19 рр. до н.е.), «Сільське господарство» Колумелли (1 ст. н.е.), «Природнича історія» Плінія Старшого (23–79 рр. н.е.) та інші. Варрон вперше трактував землеробство як науку. Він поділяв знаряддя виробництва на три категорії: «знаряддя, що говорять» (раби), «знаряддя, що мають голос» (тварини) та «знаряддя німі» (господарські інструменти). Спостереження дозволили первісній людині зрозуміти, що рослини краще ростуть на розпушеному ґрунті, і що чим більше земля оброблена, а дикоростучі рослини підрізані та закопані, тим вищий урожай. У дискусійній частині даної статті наведено декілька аргументів на користь того, що агроном все ж таки обробляє землю, а не ґрунт. Перший – назва науки і дисципліни «Землеробство», яка має потужний методичний фундамент у вигляді багатьох своїх законів (закон автотрофності, закон рівнозначності та незамінності факторів та інші.) представлена так, як ми всі її знаємо і називаємо, але ні в якому разі не «Ґрунторобство». Другий аргумент – як відомо на будівельному майданчику прораб виступає у такій же ролі, що і агроном на полі – відповідає за організацію процесу, але прораб «виймає, переміщує ґрунт», на відміну від агронома, який «обробляє ґрунт», але на полі. При цьому ми бачимо певну колізію у використанні терміну «ґрунт» в агрономії та будівництві.

Ключові слова: землеробство, ґрунт, земля, обробіток.

Shepel A.V. Terminology in agriculture: is there a difference between soil tillage and ground tillage?

The article outlines the history of the development of agriculture based on numerous and long-term expeditions of academician M.I. Vavilov, who developed the polycentric concept of the origin of agriculture. Within this framework, he identified eight major geographical regions where the historical development of cultivated flora took place. These areas are: the Western Asian, Indian, Central Asian, Chinese, Mediterranean, African, Mesoamerican, and South American regions. The results of his numerous and long-term expeditions show that the first centers of agriculture emerged independently of each other in various parts of the world. The polycentric nature of the emergence of agriculture is reflected in the identification of seven major areas of agriculture and animal husbandry, which are: the Near Eastern and Eastern Mediterranean (8–6 thousand years BCE); Indochinese (7–6 thousand years BCE); Mesoamerican (7–6

thousand years BCE); Irano-Central Asian (6–5 thousand years BCE); Nile (5–4 thousand years BCE); Chinese (5–3 thousand years BCE); Indian (5–3 thousand years BCE). The famous ancient scientist Archimedes (287–212 BCE) made a number of significant discoveries in the field of mechanics. Additionally, works related to agriculture were written, including: “Works and Days” by Herodotus (8th–7th century BCE), “Agriculture” by Cato the Elder (234–149 BCE), “On Agriculture” by Varro (116–27 BCE), “Georgics” by Virgil (70–19 BCE), “On Agriculture” by Columella (1st century CE), “Natural History” by Pliny the Elder (23–79 CE), and others. Varro was the first to regard agriculture as a science. He classified production tools into three categories: “tools that speak” (slaves), “tools that have a voice” (animals), and “silent tools” (farm implements). Observations allowed early humans to understand that plants grow better in loosened soil, and that the more the land is cultivated, and wild plants are cut and buried, the higher the yield. In the discussion part of this article, several arguments are presented in favor of the idea that the agronomist works with the land, not the soil. The first argument is the name of the science and discipline “Agriculture”, which has a strong methodological foundation in the form of many of its laws (the law of autotrophy, the law of equivalence and irreplaceability of factors, etc.) as we all know and call it, but never “Soil Farming.” The second argument is that, as is well known, on a construction site the foreman plays the same role as the agronomist in the field – responsible for organizing the process, but the foreman “removes and moves the soil,” unlike the agronomist, who “works the soil” but in the field. This highlights a certain contradiction in the use of the term “soil” in agriculture and construction.

Key words: agriculture, soil, land, tillage.

Постановка проблеми. В системі землеробства обробіток ґрунту є одним з основних чинників, оскільки він не тільки визначає рівень урожайності культур, але й є початковим етапом для всіх наступних технологічних операцій [1]. Способи обробітку ґрунту мають значний вплив на водний, поживний та температурний режими ґрунту, що, в свою чергу, безпосередньо позначається на рості, розвитку та врожайності сільськогосподарських рослин. Але потрібно визначитися з термінологією, яку агрономи використовують при проведенні технологічних операцій на полі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Як зазначав видатний вчений, основоположник землеробської механіки академік В.П. Горячкін, вивчення будь-якої науки, навіть абстрактної, має поєднуватися з її практичним застосуванням для вирішення реальних завдань [2]. Історія науки і техніки є важливим аспектом для наукових прогнозів, оскільки ці прогнози базуються на знанні об’єктивних законів розвитку природи і суспільства. Успішний розвиток практичної діяльності можливий лише за умови, що вона враховує ці закони, що пізнаються через дослідження історії суспільства і за допомогою діалектичної логіки як методологічної основи.

Історик Ю.О. Краснов наголошував на великому загальноісторичному значенні вивчення історії землеробських знарядь, підкреслюючи, що землеробство стало основою всіх світових цивілізацій. Він зазначав, що культурні досягнення таких народів, як мешканці Межіріччя, елліни класичного періоду, римляни чи руські слов’яни, в кінцевому підсумку зумовлені працею орача, який обробляв землю за допомогою таких знарядь, як рало, соха чи плуг [3].

У 1926–1935 рр. академік М.І. Вавілов розробив поліцентричну концепцію походження землеробства, в рамках якої виділив вісім основних географічних регіонів, де відбувався історичний розвиток культурної флори. Це такі області: Західноазійська, Індійська, Середньоазійська, Китайська, Середземноморська, Африканська, Мексиканська та Південноамериканська. Результати його багато чисельних і довготривалих експедицій свідчать, що перші осередки землеробства виникли незалежно один від одного в різних частинах світу [4].

Політопний характер виникнення землеробства відображений на карті А.Л. Александровського «Етапи землеробського освоєння світу», на якій виділено

сім основних ареалів землеробства та скотарства. Це, як відомо, передньоазіатський і східносередземноморський (8–6 тис. років до н. е.); індокитайський (7–6 тис. років до н. е.); мезоамериканський (7–6 тис. років до н. е.); ірано-середньоазіатський (6–5 тис. років до н. е.); нільський (5–4 тис. років до н. е.); китайський (5–3 тис. років до н. е.); індійський (5–3 тис. років до н. е.) [5].

З переходом первісних людей до напівосілого способу життя в різних регіонах виникали перші форми землеробства, пов'язані з використанням нових ручних знарядь праці, таких як мотики і кам'яні серпи. Спочатку з'явилася мотична система землеробства, потім розвинулися підсічна та підсічно-вогнева, а з часом – перелогова система. Завершення періоду первісної історії ознаменувалося появою в умовах рабовласницького ладу заліза, що призвело до виготовлення нових знарядь праці – залізних сокир, сох з залізними сошниками і дерев'яних плугів з металевими лемешами, які складалися з окремих частин.

Відомий античний вчений Архімед (287–212 рр. до н.е.) зробив низку важливих відкриттів у галузі механіки. Також були написані праці, що стосуються сільського господарства, зокрема: «Труди і дні» Геродота (VIII–VII ст. до н.е.), «Землеробство» Катона Старшого (234–149 рр. до н.е.), «Сільське господарство» Варрона (116–27 рр. до н.е.), «Георгікі» Віргілія (70–19 рр. до н.е.), «Сільське господарство» Колумелли (I ст. н.е.), «Природнича історія» Плінія Старшого (23–79 рр. н.е.) та інші. Варрон вперше трактував землеробство як науку. Він поділяв знаряддя виробництва на три категорії: «знаряддя, що говорять» (раби), «знаряддя, що мають голос» (тварини) та «знаряддя німі» (господарські інструменти) [6].

Це підтверджується історією розвитку землеробства, де всі практичні методи, включаючи обробіток ґрунту, розроблялися інтуїтивно на основі досвіду протягом тисячоліть до XVIII століття. Спостереження дозволили первісній людині зрозуміти, що рослини краще ростуть на розпушеному ґрунті, і що чим більше земля оброблена, а дикоростучі рослини підрізані та закопані, тим вищий урожай. Стародавні шумери в «Календарі землероба» зазначали: «Чим глибша борозна, тим вище виростає ячмінь» [7]. Римський агроном Колумела також вважав, що глибока оранка приносить найкращі результати для проростання, а на землях, які глибоко зорювалися плугом, посіви ростуть особливо пишно. Однак варто зауважити, що орні знаряддя шумерів і римлян обробляли землю не глибше 10–12 сантиметрів і майже не змінювалися конструктивно до XVII століття. Римські агрономи не могли надати теоретичне пояснення методам обробітку ґрунту, оскільки науки, такі як фізика, хімія та біологія, ще не були достатньо розвинені в той час [6].

У посушливих районах Сходу (Передня та Центральна Азія) розвивалося іригаційне землеробство, яке включало штучний полив. Коли використання розораних земель стало надмірним, а внесення попелу, гною й вапнякового каменю не виправдало себе, виникла двопільна система землеробства, що передбачала чергування посівів і чистого пару з пасовищем. Оскільки відновлення родючості ґрунту протягом року не відбувалося, в XI–XII ст. в Європі та Україні було введено трипільну систему землеробства, хоча в інших країнах використовували попередні методи [8].

З розвитком феодалізму з XVI століття розпочався перехід від трипільля до чотиріпільля, де щорічно не залишалася третина, а чверть землі під парами. Водночас почала використовуватись перелогово-парова система землеробства. З виникненням орендного землеробства в Римі та Африці з'явилося індивідуальне селянське господарство, яке зазвичай мало натуральний характер.

З 80-х років XVIII століття в капіталістичних країнах, особливо в Англії, сільське господарство зазнало значного інтенсивного розвитку. Це стало причиною

змін у системах землеробства, удосконалення знарядь праці та впровадження нових сільськогосподарських машин. Так, замість парової системи була впроваджена плідозмінна система, в якій не було землі під парами, а на всій обробленій площі щорічно змінювалися культури.

Якщо виникнення землеробства вважається першою господарською революцією, то введення обробітку ґрунту в процес вирощування рослин стало першою революцією в самій землеробській діяльності. Еволюція землеробства йшла паралельно з удосконаленням знарядь обробітку ґрунту, як стверджує О.С. Мудрук [6].

Індустріалізація створила технічні умови для ефективного землеробства, що сприяло технічному домінуванню великого капіталістичного виробництва над дрібними селянськими господарствами [9]. Виробництво орних знарядь в Україні поступово змінювалося: від сільських землеробів до сільських ковалів, потім від ковальських майстерень до кустарних підприємств і, зрештою, до машинобудівних заводів.

Постановка завдання. Це важливе питання щодо термінології, яке може виникати через відмінності в розумінні понять «земля» і «ґрунт» у різних сферах діяльності. У даній статті спробуємо розглянути основні аспекти цієї проблеми та шляхи вирішення термінологічної колізії.

Виклад основного матеріалу дослідження. Як вказує сучасне «вільне джерело знань» – так себе позиціонує Вікіпедія – «Землеробство (хліборобство, рільництво) – провідна галузь сільськогосподарського виробництва та агрономії, основою якої є використання землі з метою вирощування сільськогосподарських культур; наука, що вивчає загальні прийоми вирощування сільськогосподарських культур і розробляє способи раціонального використання землі та підвищення родючості ґрунту» [10].

Як відомо з історії праці людини на землі існують дві форми землеробства – екстенсивне й інтенсивне. Екстенсивне землеробство базується на освоєнні цілих земель й особливо притаманне ранньому історичному періоду, коли землю обробляли дуже простими, примітивними знаряддями. Також Вікіпедія вказує, що «основою землеробства є рослини, головним засобом і предметом праці – земля».

Як визначає О.Д. Пономарів – доктор філологічних наук, професор кафедри мови та стилістики Інституту журналістики Київського національного університету імені Тараса Шевченка: «Земля» є синонімом до слова «ґрунт» [11]. Його слова підтверджує і тлумачний словник української мови [12], який визначає термін «земля» у шести значеннях, в тому числі і як «ґрунт, який обробляється і використовується для вирощування рослин». Для повної об'єктивності наведемо визначення цього ж тлумачного словника терміну «ґрунт», який визначається у чотирьох значеннях, серед них наступне – «Верхній шар земної кори, придатний для життя рослин» [13]. Як бачимо, кращим варіантом відповіді на питання, яке винесене у назву нашої статті, є той, де агроном обробляє землю, а не ґрунт.

Наведу ще декілька, на мою думку, аргументів на користь того, що агроном все ж таки обробляє землю, а не ґрунт. Перший – назва науки і дисципліни «Землеробство», яка має потужний методичний фундамент у вигляді багатьох своїх законів [13] (закон автотрофності, закон рівнозначності та незамінності факторів та ін.) представлена так, як ми всі її знаємо і називаємо, але ні в якому разі не «ґрунторобство». Другий аргумент – як відомо на будівельному майданчику прораб виступає у такій же ролі, що і агроном на полі – відповідає за організацію процесу, але прораб «виймає, переміщує ґрунт», на відміну від агронома, який «обробляє ґрунт», але на полі. При цьому ми бачимо певну колізію у використанні терміну «ґрунт» в агрономії та будівництві.

Висновки і пропозиції. Проведені дослідження мають мету викликати науковців на дискусію, в результаті якої прийти до певних результатів використання терміну «обробіток ґрунту» чи «обробіток землі»? Тому, ми можемо стверджувати, що основним об'єктом роботи агронома є саме земля, а не ґрунт, зважаючи на різні аспекти цієї діяльності, від наукового обґрунтування до практичної реалізації. Це підтверджується не лише етимологічно та методологічно, а й через порівняння аналогічних понять і практик у різних галузях. Важливо також провести широке інформування через академічні та практичні публікації про правильне вживання цих термінів в конкретних галузях, щоб уникнути плутанини та досягти точності в комунікації між фахівцями.

Таким чином, вивчення історії землеробства та використання термінів, пов'язаних з обробітком землі та ґрунту, допомагає зрозуміти не лише еволюцію агрономії, а й сутність самого процесу, що здійснюється в рамках цієї науки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Шевченко М.С. Наукове обґрунтування способів регулювання шкодочинності бур'янів в агроценозах зернових і олійних культур степової зони України: автореф. дис. док. с.-г. н. 06.01.01. Дніпропетровськ, 2007. 40 с.
2. Шквира З.А. Історія плуга в Україні в XIX- на початку XX століття. автореф. дис. кан. істор. н.: 07.00.07. Центр досліджень науково-технічного потенціалу та історії науки ім. Г.М. Доброва НАН України. Київ, 2003. 20 с.
3. Шквира З.А. Факти з історії рушійної тяги ґрунтообробного знаряддя. *Історія української науки на межі тисячоліть*. К. 2002. Вип. 7. С. 198-204.
4. Вавилов Н.И. Происхождение и география культурных растений. Л.: Наука, 1984. 440 с.
5. Вергунов В.А., Мудрук О.С., Шквира З.А. Хронологія розвитку плуга до першої чверті XX століття. *Наукові праці Національної бібліотеки України імені В.І. Вернадського*. Вип. 11. К., 2003. С. 547-560.
6. Мудрук О.С. Закономірності і аномалії в еволюції плуга. *Історія української науки на межі тисячоліть*. К., 2002. Вип.8. С. 182-189.
7. Мудрук О.С. Історія випробування сільськогосподарської техніки в Україні. *Актуальні проблеми аграрної науки та освіти України: регіональний аспект*. Матеріали II науково-практичного семінару. АПВ. ЦНСГБ. Закарпат.ін-т АПВ. К., 2003. С.40-42.
8. Минкін М.В., Берднікова О.Г., Минкіна Г.О. Вирощування пшениці озимої за попередника ріпаку в умовах півдня України. Харків, Міжвідомчий тематичний науковий збірник *Агрохімія і ґрунтознавство*, 2020. С. 137-142.
9. Аверчев О.В., Нікітенко М.П. Перспективи розвитку прососіяння у кліматично-орієнтовному землеробстві України. *Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: матеріали III Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференції*. Мелітополь. 2021. С. 322-325. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/tsst/wp-content/uploads/sites/6/averchev2021.pdf> (дата звернення 05.01.2025 р.).
10. Землеробство. *Вікіпедія: вільна енциклопедія*. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%B1%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE> (дата звернення: 03.01.2025 р.)
11. Пономарів О.Д. Стилїстика сучасної української мови: підручник. 3-тє вид., перероб. і доповн. Тернопіль. Навчальна книга Богдан. 2000. 165 с.
12. Словник – UA портал української мови та культури. URL: <https://slovnuk.ua/index.php?swrd=%D2%91%D1%80%D1%83%D0%BD%D1%82> (дата звернення 09.01.2025 р.).
13. Гудзь В.П., Примак І.Д., Танчик С.П., Шувар І.А. Землеробство. Центр учбової літератури. 2014. 480 с.

УДК 633.15 : 632

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.2.21>

ХВОРОБИ КАЧАНІВ КУКУРУДЗИ

Шишкін Б.М. – аспірант кафедри зоології, ентомології, фітопатології,

інтегрованого захисту і карантину рослин імені Б.М. Литвинова,

Державний біотехнологічний університет

Жукова Л.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри зоології, ентомології, фітопатології, інтегрованого захисту

і карантину рослин імені Б.М. Литвинова,

Державний біотехнологічний університет

Станкевич С.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри зоології, ентомології, фітопатології, інтегрованого захисту

і карантину рослин імені Б.М. Литвинова,

Державний біотехнологічний університет

У статті авторами проаналізовано результати досліджень, отримані протягом опрацювання вітчизняних і зарубіжних інформаційних джерел, щодо причин виникнення, симптомів та шляхів поширення збудників хвороб качанів кукурудзи. Середні щорічні втрати врожаю зерна кукурудзи внаслідок ураження хворобами становлять 25–30 %. При цьому крім втрат урожаю спостерігається й погіршення якості зерна. На поширеність хвороб дуже впливають ґрунтово-кліматичні умови. Одні збудники краще пристосовані до підвищеної вологості повітря чи ґрунту, краще переносять піщані ґрунти або низькі температури, для інших більш сприятливими є нестача вологи, важкий чорнозем, теплі з частими відлигами зими. Основними хворобами які уражають качани кукурудзи є: пухирчаста сажка (збудник – гриб *Ustilago zeae* Beckm.), летюча сажка (збудник – гриб *Sorosporium reilianum* McAlp.), червона гниль качанів (гриб *Fusarium graminearum* Schwabe.), диплодіоз або суха гниль кукурудзи (збудник – *Diplodia zeae* Lev.), фузаріоз качанів (гриб *Fusarium moniliforme* Sheld.), нігроспороз (гриб *Nigrospora oryzae* Fetch). Основними причинами ураження качанів кукурудзи хворобами є поєднання кліматичних, агротехнічних та біологічних факторів. Погодні умови, такі як висока вологість та теплі температури, створюють сприятливе середовище для розвитку грибкових інфекцій. Механічні пошкодження качанів, спричинені шкідниками, градом або неправильним збиранням врожаю, також відкривають доступ патогенам до тканин рослини, полегшуючи їх проникнення та поширення. Крім того, недотримання сівозміни може призвести до накопичення патогенів у ґрунті, що у свою чергу робить качани кукурудзи більш вразливими до інфекцій. Постійне вирощування кукурудзи на одному полі виснажує ґрунт і підвищує ризик захворювань. За даними І. Маркова, К. Баннікової та інших вітчизняних дослідників світові втрати зерна кукурудзи внаслідок шкідочинної дії фітопатогенів становлять у середньому 9,4 %, в Україні цей показник перебуває у межах 19–25 % і більше.

Ключові слова: кукурудза, хвороба, патоген, гриб, шкідливість, розвиток хвороби, профілактика.

Shyshkin B.M., Zhukova L.V., Stankevych S.V. Corn cob diseases

In the article, the authors analyze the research results obtained from the review of domestic and foreign information sources regarding the causes, symptoms, and transmission pathways of corn ear disease pathogens. The average annual loss of corn grain yield due to disease damage ranges from 25–30 %. In addition to yield losses, there is also a deterioration in grain quality. The prevalence of diseases is significantly influenced by soil and climatic conditions. Some pathogens are better adapted to high humidity in the air or soil, while others tolerate sandy soils or low temperatures. Conversely, some pathogens thrive under moisture deficiency, heavy black soil, or warm winters with frequent thaws. The main diseases affecting corn ears include: common smut (caused by the fungus *Ustilago zeae* Beckm.), head smut (caused by *Sorosporium reilianum* McAlp.), red ear rot (caused by *Fusarium graminearum* Schwabe.), diplodia ear rot or dry

rot of corn (caused by *Diplodia zae* Lev.), fusarium ear rot (caused by *Fusarium moniliforme* Sheld.), and nigrospora ear rot (caused by *Nigrospora oryzae* Fetch). The main causes of corn ear diseases are a combination of climatic, agronomic, and biological factors. Weather conditions, such as high humidity and warm temperatures, create a favorable environment for the development of fungal infections. Mechanical damage to ears caused by pests, hail, or improper harvesting also allows pathogens to penetrate plant tissues, facilitating their spread. In addition, failure to follow crop rotation can lead to the accumulation of pathogens in the soil, making corn ears more vulnerable to infections. Continuous cultivation of corn in the same field depletes the soil and increases the risk of disease. According to I. Markov, K. Bannikova, and other domestic researchers, global corn grain losses due to phytopathogenic damage average 9,4 %, while in Ukraine, this figure ranges from 19–25 % or more.

Ke ywords: corn, disease, pathogen, fungus, harmfulness, disease development, prevention.

Постановка проблеми. У світовому сільському господарстві та в Україні кукурудзі відведено важливу роль. Вона є зернофуражною культурою, використовується на продовольчі потреби і технічну переробку. Останніми роками попит на кукурудзу постійно зростає. За даними Українських аналітиків в країні спостерігається переорієнтація зернових культур у напрямку кукурудзи, оскільки ця культура має високу врожайність, стійка до погодних умов і затребувана на міжнародних ринках. Як наслідок, збільшуються площі під цією культурою та валові збори [1]. Проте слід зазначити, що суттєве зростання площ під цією культурою, викликає погіршення фітосанітарного стану посівів [2]. Хвороби кукурудзи розвиваються в польових умовах в період росту рослини, формування та розвитку початку та приводить до зниження якості зерна. Зерно кукурудзи в основному пошкоджує: фузаріоз, пухирчата сажка, червона гниль, бура плямистість або гельмінтоспоріоз та інші [3, 4]. Хвороби качанів кукурудзи, були зафіксовані ще у XIX ст. Наприклад, пухирчата сажка (*Ustilago maydis*), одна з найпоширеніших хвороб кукурудзи, була вперше описана в наукових дослідженнях у середині 1800-х років. Грибкові інфекції кукурудзи стали більш помітними з початком інтенсивного сільського господарства та розширенням вирощування кукурудзи як основної культури в багатьох регіонах світу. Якщо розглядати питання розповсюдження хвороб качанів у Європі та Україні, то здебільшого це відбулося через глобалізацію сільського господарства, імпорту насіння, а також переміщенням патогенів через заражені рослинні залишки та ґрунт. Оскільки кукурудза є однією з ключових культур у багатьох країнах, її вирощування інтенсивно розвивалося на різних континентах. Наприклад *Ustilago zae* (Beckm) Unger., потрапив до Європи з Америки ще у XIX ст. [5].

Основними чинниками швидкого розвитку хвороб кукурудзи є комбінація кліматичних, агротехнічних та біологічних факторів. Аналізуючи графіки вологості (рис. 1) і кількості опадів (рис. 2) за 2024 рік, можна зробити висновок, що щомісячне зростання цих показників створили сприятливі умови для розвитку хвороб.



Рис. 1. Графік відносної вологості повітря за 2024 р., %

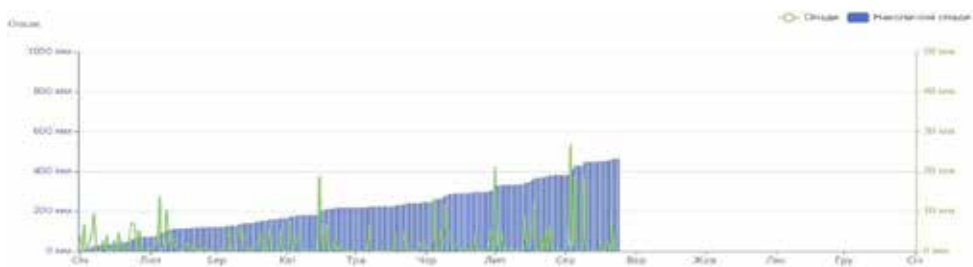


Рис. 2. Графік опадів за 2024 р., мм

Підвищена вологість сприяє накопиченню вологи в обгортках качанів, що дає змогу грибовим спорам проникати в зерно через пошкоджені ділянки, спричинені шкідниками або механічними ушкодженнями. Крім того, опади під час збирання врожаю збільшують ризик зараження, оскільки вологі умови стимулюють швидке поширення грибів.

У даній статті авторами розглянуто шість хвороб качанів кукурудзи: пухирчаста сажка (*Ustilago zae (Beckm) Unger.*), летюча сажка (*Sporisorium reilianum*), фузаріоз (*Fusarium moniliforme J. Sheld. та ін.*), червона гниль качанів (*Fusarium graminearum Schwabe.*), нігроспороз (*Nigrospora oryzae Fetch*), диплодіоз (*Diplodia zae Lev.*).

Матеріали та методика проведення досліджень. Проаналізовано та застосовано матеріали власних досліджень, вітчизняні та зарубіжні джерела щодо розвитку, симптомів прояву та шкідливості хвороб качанів кукурудзи.

Результати та обговорення. Пухирчаста сажка. Хвороба поширена у всіх місцевостях, де вирощують цю рослину. В Україні широко розповсюджена у всіх регіонах країни. Водночас найбільшу шкоду завдає за напівзасушливих умов виробництва, особливо при вирощуванні сприйнятливих гібридів, уражуючи 10–25 % рослин [6, 7]. Великі пухири призводять до втрат урожаю зерна близько 60 % і більше, середні – 25 %, а невеликі – 10 %. Гриб уражує усі органи рослини, крім коріння: листя, стебла, міжвузля, листові піхви, качани, волоть, повітряні корені. Проявляється хвороба у вигляді пухирчастих здуттів різної форми і величини – від невеликих до 15 см і більше в діаметрі. Розвиток здуттів починається з блідих, злегка припухлих плям, що швидко збільшуються і за 2–3 тижні перетворюються у великі жовна блідувато-рожевого або зеленувато-жовтого кольору. У нестиглому стані сажкові здуття складаються з сірувато-білої, шаруватої маси, вкритої товстою вологою оболонкою (рис. 3) [8].

Зараження відбувається протягом значного періоду вегетації за допомогою теліоспор, які розносяться вітром з пухирів, що лишилися на полі з минулого року і руйнуються при обробітку ґрунту. Найбільш уразлива до зараження кукурудза у період «фаза 4–6 листків – початок молочної стиглості», тому що грибок, який є збудником хвороби, здатний уражувати лише молоді меристематичні тканини. Грибок дифузно не поширюється по рослині, тому кожне утворене здуття є місцем її зараження. Проростають теліоспори за наявності краплинної вологи протягом кількох годин. Оптимальною температурою для проростання спор гриба є +23 +25°C. Джерелом інфекції є теліоспори, які знаходяться у ґрунті в незруйнованих сажкових жовнах, іноді – на насінні.



Рис. 3. Симптоми ураження кукурудзи пухирчастою сажкою, 2024 р.

Боротьба з цим захворюванням полягає, головним чином, у знищенні джерел інфекції, а також у створенні умов, які підвищують опір рослинного організму хворобі. До таких заходів належать агротехнічні прийоми: правильна зміна культур у сівозмінах, в сівозміні кукурудза на насіння не повинна перевищувати 25–30 % площі; сівба гібридним насінням першого покоління та добір здорового насіннєвого матеріалу; використання добрив; оптимальні строки сівби; збирання кукурудзи комбайном; очищення поля від післязбиральних решток і осіння оранка [9].

Летюча сажка в Україні уражує кукурудзу менше порівняно з пухирчастою, зустрічається переважно за умов достатнього зволоження. Недобір урожаю зерна за сильного розвитку хвороби може складати 15–20 % внаслідок ураження качана, а також через приховані втрати, зумовлені загибеллю окремих паростків, низькорослістю рослин і недорозвиненістю качанів [10]. Симптоми прояву летючої сажки проявляються в фазу цвітіння. При цьому уражуються генеративні органи: увесь качан перетворюється на чорну масу спор, яка прикрита скороченими обгортками. Вони спочатку щільні, зелені, а потім жовтіють, всихають і передчасно (за настання фази молочної стиглості) розкриваються, волоть руйнується, з утворенням неприкритих чорних скупчень спор (теліоспор), що вільно розпилюються. (рис. 4). За зовнішнім виглядом летюча сажка відрізняється від пухирчастої тим, що у першій спорові скупчення сухі і не мають оболонки, а в другій здуття вкрите м'якстною, блискучою, вологою з середини оболонкою.

Основним джерелом інфекції є заспорений ґрунт і насіння. При цьому життєздатність патогена у ґрунті зберігається до двох років. [12] Недобір урожаю кукурудзи за ураження збудником летючої сажки може досягати 15–20 % через ураження качана, через приховані втрати внаслідок загибелі окремих паростків, низькорослість рослин і недорозвиненість качанів [13].

Фузаріоз є найбільш поширеним захворюванням кукурудзи, особливо в районах з підвищеною вологістю, де уражається до 50–60 % посівів цієї культури. Основними збудниками фузаріозу качанів є гриби: *Fusarium verticillioides* (Sacc.) Nirenberg, (синонім – *Fusarium moniliforme* J. Sheld., телеоморфа – *Gibberella fujikuroi*) та *Fusarium graminearum* Schwabe (телеоморфа – *Gibberella zeae* (Schweinitz) Petch) [14].



Рис. 4. Симптоми ураження кукурудзи летючою сажкою [11]

Розвиватися хвороба починає ще з насіння, тобто симптоми можна побачити, починаючи з моменту сходів. І перший помітний прояв фузаріозу – загнивання насіння і проростків у полі. На поверхні качанів кукурудзи в кінці молочно-воскової стиглості з'являється блідо-рожевий наліт гриба. При густоті зернівки руйнуються. Залежно від інтенсивності розвитку фузаріозу можна спостерігати різний ступінь ураження качанів. За сильного розвитку хвороби наліт патогену поширюється на весь качан, в умовах підвищеної вологості повітря утворення нальоту можна спостерігати і на обгортках уражених качанів. Уражені зернівки втрачають блиск, стають брудно-бурими. (рис. 5).

Слід зазначити, що у хворому качані частина зерен, розташованих поза фузаріозним вогнищем, не має видимих ознак ураження, проте є інфікованою. Сильно уражені зерна легко ламаються і стають крихкими, а нерідко і руйнуються, що особливо часто спостерігається при обмолоті хворих качанів [15, 16]. Основним джерелом інфекції є рослинні рештки, ґрунт та уражене насіння кукурудзи. Поширенню хвороби сприяють підвищена температура і вологість, а також пошкодження шкідниками, особливо кукурудзяним стебловим метеликом.

Гриб *Fusarium moniliforme*, який найчастіше є збудником фузаріозу качанів, не має токсичних властивостей. Але встановлено, що інші види грибів роду

фузаріум – збудників фузаріозу качанів – утворюють в зерні мікотоксини (зеараленон, діацетоксисцирфенол, Т–2 та інші), які можуть спричиняти у тварин токсикози, що проявляються у важкому ураженні печінки і часто призводять до загибелі [17].



Рис. 5. Симптоми ураження качанів фузаріозом, 2022 р.

Заходи захисту: створення умов, які сприяють стійкості рослинного організму проти хвороби. До таких заходів належать агротехнічні прийоми: вирощування стійких гібридів кукурудзи; здоровий насіннєвий матеріал; очищення поля від післязбиральних решток і осіння оранка; дотримання ротації в сівозміні; оптимальні строки посіву; застосування оптимальних доз добрив; скорочення чисельності кукурудзяного метелика; протруювання насіннєвого матеріалу.

Червона гниль. Хвороба проявляється у фазі молочно-воскової стиглості і починається з верхівки качана, на якому з'являється яскраво-рожевий наліт, що поширюється на весь качан (рис. 6). Обгортки щільно прилягають до качана і зернівки, набувають червоно-цеглястого кольору. Вони стають крихкими, утворена всередині порожнина заповнюється грибноцею. При більш ранньому ураженні кукурудзи зернівки у качанах не розвиваються, а стрижні їх руйнуються.

Хвороба уражує кукурудзу на полі в період достигання. Качани, починаючи з верхівки, вкриваються суцільним нальотом грибниці, який нерідко поширюється на більшу частину початка. Обгортки уражених качанів щільно прилипають одна до одної та до качана внаслідок густого пронизування їх грибноцею і набувають характерного червонуватого забарвлення, завдяки чому хвороба легко діагностується. Уражене зерно з неушкодженим зародком може давати проростки, що чорніють між первинними та вторинними корінцями і незабаром гинуть. Джерелами інфекції є рештки кукурудзи, які зимують на полі, і у яких до весни визрівають плодові тіла (перитеції) зі спорами; уражене насіння. Міцелій і конідії зберігають життєздатність у ґрунті протягом року, аскоспори у перитеціях – понад два роки. Поширенню хвороби сприяють тривала волога погода і помірна температура в період достигання качанів [18].



Рис. 6. Симптоми ураження червоною гниллю

Нігроспоров. Хвороба поширена в південних областях України, переважно в умовах зрошення. Уражуються репродуктивні качани і бруньки, рідше листові піхви та стебла. Хворі качани легкі, часто недорозвинені. Сильно уражений качан легко розламується і розщеплюється уздовж разом зі стрижнем. На качанах (стрижнях та зернівках) утворюються чорні купки спор гриба, помітні неозброєним оком у вигляді кромок чи переривчастих рядів (рис. 7).



Рис. 7. Симптоми ураження нігроспоровом

Поширюється гриб за допомогою конідій. Гриб поселяється на відмерлій або сильно ослабленій тканині, викликає омертвіння судинних тканин і поширюється

на них. Основне джерело інфекції – уражені рослинні рештки та насіння, на яких патоген зберігається у вигляді конідій і грибниці. Шкідливість хвороби полягає в тому, що уражені качани не мають господарської цінності. Насіння з них при проростанні сильно пліснявіє, має знижену схожість, проростки його зазвичай відмирають до появи на поверхні ґрунту. Заходи захисту: своєчасне збирання кукурудзи; знищення післязбиральних решток; осіння оранка; використання якісного насіннєвого матеріалу; протруювання насіння.

Диплодіоз. Хвороба поширена в західних областях України. Уражене зерно набуває сірого або бурого кольору, легко розкришуються. Проростки з ураженого насіння загнивають. На качанах, частіше з нижнього кінця, утворюється білий, м'який ватоподібний наліт грибниці, який іноді охоплює весь качан. Грибниця починає розвиватися з внутрішньої сторони обгортки, що сприяє міцному їх прикріпленню одна до одної. Зовнішня сторона обгортки, стрижень та зернівки також вкриваються білим пухнастим нальотом грибниці (рис. 8).



Рис. 8. Симптоми ураження кукурудзи диплодіозом [19]

Пізніше на уражених органах утворюється плононошення гриба – помітні неозброєним оком чорні випуклі крапки (округлі пікніди). Основне джерело

інфекції – уражені рослинні рештки, на яких у ґрунті зберігається грибниця до чотирьох років, а додаткове – заражене насіння. Причому на рештках рослин у ґрунті гриб може зберігатися протягом 3–4 років. Хвороба сильно розвивається у тих зонах, де за липень – вересень сума опадів становить 500 мм і більше при середньодобовій температурі не нижче 20°C. Запізнення із збиранням кукурудзи спричинює посилення розвитку диплодіозу на качанах. Ураження качанів на деяких полях може сягати 15–25%. Уражені в сильному ступені качани непридатні для будь-якого використання, а уражені слабше – руйнуються при зберіганні, утворюючи осередки пліснявіння. Заходи захисту: протруювання насіння; внесення збалансованих доз добрив; знищення рослинних решток; осіння оранка; просторова ізоляція не менше 1 км від посівів кукурудзи минулого року.

Висновки. В Україні хвороби качанів кукурудзи є серйозною загрозою для врожайності та якості зерна. Кліматичні умови, особливо висока вологість і теплі температури, сприяють швидкому розвитку грибкових інфекцій, що завдає значних економічних втрат сільському господарству. Недотримання агротехнічних практик, таких як сівозміна, а також механічні пошкодження рослин лише підсилюють поширення патогенів. Для зниження ризиків ураження необхідно впроваджувати комплекс профілактичних заходів, зокрема використовувати стійкі гібриди, застосовувати фунгіциди та проводити своєчасне збирання врожаю. Такий підхід допоможе мінімізувати вплив хвороб і забезпечити стабільний урожай кукурудзи високої якості.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гур'єва І. А., Вакуленко С. М., Степанова В. П. Кузьмишина Н. В. Генетичний потенціал сучасного вихідного матеріалу кукурудзи Генетика і селекція на межі тисячоліть. Київ: Логос, 2001. Т. 2. С. 610–615.
2. Площі посіву кукурудзи в Україні зросли майже на 10 % – аналітики URL: <https://superagronom.com/news/7953-ploschi-posivu-kukurudzi-v-ukrayini-zrosli-mayje-na-10-analitiki> (дата звернення 17.10.2024)
3. Головне управління Держпродспоживслужби в Чернігівській області. Хвороби кукурудзи, електронний ресурс <https://dpssc.gov.ua/fitosanitariia-kontrol-usferi-nasinnystva-ta-rozsadnytstva/aktualna-informatsiia/2876/khvoroby-kukurudzy.html> (дата звернення 17.10.2024)
4. Шишкін Б. М. Адаптація рослин кукурудзи до дії абіотичних та біотичних чинників. *Досягнення і перспективи в захисті та карантині рослин. Матеріали II Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти, присвяченій 125-річчю НУБіП України* (20 квітня 2023 р.). Київ: НУБіП України, 2023. С. 255–257.
5. Фітопатологія. Конспект лекцій. Вид. 2-ге, випр. і доп. / укл. С. Г. Літвіненко, В. В. Буджак. Чернівці: Чернівецький нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2022. С. 19.
6. Марков І. Л. Діагностуємо хвороби кукурудзи. *Агробізнес сьогодні*. 2011. № 5 (204). С. 37–42.
7. Гаврилюк В. М. Кукурудза в вашому господарстві. Київ: Світ, 2001. 234 с.
8. Дерменко О. М. Сажкові хвороби кукурудзи. *Пропозиція*. 2012. № 8. С. 76–78.
9. Сажка пухирчаста. URL: <https://superagronom.com/hvorobi-grib/sajka-puhirchata-kukurudza-id16306> (дата звернення 18.10.2024).
10. Марков І. Л. Практикум із сільськогосподарської фітопатології. Київ: ННЦ ІАЕ, 2011. 528 с.
11. *Sporisorium reilianum* (J.G. Kühn) Langdon & Full. URL: <https://www.invasive.org/browse/detail.cfm?imgnum=5361260#> (дата звернення 18.01.2025).

12. Антипова Л. К., Харитонюк А. О., Шаповалов А. І. Поширені хвороби кукурудзи на півдні України. Всеукраїнська науково-практична інтернет-конференція «Урожайність та якість продукції рослинництва за сучасних технологій вирощування», присвячена пам'яті професора Г.П. Жемели (30 вересня 2022 р.). Полтава, 2022. С. 18–20.

13. Оменюк В. Я. Інтенсивність розвитку хвороб качанів кукурудзи, викликаних грибами роду *Fusarium*. *Карантин і захист рослин*. 2017. № 7–9. С. 1–3.

14. Швартау В. В., Зозуля О. Л., Михальська Л. М., Санін О. Ю. Фузаріозі культурних рослин. Київ: Логос, 2016. 164 с.

15. Жукова Л.В., Станкевич С.В., Туренко В.П., Горяінова В.В., Батова О.М. Патологія насіння сільськогосподарських культур: навч. посіб. Житомир: Видавництво «Рута», 2023. 292 с.

16. Шишкін Б. М., Жукова Л. В. Шкідливість фузаріозу качанів кукурудзи. *Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва: матеріали VI Міжнар. наук.-практ. конф., присв. ювілейним річницям проф. О.М. Можейка, В.В. Милого, Ю.В. Будьонного, І.І. Назаренка (м. Харків, 29–30 листопада 2022 р.)*. Харків, 2022: Держ. біотехнологічний ун-т. 2022. С. 309–311.

17. Зозуля О. Л., Колісник О. М. Проблеми селекції кукурудзи на стійкість до хвороб і шкідників. *Збірник наукових праць ВНАУ*. 2007. Випуск 31. С. 41–44.

18. Марков І. Фузаріоз і червона гниль качанів кукурудзи. *Агробізнес сьогодні*. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/11598-fuzarioz-i-chervona-hnyl-kachaniv-kukurudzy.html> (дата звернення 11.01.2025).

19. Subjects affecting corn (*Zea mays* L.). URL: <https://www.forestryimages.org/browse/host/6628?tab=view-images> (дата звернення 11.01.2025).

20. Фунгіциди і технічні засоби їх застосування: навч. посіб. / С.В. Станкевич, В.М. Положенець, Л.В. Немерицька та ін. Житомир: Видавництво «Рута», 2022. 214 с.

21. Термінологічний словник-довідник з фітопатології: навч. посібник / С.В. Станкевич, В.М. Положенець, М.М. Фурдига та ін. Житомир: Видавництво «Рута», 2023. 120 с.

22. Загальна фітопатологія: навч. посібник / В.В. Горяінова, С.В. Станкевич, О.М. Батова, Л.В. Жукова. Житомир: ПП «Рута», 2023. 378 с.

УДК 631.527.5: 635.611:575.826(477.4)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.2.22>

АДАПТИВНА МІНЛИВІСТЬ СОРТІВ І ГІБРИДІВ ДИНИ ЗВИЧАЙНОЇ (*CUCUMIS MELO* L.) В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Яценко Н.В. – д.с.-г.н., доцент,

завідувач кафедри овочівництва,

Уманський національний університет садівництва

Бурковецький О.О. – аспірант кафедри овочівництва,

Уманський національний університет садівництва

У статті висвітлено результати дослідження адаптивної мінливості сортів і гібридів дини звичайної в ґрунтово-кліматичних умовах Лісостепу України. Упродовж 2023–2024 рр. в умовах НВВ Уманського НУС (м. Умань, 48°46'N, 30°14'E) досліджено 10 сортів та 7 гібридів дини звичайної: Тітовка (st), Ананас, Медова казка, Дубівка, Престиж, Карамель, Рання 133, Канталупа, Колгоспниця, Торпеда та гібриди Ама F₁ (st), Кар'єра F₁, Валенсія, Бланко F₁, Мазін F₁, Бізан F₁, Retato Degli ortolani. Дослідження проведено з використанням загальноприйнятих методів. Упродовж досліджень проаналізовано масу плоду, врожайність сортів та гібридів, вплив кліматичних умов на формування врожаю, та параметри адаптивності за ознакою урожайності. У результаті аналізу одержаних даних виявлено сорти та гібриди дини звичайної з високими адаптивними властивостями. Досліджено, що в зоні Правобережного Лісостепу України високоврожайними є сорти Медова казка (63 т/га), Ананас (62,3 т/га), Престиж (62,1 т/га), Рання 133 (61,7 т/га), та гібриди Кар'єра F₁ (61,7 т/га), Мазін F₁ (55,1 т/га), Ама F₁ (51,4 т/га). Дослідженнями виявлено, що найбільшу середню масу плоду за роки досліджень утворювали сорти Престиж (2,2 кг), Колгоспниця (2,1 кг) та Медова казка (2,0 кг) та гібриди Кар'єра F₁ (1,7 кг), Мазін F₁ (1,5 кг), Ама F₁ (st) (1,5 кг). Генетико-статистичним аналізом параметрів адаптивної здатності сортів дини за ознакою «урожайність» встановлено, що сорти Ананас, Медова казка, Престиж, Рання 133, Торпеда та гібриди Кар'єра F₁, Мазін F₁, Ама F₁ і Валенсія були адаптивними та стабільними. За співвідношенням генетичної й екологічної варіації ознак CVG/CVA = 0,44–0,45 встановлено, що біологічний потенціал сортів і гібридів дини звичайної реалізується не в повній мірі.

Ключові слова: стабільність, адаптивність, врожайність, маса плоду, пластичність.

Yatsenko N.V., Burkovetskiy O.O. Adaptive variability of ordinary melon varieties and hybrids (Cucumis melo L.) in the Right Bank Forest Steppe of Ukraine

The article highlights the results of the study of the adaptive variability of melon varieties and hybrids in the soil and climatic conditions of the Forest Steppe of Ukraine. During 2023–2024 10 varieties and 7 hybrids of common melon were studied under the conditions of the Uman National Agricultural University (Uman, 48°46'N, 30°14'E): Titovka (st), Ananas, Medova kazka, Dubivka, Prestige, Caramel, Ranya 133, Cantaloupe, Kolhospnytsia, Torpedo and hybrids Amal F₁ (st), Career F₁, Valencia, Blanco F₁, Mazin F₁, Bizan F₁, Retato Degli ortolani. The research was conducted using generally accepted methods. In the course of research, fruit mass, yield of varieties and hybrids, influence of climatic conditions on crop formation, and parameters of adaptability in terms of productivity were analyzed. As a result of the analysis of the obtained data, varieties and hybrids of common melon with high adaptive properties were found. It has been studied that in the zone of the Right Bank Forest-Steppe of Ukraine, the high-yielding varieties are Medova kazka (63 t/ha), Pineapple (62.3 t/ha), Prestige (62.1 t/ha), and Rannia 133 (61.7 t/ha), and hybrids Career F₁ (61.7 t/ha), Mazin F₁ (55.1 t/ha), Amal F₁ (51.4 t/ha). The research revealed that the largest average weight of the fruit over the years of research was produced by the varieties Prestige (2.2 kg), Kolhospnytsia (2.1 kg) and Medova Kazka (2.0 kg) and the hybrids Kar'iera F₁ (1.7 kg), Mazin F₁ (1.5 kg), Amal F₁ (st) (1.5 kg). The genetic-statistical analysis of the parameters of the adaptability of melon varieties based on the characteristic «yield» established that the varieties Ananas, Medova kazka, Prestige, Rannia 133, Torpedo and hybrids Kar'iera F₁, Mazin F₁, Amal F₁ and Valencia were adaptive and stable.

According to the ratio of genetic and environmental variation of traits $CVG/CVA = 0.44-0.45$, it was established that the biological potential of melon varieties and hybrids is not fully realized.

Key words: *stability, adaptability, productivity, fruit weight, plasticity.*

Постановка проблеми. Диня є однією з найпоширеніших баштаних овочевих культур. Плоди дині споживають переважно у свіжому вигляді, а також використовують як сировину для переробної промисловості. Для отримання стабільно високого врожаю дині необхідно впроваджувати високопродуктивні сорти і гібриди, з вивченням їх рівня реалізації біологічного потенціалу, закладеного селекцією. Збільшення частки сортів дині вітчизняної селекції є пріоритетним завданням в селекційній роботі зі створення нових сортів і гібридів.

Щорічно селекціонерами створюються та впроваджуються на ринок багато нових сортів і гібридів дині з різними господарськими властивостями (урожайність, стійкість до хвороб і шкідників, транспортабельність та ін.).

До факторів сортової адаптації належать: адаптація до клімату, стійкість до хвороб та шкідників, адаптація до ґрунтових умов, стійкість до умов зволоження, лежкість плодів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У зв'язку із зростанням кількості населення, виникає потреба в забезпеченні людей продуктами харчування. За прогнозами FAO населення світу до 2050 року зросте на 24% (з 7,8 мільярдів до 9,7 мільярдів) [1], що спонукає до збільшення виробництва продовольства й покращення продовольчої безпеки. А в зв'язку із зміщенням кліматичних зон, та геополітичною ситуацією в Україні – війна й неможливість вирощування овочевої продукції на Півдні України, підбір сортів і гібридів дині для умов Лісостепу є важливою проблемою.

Дослідження адаптивності дині ведуться в напрямку стресостійкості до засоленості ґрунту [2, 3]. Сортова адаптація дині забезпечує вирощування в різних кліматичних умовах, ґрунтових умовах, та вирощування в більшій кількості регіонів [3, 4]. Серед факторів, які впливають на врожай в селекції звертають увагу на посухостійкість [5, 6, 7]. Біорізноманіття сортів, стійких до несприятливих умов вирощування, високою врожайністю, на сучасному етапі розвитку селекційної роботи потребують більш детального вивчення. Тому селекція на урожайність та стійкість є основним напрямком селекції дині [8].

Оцінка генетичного різноманіття та визначення взаємозв'язків між врожайністю та сортом, підвищує ефективність вирощування дині [9].

Для розширення кола різноманітних ознак у дині створюються нові гени, необхідні для підвищення як продуктивності, так і якості плодів дині [10].

Серед великої кількості сортів і гібридів необхідно підібрати такі, які пристосовані до умов вирощування регіону та забезпечать високу врожайність і рентабельність культури [11]. Тому виникла необхідність у вивченні рівня реалізації біологічного потенціалу сортів і гібридів дині звичайної у динамічних умовах клімату Лісостепової зони, для забезпечення виробництва якісною продукцією.

Мета статті. Дослідити адаптивно-продуктивний потенціал поширених в Україні, сортів і гібридів дині звичайної.

Методика дослідження. Експериментальні дослідження здійснювали у 2023–2024 рр. на дослідній ділянці кафедри овочівництва Уманського НУС (м. Умань, з географічними координатами 48°46'N, 30°14'E).

Ґрунт дослідного поля – чорнозем опідзолений важкосуглинковий з гумусовим горизонтом товщиною 40–45 см та вмістом гумусу 1,5%; рН (сольове) – 6,65;

гідролітична кислотність – 2,6 мг-екв/100 г, насиченість ґрунту основами 90–95%, показник суми ввібраних основ – 24,6 мг-екв/100 г.

За даних рисунку 1 видно, що найбільш вологозабезпеченим і характеризувався сприятливим для вирощування дині температурний режим за період вегетації у 2024 році. За даними метеостанції «Умань», цей рік характеризувався рівномірністю розподілу опадів, що забезпечило вищий рівень врожаю.

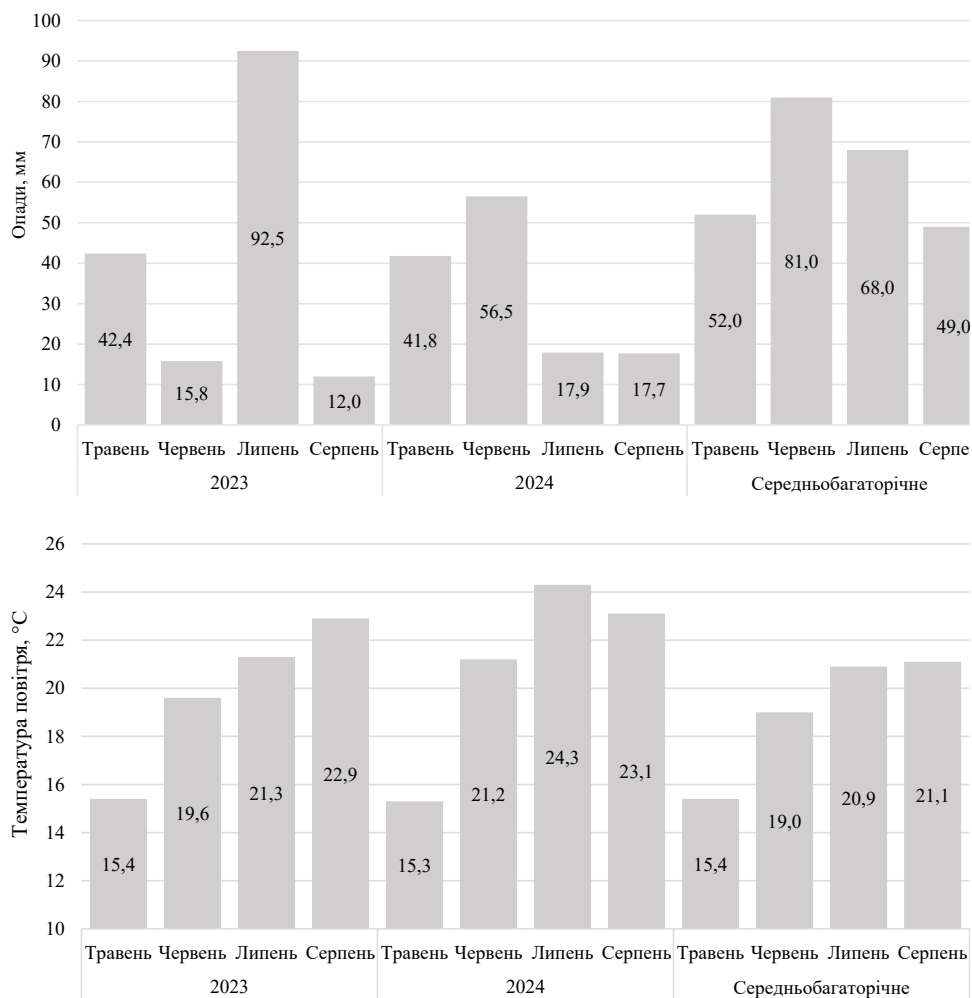


Рис. 1. Кліматична карта за період вегетації сортів і гібридів дині звичайної (за даними метеостанції «Умань»)

У дослідженні було вивчено адаптивну здатність за наступною схемою: сорти – Тітовка st, Ананас, Медова казка, Дубівка, Престиж, Карамель, Рання 133, Канта-лупа, Колгоспниця, Торпеда, гібриди – Амал F₁ st, Кар'єра F₁, Валенсія, Бланко F₁, Мазін F₁, Бізан F₁, Retato Degli ortolani. Розміщення варіантів у досліді системне.

Дослідження виконували за умов, що забезпечують задовільний ріст і розвиток рослин та достатнє виявлення характерних ознак сорту. Розмір облікової ділянки 40 м², щоб вилучення рослин або їхніх частин для вимірювань і підрахунків не шкодило б обстеженням, під час циклу вирощування. Опис морфологічних ідентифікаційних ознак сорту здійснювали методом візуальної оцінки та за допомогою вимірювань та підрахунків залежно від типу виявлення ознак (якісні – QL, кількісні – QN, псевдоякісні – PQ) [12].

Для проведення вимірювань використовували по 20 маркерних рослин. Схема розміщення рослин 1,4×1,4 м (5,1 тис. росл/га). Дослід закладали за методами досліджень в овочівництві, описаними Г. Л. Бондаренком та К. І. Яковенком [13].

Генетико-статистична обробка результатів. Більшість методів оцінювання адаптивної здатності ґрунтуються на використанні регресійного аналізу, математична модель якого для визначення стабільності та пластичності сортів була розроблена [14] й доповнена [15]. Для систематизації отриманих результатів використано ранжування сортів за співвідношенням параметрів пластичності (bi) і стабільності σ^2d : $bi < 1, \sigma^2d > 0$ – показує кращий результат за несприятливих умов, нестабільний; $bi < 1, \sigma^2d = 0$ – показує кращий результат за несприятливих умов, стабільний; $bi = 1, \sigma^2d = 0$ – добре реагує на поліпшення умов, стабільний; $bi = 1, \sigma^2d > 0$ – добре реагує на поліпшення умов, нестабільний; $bi > 1, \sigma^2d = 0$ – показує кращий результат за сприятливих умов, стабільний; $bi > 1, \sigma^2d > 0$ – показує кращий результат за сприятливих умов.

При цьому сорт за показником $bi > 1$ відноситься до групи високопластичних (відносно середньої групової), а за рівня $1 > bi = 0$ – до умовно низькопластичних. Коефіцієнт стабільності – σ^2d , чим він менший, тим стабільнішим є генотип.

Параметр гомеостатичності генотипу (H_{om}) визначався за формулою

$$H_{om} = \frac{\bar{X}^2}{\sigma}, \quad (1)$$

де $\bar{X}$ – середнє арифметичне по генотипу; σ – усереднене середьоквадратичне відхилення.

Показник селекційної цінності генотипу розраховувався за формулою

$$(S_c) = \bar{X} \cdot \frac{\bar{X}_{lim}}{\bar{X}_{opt}}, \quad (2)$$

де $\bar{X}$ – середнє арифметичне по генотипу; $\bar{X}_{lim}$ – середнє арифметичне лімітоване (мінімальне значення ознаки); $\bar{X}_{opt}$ – середнє арифметичне оптимальне (максимальне значення ознаки).

Для уникнення лінійного артефакту коефіцієнту регресії, було визначено коефіцієнт мультиплікативності (КМ), для порівняння мінливості ознаки. Чим вище числове значення коефіцієнту, тим мінливішою є ознака

$$KM = \frac{\bar{X}_i + bi \cdot y_i}{X_i}, \quad (3)$$

де $\bar{X}_i$ – середнє значення досліджуваної ознаки у i -го генотипу; bi – коефіцієнт регресії i -го генотипу; y_i – усереднене значення для всіх середніх по всіх генотипах y_i для кожного j -го пункту (року) експерименту.

Індекс екологічної пластичності розраховували за такою формулою:

$$IEП = \frac{\left(\frac{УВ_1}{CУО_1} + \frac{УВ_2}{CУО_2} + \dots + \frac{УВ_n}{CУО_n} \right)}{n}, \quad (4)$$

де $УВ_1, УВ_2, УВ_n$ – значення ознаки у генотипу в різні роки випробувань; $CУО_1, CУО_2, CУО_n$ – середнє значення ознаки генотипів у кожному з варіантів досліджу.

Абсолютний коефіцієнт адаптивності (КАА) генотипів визначали за формулою

$$КАА = \frac{(ХіС) \times 100 \times Хб}{100}, \quad (5)$$

де $ХіС$ – середня врожайність сорту за роки випробувань; $Хб$ – багаторічна середньосортова врожайність.

Стресостійкість та компенсаторна здатність сортів розрахована за рівняннями [16]:

$$CC = Y_{min} - Y_{max}; \quad (6)$$

$$K3 = \frac{Y_{min} + Y_{max}}{2}, \quad (7)$$

де Y_{min} та Y_{max} – мінімальне і максимальне значення ознаки сорту.

Статистичну обробку отриманих результатів проведено з розрахунком середнього арифметичного ($\bar{x}$) стандартного відхилення (SD), за допомогою Microsoft Excel 2019. Кореляційні залежності розраховано за допомогою програми Statistica 12.

У досліді було визначено фенотипову, генотипову і екологічну мінливість гібридів [17, 18] за формулами (8–13).

Варіанса генетична:

$$\sigma_G^2 = \frac{CM_p - CM_e}{r}, \quad (8)$$

де CM_p – узагальнене середньоквадратичне значення ознаки популяцій; CM_e – узагальнена середньоквадратична похибка; r – кількість повторень.

Варіанса екологічна

$$\sigma_A^2 = CM_e \quad (9)$$

Варіанса фенотипова

$$\sigma_F^2 = \sigma_G^2 + \sigma_A^2 \quad (10)$$

Коефіцієнт генотипової варіації

$$CVG = \frac{\sqrt{\sigma_G^2 \times 100}}{\bar{X}} \quad (11)$$

Коефіцієнт фенотипової варіації

$$CVF = \frac{\sqrt{\sigma_F^2 \times 100}}{\bar{X}} \quad (12)$$

Коефіцієнт екологічної варіації

$$CVA = \frac{\sqrt{\sigma_A^2 \times 100}}{\bar{X}} \quad (13)$$

Основні результати дослідження. Однією з основних ознак характеризують сорт, є маса плоду. Для досліджень було підібрано районовані, та перспективні сорти та гібриди з різними плодами за масою та формою, які набувають популярності на ринку продукції. Результати досліджень показали, що найбільші плоди за масою утворювалися у сортів Престиж, Колгоспниця та Медова казка. Маса плоду за роки досліджень варіювалася від 0,6 (Канталупа) до 2,8 кг (Престиж). В середньому, значно меншою маса плоду була у сортів Канталупа 0,9; Карамель 1,2 та Тітовка 1,3 кг.

Серед досліджуваних гібридів найбільшою масою плоду відзначилися гібриди Кар'єра F_1 , Мазін F_1 та Амал F_1 , показник маси плоду відповідно становив 2,1, 1,7 та 1,6 кг. Значно менша маса плоду була у гібридів Retato Degli ortolani (0,7 кг), Бланко F_1 (0,8 кг) та Бізан F_1 (0,9 кг), (табл. 1).

Таблиця 1

Маса плоду дині, залежно від сорту, кг

Сорт/гібрид	Рік досліджень			CV, %	SD
	2023	2024	$\bar{X}$		
Сорти					
Престиж	1,5	2,8	2,2	30	0,65
Колгоспниця	1,9	2,2	2,1	7	0,15
Медова казка	1,6	2,3	2	18	0,35
Ананас	2,2	1,3	1,8	25	0,45
Рання 133	1,7	1,7	1,7	0	0,0
Торпеда	1,2	1,7	1,5	17	0,25
Дубівка	1,3	1,4	1,4	4	0,05
Тітовка	1,3	1,3	1,3	0	0,0
Карамель	1,2	1,2	1,2	0	0,0
Канталупа	1,1	0,6	0,9	28	0,25
$\bar{X}$	1,5	1,7	1,6		
CV, %	22	36	38		
SD	0,33	0,61	0,61		
Гібриди					
Кар'єра F ₁	2,1	1,3	1,7	24	0,4
Мазін F ₁	1,3	1,7	1,5	13	0,2
Амал F ₁	1,3	1,6	1,5	10	0,15
Валенсія F ₁	1,2	1,4	1,3	8	0,1
Бізан F ₁	1,4	0,9	1,2	21	0,25
Бланко F ₁	0,8	0,9	0,9	6	0,05
Retato Degli ortolani	0,7	0,9	0,8	12	0,1
$\bar{X}$	1,3	1,2	1,3		
CV, %	25	51	47		
SD	0,33	0,61	0,61		

Урожайність культури – головний показник, який характеризує ефективність технології вирощування, та правильність вибору сорту. При якісній технології вирощування можна якнайкраще використати потенціал сорту, та забезпечити найбільшу урожайність. Результати досліджень показують, що диня має досить високу урожайність, це забезпечується сприятливими умовами вирощування, та якісною технологією вирощування. Вищу середню врожайність по сортах було отримано в 2024 р., цьому сприяли кращі погодні умови (табл. 2).

Таблиця 2

Урожайність сортів дині за 2023–2024 рр., т/га

Сорт/гібрид	2023	2024	$\bar{X}$	SD	CV, %
Сорти					
Медова казка	58,2	67,8	63,0	4,8	8
Ананас	80,1	44,6	62,3	17,75	28
Престиж	53,1	71,1	62,1	9	14
Рання 133	61,8	61,5	61,7	0,15	0
Торпеда	45,1	63,9	54,5	9,4	17
Тітовка st	46,5	61,1	53,8	7,3	14
Колгоспниця	49,4	56,3	52,9	3,45	7
Дубівка	50,1	52,2	51,1	1,05	2
Карамель	44,6	44,7	44,6	0,05	0
Канталупа	40,0	21,8	30,9	9,1	29
$\bar{X}$	53,6	53,8	53,7		
SD	10,97	13,80	9,52		
CV, %	20	26	18		

Результати статистичної обробки

σ_G^2	σ_F^2	$\sigma_{\square}^2$	CVG, %	CVF, %	CVA, %	CVG/CVA
33,5	200,9	167,4	5,8	14,1	12,9	0,45

Гібриди

Кар'єра F ₁	77,6	45,8	61,7	15,90	26%
Мазін F ₁	45,8	64,4	55,1	9,30	17%
Амал F ₁ st	47,3	55,4	51,4	4,05	8%
Валенсія F ₁	43,6	47,4	45,5	1,90	4%
Бізан F ₁	50,9	31,0	41,0	9,95	24%
Retato Degli ortolani	25,4	26,6	26,0	0,60	2%
Бланко F ₁	23,5	25,0	24,3	0,75	3%
$\bar{X}$	44,5	40,0	42,3		
SD	16,70	14,00	13,17		
CV, %	38	35	31		

За показником варіації врожайності сорти дині можна поділити на три категорії: слабка ($<10\%$) – до цієї групи належать сорти Рання 133, Медова казка, Колгоспниця, Дубівка, Карамель; середня ($11\text{--}25\%$) – сорти Тітовка (st), Престиж, Торпеда; велика ($>25\%$) – сорти Ананас та Канталупа.

Серед досліджуваних сортів у 2023 році найвищу врожайність мали сорти Медова казка (58,2 т/га), Ананас (80,1 т/га), Престиж (53,1 т/га) та Рання 133 (61,8 т/га) перевищуючи стандарт на 11,7; 33,6; 6,6; 15,3 т/га відповідно. У 2024 році найвищу врожайність мали сорти Престиж (71,1 т/га), Медова Казка (67,8 т/га), Торпеда (63,9 т/га) та Рання 133 (61,5 т/га), перевищуючи стандарт на 10,0; 6,7; 2,8; 0,4 т/га відповідно.

За результатами статистичного аналізу встановлено, що показник екологічної варіації ($CVA = 12,9\%$) був значно більшим від показника генетичної варіації ($CVG = 5,8\%$), це вказує на те, що врожайність істотно залежить від екологічних умов вирощування, а низький рівень співвідношення $CVG/CVA = 0,45$ вказує на те, що біологічний потенціал сортів дині реалізується не в повному обсязі.

Серед досліджуваних гібридів у 2023 році найвищу врожайність мали гібриди Кар'єра F_1 77,6 т/га та Бізан F_1 50,9 т/га перевищуючи стандарт на 31,1 та 4,4 т/га. У 2024 році найвищий показник врожайності мали гібриди Мазін F_1 (64,4 т/га) та Амал F_1 (55,4 т/га). У 2024 році найвищий показник врожайності мали гібриди Мазін F_1 (64,4) та Амал F_1 (55,4 т/га) st.

У гібридів дині показник екологічної варіації ($CVA = 9,95\%$) був значно більшим від показника генетичної варіації ($CVG = 4,35\%$), це означає, що врожайність істотно залежить від екологічних умов вирощування, а низький рівень співвідношення $CVG/CVA = 0,44$ вказує на те, що біологічний потенціал гібридів дині реалізується не в повному обсязі.

Генетико-статистичний аналіз урожайності сортів дині показав, що найбільш стабільними (σ^2d) були сорти Ананас, Торпеда, Канталупа, Престиж.

Виявлено, що сорти Карамель та Канталупа мал показники пластичності $bi < 1$ і стабільності $\sigma^2d > 0$, що показує кращий результат за несприятливих умов, але вони були нестабільними. Сорти Рання 133 та Колгоспниця мали показники пластичності $bi > 1$ та стабільності $\sigma^2d = 0$, тому вони мали кращий результат за сприятливих умов, стабільні. Сорти Тітовка, Ананас, Медова казка, Дубівка, Престиж, Торпеда мали показники пластичності $bi > 1$ та стабільності $\sigma^2d > 0$, та показали кращий результат за сприятливих умов.

Сорти дині сильно варіювалися за показником гомеостатичності від 73,9 до 307,1. Високу селекційну цінність (Sc) та компенсаторну здатність ($K3$) мали сорти Медова казка, Рання 133, Престиж та Ананас. Високим коефіцієнтом адаптивності відзначилися сорти Медова казка, Ананас, Рання 133, Престиж, Торпеда – КАА був більше 1 (табл. 3).

Серед досліджуваних гібридів, високу селекційну цінність (Sc) мали гібриди Амал F_1 , Валенсія F_1 та Мазін F_1 . Високою компенсаторною здатністю ($K3$) відзначились гібриди Кар'єра F_1 , Мазін F_1 , Амал F_1 . За показником гомеостатичності генотипу (Hom) гібриди, так само як і сорти, мали сильне варіювання від 73,9 до 307,1. Гібриди Амал F_1 (st), Валенсія, Бланко F_1 , Мазін F_1 , Retato Degli ortolani мали параметри пластичності $bi < 1$, та стабільності $\sigma^2d > 0$ – показали кращий результат за несприятливих умов, але вони були нестабільні. Гібриди Кар'єра F_1 , Бізан F_1 мали параметри пластичності $bi > 1$, та стабільності $\sigma^2d > 0$, та показали кращий результат за сприятливих умов. За показником коефіцієнта абсолютної

адаптивності генотипів (КАА), найвище значення мали гібриди Кар'єра F_1 (1,46), Мазін F_1 (1,30), Амал F_1 (1,22) і Валенсія F_1 (1,08).

Таблиця 3

Параметри адаптивної здатності сортів дині за ознакою «урожайність»

Сорт	$\bar{X}$	$\sigma 2d$	bi	Hom	Sc	КМ	ІЕП	СС	КЗ	КАА
Сорти										
Тітовка st	53,8	2,70	1,15	223,7	40,9	146,68	1,00	-15	77	1,00
Ананас	62,3	4,21	1,33	300,3	34,7	-141,34	1,16	-35	85	1,16
Медова казка	63,0	2,19	1,35	307,1	54,1	105,87	1,17	-10	92	1,17
Дубівка	51,1	1,04	1,10	202,0	49,0	68,10	0,95	-2	76	0,95
Престиж	62,1	2,99	1,33	298,0	46,4	152,52	1,16	-18	89	1,16
Карамель	44,6	0,23	0,96	154,0	44,5	54,53	0,83	0	67	0,83
Рання 133	61,7	0,39	1,32	293,7	61,4	52,02	1,15	0	92	1,15
Канталупа	30,9	3,02	0,66	73,9	16,8	-148,46	0,58	-18	42	0,58
Колгоспниця	52,9	1,85	1,13	215,9	46,4	98,16	0,98	-7	78	0,98
Торпеда	54,5	3,07	1,17	229,5	38,5	171,89	1,01	-19	77	1,02
Гібриди										
Амал F_1 st	51,4	2,01	-1,83	162,3	43,9	40,75	1,22	-8	75	1,22
Кар'єра F_1	61,7	3,99	7,17	234,1	36,4	47,16	1,44	-32	85	1,46
Валенсія F_1	45,5	1,38	-0,86	127,3	41,9	41,45	1,08	-4	67	1,08
Бланко F_1	24,3	0,87	-0,34	36,2	22,8	41,66	0,58	-2	36	0,57
Мазін F_1	55,1	3,05	-4,20	186,7	39,2	39,03	1,32	-19	78	1,30
Бізан F_1	41,0	3,15	4,49	103,1	24,9	46,88	0,96	-20	56	0,97
Retato Degli ortolani	26,0	0,77	-0,27	41,6	24,8	41,81	0,62	-1	39	0,62

Висновки. Дослідження рівня адаптивності різних сортів і гібридів дині до кліматичних та геоекологічних умов Лісостепу сприяло виявленню генотипів з показниками високої продуктивності.

Найбільшу масу плоду мали сорти Престиж, Колгоспниця та Медова казка та гібриди Кар'єра F_1 , Мазін F_1 та Амал F_1 . Найвищу середню врожайність було отримано у сортів Медова казка, Ананас, Престиж та Рання 133 та гібридів Кар'єра F_1 , Мазін F_1 , Амал F_1 st.

Аналіз даних показав, що врожайність у більшості сортів дині мала слабку варіацію (<10%), сорти Тітовка, Престиж, Торпеда мали середню варіацію (11–25%), сорти Канталупа і Ананас мали велику варіацію маси плоду (>25%).

Серед гібридів велику варіацію врожайності мав гібрид Кар'єра F_1 , середню варіацію мали гібриди Бізан F_1 та Мазін F_1 , решта гібридів відзначилася низькою варіацією врожайності.

За результатами дослідження виявлено перспективні сорти та гібриди дині звичайної Медова казка, Ананас, Престиж, Рання 133, Кар'єра F_1 , Мазін F_1 , Амал F_1 , які забезпечують стабільний урожай та проявляють високі адаптивні властивості до ґрунтово-кліматичних умов Правобережного Лісостепу України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. FAO. The future of food and agriculture – Alternative pathways to 2050. Rome. 2018. 224 pp. URL: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/e51e0cf0-4ece-428c-8227-ff6c51b06b16/content>
2. Erding C., et al. Comparative adaptation responses of melon (*Cucumis melo* L.) genotypes to salinity stress. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 2021, 23.2: 403-418.
3. Akrami M., Arzani A. Inheritance of fruit yield and quality in melon (*Cucumis melo* L.) grown under field salinity stress. *Scientific Reports*, 2019, 9.1: 7249.
4. Yusuf A. F., Wibowo W. A., Daryono B. S. Genetic stability of melon (*Cucumis melo* L. cv. Meloni) based on inter-simple sequence repeat and phenotypic characteristics. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 2022, 23.6.
5. Sarabi B. et al. Genotypic differences in physiological and biochemical responses to salinity stress in melon (*Cucumis melo* L.) plants: Prospects for selection of salt tolerant landraces. *Plant physiology and biochemistry*, 2017, 119: 294-311.
6. Rehman A. et al. Differential response of two contrasting melon (*Cucumis melo* L.) genotypes to drought stress. *Journal of Plant Biology*, 2023, 66.6: 519-534.
7. Ansari W. A. et al. Drought mediated physiological and molecular changes in muskmelon (*Cucumis melo* L.). *PloS one*, 2019, 14.9: e0222647.
8. Manchali S., Chidambara Murthy K. N., Vishnuvardana, Patil B. S. Nutritional composition and health benefits of various botanical types of melon (*Cucumis melo* L.). *Plants*, 2021, 10.9: 1755.
9. Rad M. N., Fanaei H. R., Ghalandarzahi A. Integrated selection criteria in melon breeding. *International Journal of Vegetable Science*, 2017, 23.2: 125-134.
10. Nunez-Palenius H. G. Et al. Melon fruits: genetic diversity, physiology, and biotechnology features. *Critical reviews in biotechnology*, 2008, 28.1: 13-55.
11. Flores-León, A. et al. Spanish melon landraces: Revealing useful diversity by genomic, morphological, and metabolomic analysis. *International Journal of Molecular Sciences*, 2022, 23.13: 7162.
12. Методика проведення експертизи сортів рослин групи овочевих, картоплі та грибів на відмінність, однорідність і стабільність / За ред. Ткачик С. О. Вінниця: ФОП Корзун Д. Ю., 2016. 1145 с. URL: <https://www.sops.gov.ua/uploads/page/5b9240a5d2f1e.pdf>
13. Бондаренко Г. Л., Яковенко К. І. *Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві*. Харків: Основа, 2001. 369 с.
14. Finlay K.W., Wilkinson G.N. The analysis of adaptation in a plant breeding program. *Aust. Journ. Agric. Res.*, 1963, 14, 742-754.
15. Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop. Sci.*, 1966, 6(1), 36-40.
16. Rossielle A. A., Hemblin J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. *Crop. Sci.*, 1981, 21(6), 27-29.
17. Shing M., Ceccarelli S., J. Hambling. Estimation of heritability from varietal trials data. *Theoretical and Applied Genetics*, 1993, 86, 437-441.
18. Burton G.W., R.W. De Vane. Estimating heritability in tall Fescue (*Festuca arundinacea*) from replicated clonal material. *Agronomy Journal*, 1953, 45, 478-481.

УДК 631.431.1/631.432.2:631.445.21:633.11
DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.2.23>

АГРОФІЗИЧНІ ПОКАЗНИКИ ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТОГО ҐРУНТУ ЗА ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ У ЗАХІДНОМУ ПОЛІССІ

Ященко Л.А. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства імені С.Т. Вознюка,
Національний університет водного господарства та природокористування

Ювчик Н.О. – старший викладач кафедри агроінженерії,

Національний університет водного господарства та природокористування

Агрофізичні властивості ґрунту відіграють провідну роль у процесах ґрунтоутворення та в регулюванні водного й повітряного режимів, тому безпосередньо впливають на водне, повітряне й мінеральне живлення рослин. Метою досліджень було вивчення впливу застосування добрив та хімічних меліорантів на агрофізичні показники дерново-підзолистого зв'язнопіщаного ґрунту за вирощування пшениці озимої. Дослідження проводили впродовж 2021–2023 рр. у стаціонарному польовому досліді Інституту сільського господарства Західного Полісся НААН на дерново-підзолистому зв'язнопіщаному ґрунті. За результатами досліджень встановлено, що внесення мінеральних добрив у поєднанні із застосуванням хімічних меліорантів сприяло наближенню щільності ґрунту до оптимальної для пшениці озимої. Найнижчі показники щільності ґрунту в шарах 0–10, 10–20 та 20–30 см у фазу сходів відповідно 1,27; 1,40 та 1,56 г/см³ отримані за сумісного внесення 1,5 Нг дози доломітового борошна і $N_{120}P_{90}K_{120}$ мінеральних добрив. На кінець вегетації культури простежувалося закономірне ущільнення ґрунту внаслідок дії природних і техногенних факторів, проте у зазначеному варіанті щільність ґрунту залишалася найнижчою відповідно 1,32; 1,42 та 1,58 г/см³. У ході досліджень встановлено, що системи удобрення сумісно з меліорантами забезпечували вищий рівень нагромадження вологи щодо варіантів без добрив. Запаси продуктивної вологи в орному шарі ґрунту на період сходів пшениці озимої були задовільними для росту і розвитку рослин залежно від досліджуваних чинників і становили 21,69–23,37 мм, на кінець вегетації запаси вологи були в межах 10,4–12,1 мм. Проведений кореляційний аналіз між запасами продуктивної вологи і щільністю в орному шарі дерново-підзолистого ґрунту свідчить про зворотню залежність між даними показниками – чим менша волога, тим більша щільність ґрунту.

Ключові слова: дерново-підзолистий ґрунт, пшениця озима, щільність, продуктивна волога, удобрення, хімічні меліоранти.

Yashchenko L.A., Yuvchik N.O. Agrophysical parameters of sod-podzolic soil for winter wheat cultivation in Western Polissya

Soil agrophysical properties play a leading role in soil formation processes and the regulation of water and air regimes, and therefore directly affect water, air, and mineral nutrition of plants. The aim of the research was to study the effect of fertilizers and chemical ameliorants on the agrophysical parameters of sod-podzolic ligamentous sandy soil for winter wheat cultivation. The research was conducted in 2021–2023 in a stationary field experiment at the Institute of Agriculture of Western Polissya of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine on sod-podzolic, cohesive sandy soil. According to the results of the research, it was found that the application of mineral fertilisers in combination with the use of chemical ameliorants helped to bring the soil density closer to the optimal one for winter wheat. The lowest soil densities in the layers 0–10, 10–20 and 20–30 cm in the germination phase of 1.27, 1.40 and 1.56 g/cm³, respectively, were obtained with the combined application of 1.5 Ng dose of dolomite flour and $N_{120}P_{90}K_{120}$ mineral fertilizers. At the end of the growing season, there was a natural soil compaction due to the action of natural and anthropogenic factors, but in this variant the soil density remained the lowest, respectively, 1.32, 1.42 and 1.58 g/cm³. The research found that fertilisation systems in combination with ameliorants provided a higher level of moisture accumulation than the non-fertiliser options. The reserves of productive moisture in the tilth layer

of the soil during the period of germination of winter wheat were satisfactory for the growth and development of plants, depending on the factors studied, and amounted to 21.69–23.37 mm, at the end of the growing season the moisture reserves were within 10.4–12.1 mm. The correlation analysis between the reserves of productive moisture and the density in the arable layer of sod-podzolic soil shows an inverse relationship between these indicators – the less moisture, the higher the soil density.

Key words: *sod-podzolic soil, winter wheat, density, productive moisture, fertilisers, chemical ameliorants.*

Постановка проблеми. Агрофізичні показники є одним із основних факторів родючості ґрунту, що суттєво впливають на урожайність сільськогосподарських культур. У сучасному землеробстві агрофізичні показники розглядаються як своєрідний регулятор ґрунтових процесів, які визначають водний, тепловий, повітряний режими ґрунту, напрямок і швидкість протікання мікробіологічних процесів та мінеральне живлення рослин [1–4]. Одним із найважливіших заходів підвищення врожайності на ряду з регулюванням щільності ґрунту й ефективного використання запасів ґрунтової вологи є науково обґрунтоване застосування добрив, тобто формування умов, за яких вони матимуть найвищу ефективність. Відомо, що значною мірою ефективність удобрення залежить не тільки від агрохімічних, але й від агрофізичних властивостей ґрунтів, і насамперед, від вологості та щільності ґрунту [5–7].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Особливої актуальності питання регулювання агрофізичних властивостей ґрунту набувають у період високої енергонасиченості сільськогосподарського виробництва та його інтенсифікації. Тривалий та інтенсивний обробіток чинить негативний вплив на структуру та фізичні властивості ґрунтів, внаслідок чого збільшується рівноважна щільність, що призводить до несприятливих економічних та екологічних наслідків за вирощування сільськогосподарських культур [8, 9]. Переущільнення ґрунтів є основною причиною зниження їх продуктивності. Підвищення щільності на 10 % знижує їх продуктивність на 40 % [10].

Структурний стан ґрунту, щільність його складення, водно-фізичні властивості, продуктивність сільськогосподарських культур у значній мірі залежать від технології його обробітку [11], систем застосування добрив у сівозміні [12]. Встановлено, що прийоми механічного обробітку більше впливають на щільність ґрунту, ніж природні процеси. У природних умовах діапазон щільності під впливом зміни вологості і температури коливається в межах $\pm 0,05$ г/см³, тоді як за умов механічного обробітку він може сягати $\pm 0,40$ г/см [13]. Зі зменшенням глибини оброблюваного шару ґрунту за безплужного (плоскорізного) обробітку збільшується вміст водотривких агрегатів [14, 15], підтримується оптимальне співвідношення між щільністю і пористістю подібно до цілиних ґрунтів [16, 17], збільшується водопроникність [18]. Однак застосування мінімального обробітку на слабоструктурних ґрунтах легкого гранулометричного складу несе ризики щодо підвищення щільності складання, зменшення пористості і водопроникності через формування плужної підшви у верхній частині орного горизонту.

Після обробітку ґрунту об'ємна його маса є найменшою з поступовим його ущільненням, досягши рівноважної щільності. Рівноважна щільність для орного шару суглинкових дерново-підзолистих ґрунтів становить 1,35–1,4 г/см³, супіщаних і піщаних – 1,5–1,6 г/см³. Відхилення від оптимальних значень щільності у будь-який бік знижує урожайність сільськогосподарських культур. Між щільністю ґрунту і врожайністю існує тісний кореляційний зв'язок. Так, у діапазоні

об'ємної маси 1,44–1,51 г/см³ щорічний вихід зернових одиниць із одиниці площі збільшився з 3,16 до 5,15 т/га [19, 20].

У різних ґрунтово-кліматичних умовах і в межах невеликих територій щільність складення ґрунту дещо різниться, тому в літературних джерелах часто трапляються суперечливі твердження щодо оптимальних показників щільності. Тому визначення умов для формування оптимальніших параметрів щільності складення для різних ґрунтів і культур за різних ґрунтово-кліматичних умов має наукове і практичне значення.

Постановка завдання – дослідити динаміку щільності та запасів продуктивної вологи дерново-підзолистому зв'язнопіщаного ґрунту за вирощування пшениці озимої, встановити кореляційну залежність між показниками.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводили впродовж 2021–2023 рр. у стаціонарному польовому досліді Інституту сільського господарства Західного Полісся НААН на дерново-підзолистому зв'язнопіщаному ґрунті при вирощуванні пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.). Попередником культури у сівозміні була соя. Посівна площа ділянки становить 99 м² (16,5 x 6), облікова – 50 м² (12,5 x 4 м), повторність дослідів триразова. Розміщення варіантів у досліді послідовне. Загальним фоном у досліді слугувало заорювання побічної продукції попередника. Технологія вирощування культури – загальноприйнята для зони Полісся. Перед основним обробітком ґрунту вносили хімічні меліоранти у формі доломітового борошна та вапна у дозах визначених за показником гідролітичної кислотності (Нг, ммоль/100 г ґрунту). Оранку проводили на глибину 20 см із заробкою азотних (N₃₀) і фосфорно-калійних добрив. Решту азотних добрив розподіляли у строки внесення: N₆₀ – у ранньовесняне підживлення, решту азоту вносили згідно схеми дослідів у фазі кінець кушніння. Мінеральні добрива вносили у формі аміачної селітри, амофосу, калію хлористого. Позакореневе підживлення посівів мікродобривом Нутрівант Плюс універсальний (2 кг/га) проводили у фазі весняного кушніння та виходу в трубку.

Щільність складання ґрунту визначали методом різальних кілець у модифікації Н.А. Качинського (ДСТУ ISO 11272:2001). Польову вологу визначали термостатно-ваговим методом, вміст продуктивної вологи – розрахунковим методом. Результати досліджень аналізували методом дисперсійного аналізу (ANOVA) із використанням критерію Фішера (F-критерію) для визначення значущості відмінностей при $p \leq 0,05$. Порівняння показників проводили методом кореляційного аналізу.

Виклад основного матеріалу досліджень. Генетичною особливістю дерново-підзолистого ґрунту є водний режим, а саме його водопроникність (промивний тип), що спричинює деградаційні процеси та зміни показників фізико-хімічних і агрофізичних властивостей, за рахунок вилугування катіонів лужноземельних металів та вимивання дрібнодисперсної частини ґрунту. Урівноважити щільність ґрунту можна шляхом внесення органічних і мінеральних добрив та залишення рослинних решток попередника, тобто за рахунок заходів, які також підвищують родючість. Рівень щільності ґрунту за допомогою зазначених заходів можна підвищити на 0,1–0,2 г/см³ і більше.

Дослідженнями встановлено, що щільність будови ґрунту під пшеницею озимою впродовж вегетації була найнижчою на період сходів. Її значення, зокрема, у шарі 0–10 см змінювалися в межах від 1,26 до 1,30 г/см³, у горизонті 10–20 та 20–30 см – відповідно 1,40–1,47 та 1,54–1,58 г/см³ (Табл. 1).

Таблиця 1

**Щільність ґрунту під пшеницею озимою залежно від удобрення
та застосування меліорантів, середнє за 2021–2023 рр., г/см³**

Варіанти	Шар, см	Строк визначення	
		сходи	перед збиранням
Без добрив – контроль	0–10	1,30	1,38
	10–20	1,46	1,51
	20–30	1,59	1,60
CaMg(CO ₃) ₂ (1,0 Нг) – фон	0–10	1,29	1,36
	10–20	1,44	1,57
	20–30	1,57	1,62
Фон + N ₁₂₀ P ₆₀ K ₉₀	0–10	1,26	1,37
	10–20	1,45	1,48
	20–30	1,58	1,63
Фон + N ₁₅₀ P ₅₀ K ₁₂₅	0–10	1,28	1,34
	10–20	1,43	1,46
	20–30	1,58	1,62
CaMg(CO ₃) ₂ (1,5 Нг) + N ₁₂₀ P ₆₀ K ₉₀	0–10	1,27	1,32
	10–20	1,40	1,42
	20–30	1,56	1,58
CaCO ₃ (1,0 Нг) + N ₁₂₀ P ₆₀ K ₉₀	0–10	1,28	1,35
	10–20	1,47	1,48
	20–30	1,54	1,63
НІР ₀₅	0–10	0,02	0,03
	10–20	0,02	0,02
	20–30	0,03	0,02

За внесенням 1,0 Нг дози CaMg(CO₃)₂ за гідролітичною кислотністю на період сходів пшениці озимої в досліджуваних шарах ґрунту щільність становила 1,29 г/см³, 1,44 і 1,57 г/см³, що на 0,8–1,3 % менше щодо контролю. Доведено, що покращити природну щільність, можна шляхом поліпшення рівня структурності ґрунту, зокрема, привівши рівень кислотності і вміст кальцію до оптимального [21].

Внесення мінеральних добрив у поєднанні із застосуванням хімічних меліорантів дещо стримувало процес ущільнення і оптимізувало даний показник порівняно з показниками у контролі. Хоча дослідники відзначають суперечливий характер впливу мінеральних добрив, особливо у високих дозах, на щільність ґрунту. Внесення мінеральних добрив, із одного боку, сприяє накопиченню у ґрунті елементів живлення, збільшенню кількості кореневих та пожнивних решток, що забезпечує повернення органічної речовини у ґрунт, з іншого – внесення їх високих доз може погіршувати фізичні властивості ґрунту [5, 22].

Найнижчі показники щільності ґрунту в шарах 0–10, 10–20 та 20–30 см – відповідно 1,27; 1,40 та 1,56 г/см³ відмічені за внесення півтори дози CaMg(CO₃)₂ на фоні N₁₂₀P₉₀K₁₂₀, що можна пояснити насиченням ґрунту катіонами Са і Mg.

Вченими доведено, що обмінні кальцій і магній надають ґрунтам особливих фізичних, фізико-хімічних, агрохімічних і мікробіологічних властивостей, завдяки яким у ґрунті створюються сприятливі умови для розвитку більшості сільськогосподарських культур [23, 24].

На період збирання через природну усадку протягом вегетаційного періоду щільність ґрунту збільшилася в усіх варіантах дослідів, проте за внесення півтори дози $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ на фоні $\text{N}_{120}\text{P}_{90}\text{K}_{120}$ збереглися найнижчі показники щільності ґрунту порівняно з іншими варіантами дослідів: 1,32; 1,42; 1,58 г/см³ у відповідних шарах ґрунту.

Щільність складення також значно залежить від вологості ґрунту і разом із тим зволоження орного шару суттєво визначається його щільністю. Запаси продуктивної води в орному шарі ґрунту на період сходів пшениці озимої були задовільними для росту і розвитку рослин та залежно від досліджуваних чинників і становили 21,69–23,37 мм (рис. 1). Слід відмітити, що системи удобрення забезпечували вищий рівень вологонагромадження. Достатня кількість води у ґрунті сприяє кращому розчиненню внесених добрив, нормалізує концентрацію елементів живлення у ГВК та їх засвоєння рослинами. У різні фази вегетації пшениці озимої значення вологості ґрунту змінювалися залежно від кількості опадів, інтенсивності її використання культурою, рівнів удобрення та меліорації. На кінець вегетації культури запаси продуктивної води в орному шарі ґрунту були в межах 10,4–12,1 мм.

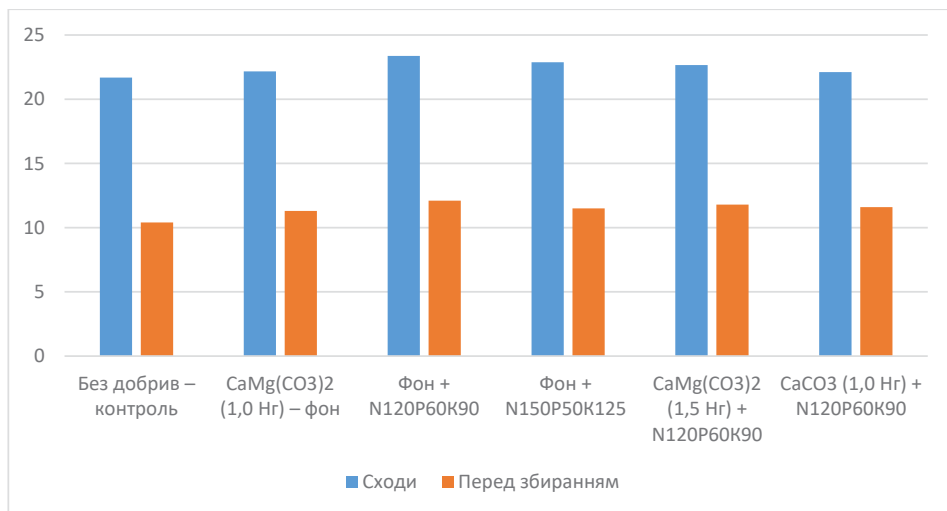


Рис. 1. Запаси продуктивної води в орному шарі за вирощування пшениці озимої, середнє за 2021–2023 рр., мм

Проведений кореляційний аналіз між щільністю та продуктивною вологою в орному шарі дерново-підзолистого ґрунту показав тісний зв'язок між даними показниками як на початок сходів ($R^2 = 0,79$) (рис. 2), так і на кінець вегетації пшениці озимої ($R^2 = 0,91$) (рис. 3).

Поліноміальна залежність III-го ступеня між запасами продуктивної вологості та щільністю ґрунту описує зворотній зв'язок між показниками, який вказує, що

зі зменшенням вологості ґрунту зростає його щільність, що негативно впливає на умови росту і розвитку пшениці озимої. Особливо тісний зв'язок встановлено на кінець вегетації культури із показником коефіцієнту кореляції $r=0,91$, коли щільність стає ще більш чутливою до змін водного режиму ґрунту.

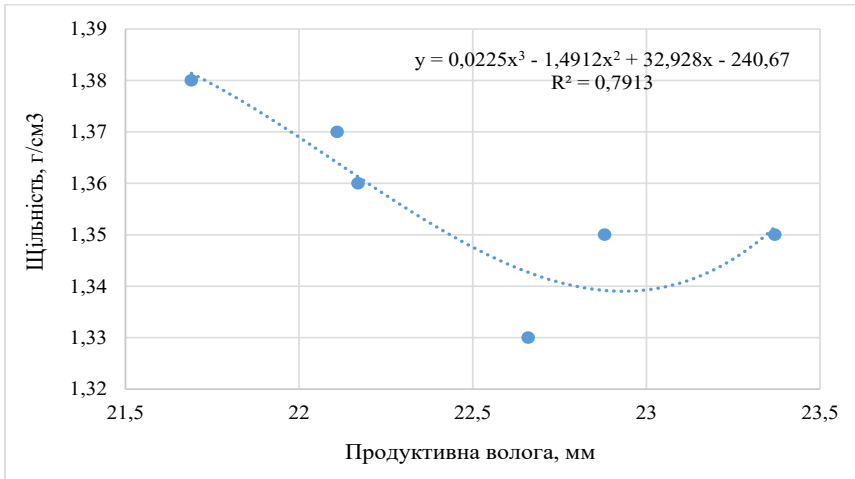


Рис. 2. Кореляційна залежність між щільністю та продуктивною вологою на період сходів пшениці озимої в орному шарі

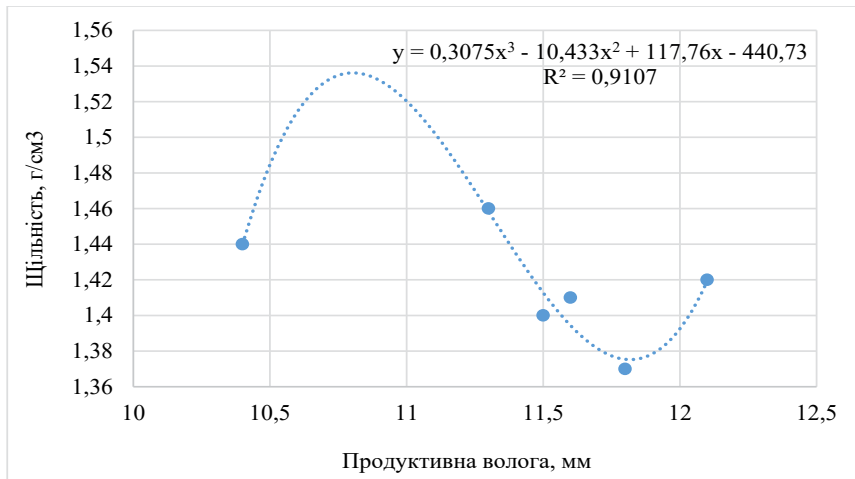


Рис. 3. Кореляційна залежність між щільністю та продуктивною вологою на кінець вегетації пшениці озимої в орному шарі

Висновки. Внесення півтори дози доломітового борошна (1,5 Нг) на фоні мінеральних добрив $N_{120}P_{90}K_{120}$ призвело до найнижчих показників щільності дерново-підзолистого ґрунту в шарах 0–10, 10–20 та 20–30 см у фазу сходів пшениці озимої, що склали 1,27; 1,40 та 1,56 г/см³ відповідно. Хоча на період збирання

щільність ґрунту збільшилася, у зазначеному варіанті вона залишалася найнижчою і становила 1,32; 1,42 та 1,58 г/см³ відповідно. Запаси продуктивної вологи в орному шарі ґрунту під пшеницю озимую у варіантах з удобренням на фоні хімічних меліорантів значно перевищували показники контролю, що свідчить про ефективність цих заходів у підвищенні вологостійкості ґрунту.

Кореляційний аналіз між щільністю ґрунту та запасами продуктивної вологи підтвердив існування зворотної залежності: зі зменшенням вологості ґрунту його щільність збільшується. Таким чином, застосування комплексних агротехнічних заходів, зокрема внесення добрив та меліорантів, є дієвим методом запобігання деградації агрофізичних властивостей ґрунту, що в свою чергу створює оптимальні умови для росту та розвитку пшениці озимої та забезпечує стійке підвищення родючості ґрунту в довгостроковій перспективі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Кирилук В.П. Вплив систем основного обробітку ґрунту та удобрення на забур'яненість посівів буряків цукрових. *Землеробство*. Вип. 83. 2011. С. 54–60.
2. Веремєєнко С. І., Фурманець О. А. Зміна агрохімічних властивостей темно-сірого ґрунту Західного Лісостепу України під впливом тривалого сільсько-господарського використання. *Ґрунтознавство*. 2014. № 5. С. 602–610.
3. Гудзь В. П., Кропивницький Р. Б., Кравчук М. М. Вплив мінімізації обробітку ґрунту та елементів біологізації на його агрофізичні показники та продуктивність картоплі в умовах Полісся України. *Наук. пр. Ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків : зб. наук. пр. / за ред. М. В. Роїка*. Вип. 18. Київ : ІБКІЦБ, 2013. С. 117–122.
4. Дегодюк С. Е., Дегодюк Е. Г., Літвінова О. А. та ін. Зміна агрофізичних показників сірого лісового ґрунту за тривалого застосування органічних і мінеральних добрив. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 1. С. 19–24.
5. Барвінський А.В. Агрофізичні властивості сірих лісових ґрунтів у зв'язку з систематичним застосуванням добрив та меліорантів. *Вісн. аграр. науки*. 2003 № 9. С. 16–19.
6. Бикін А.В., Бережняк М.Ф., Бордюжа Н.П., Макаренко М.В. Вплив застосування добрив на агрофізичний стан лучно-чорноземного карбонатного ґрунту та врожайність пшениці озимої. *«Наукові доповіді НУБіП»*. 2009. № 3 (15).
7. Носко Б.С., Медведєв В.В., Непочатов О.П., Скороход В.І. Роль добрив у підвищенні ефективності землеробства в посушливих умовах. *Вісник аграрної науки*. № 5. 2000. С. 11–15.
8. Чорний С. Г. Оцінка якості ґрунтів: навчальний посібник. Миколаїв: МНАУ, 2018. 233 с.
9. Медведєв В. В. Новітні технології і знаряддя обробки для збереження фізичних властивостей ґрунтів. *Вісник аграрної науки*. 2013. №8 (726). С. 5–9.
10. Медведєв В.В. Деякі зміни фізичних властивостей чорноземів під час обробітку. *Ґрунтознавство*. № 1. 1979. С. 79–81.
11. Демиденко О.В., Шикіула М.К. Агрохімічні властивості структурних агрегатів чорнозему в умовах ґрунтозахисного землеробства. *Вісник аграрної науки*. 2002. № 12. С. 16–22.
12. Медведєв В.В., Лактіонова Т.М., Кобзар Н.О. Про вплив гною на структурний та гумусний стан чорнозему типового. *Агрохімія та ґрунтознавство*. Міжвід. тематики. наук. зб. Харків: "Штріх". 2001. Вип. 62. С. 21–26.
13. Косолап М.П., Кротінов А.П. Система землеробства NO-TILL: Навчальний посібник. Київ. Логос. 2011. –352 с.
14. Six J., Elliott E., Paustian K. et al. Aggregation and soil organic matter accumulation in cultivated and native grassland soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 1998. V. 62. P. 1367–1377.

15. Grandy A., Robertson G. Aggregation and Organic Matter Protection Following Tillage of a Previously Uncultivated Soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 2006. V. 70. P. 1398–1406.
 16. Illustrated guide to soil taxonomy: Version 1.1. [Soil Survey Staff]. Lincoln, Nebraska: USDA–NRCS. 2015. 552 p.
 17. Pelgrin F., Moreno F., Martin-Aranda J., Camps M. The influence of tillage methods on soil physical properties and water balance for a typical crop rotation in SW Spain. *Soil and Tillage Res.* 1990. V. 16. P. 345–358.
 18. Yu T.Y., Zhang X.Y. Effects of different soil tillage systems on soil water in the black farmland. *J. of Southwest University* (Natural Science Edition). 2007. V. 29. P.121–124.
 19. Барвінський А.В. Агрофізичні аспекти раціонального використання орних земель у правобережному Лісостепу. Вісн. ХНАУ ім. В.В. Докучаєва. 2008. № 1. С. 173–176.
 20. Lipiec J., Hakanson I., Tarkiewich S. and Kossowsky J. Soil physical properties and growth of spring barley related to the degree of compactness of two soils. *Soil Tillage Res.* 1991. № 19. P. 307–317.
 21. Коваленко Є. С., Ткаченко М. А., Борис Н. Є. Вапнування в Україні. Українськ, 2020. URL : <https://ukralians.com/articles/vapnuvannja-v-ukraini>.
 22. Медведєв В.В. Інформаційне забезпечення використання ґрунтів: здобутки і висновки з іноземного досвіду. Харків: ТОВ “Смугаста типографія”, 2016. 296 с.
 23. Мазур Г.А., Сімачинський В.М. Теоретичні передумови повторного вапнування ґрунтів. *Вісник с.-г. науки*. 1975. Вип. 7. С. 42.
 24. Соколовський О.М. *Ґрунтознавство та агрохімія*. Вибрані праці: Вид-во Урожай. 1989. 135 с.
-

ЕКОЛОГІЯ, ІХТІОЛОГІЯ ТА АКВАКУЛЬТУРА

ECOLOGY, ICHTHYOLOGY AND AQUACULTURE

УДК 504.3:711.4(477)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.2.24>

ЕКОАРХІТЕКТУРА ЯК ІНСТРУМЕНТ ПОКРАЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СИТУАЦІЇ В МІСЬКИХ УМОВАХ ПОВОЄННОЇ УКРАЇНИ

Бойко М.О. – к.с.-г.н.,

старший викладач кафедри екології та сталого розвитку

імені професора Ю.В. Пилипенка,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

Екоархітектура – це інноваційний підхід до проектування будівель та міських просторів, який орієнтований на гармонізацію людської діяльності з довкіллям. У сучасних містах, де високий рівень урбанізації супроводжується забрудненням повітря, знищенням зелених зон та енергетичною неефективністю, екоархітектура стає ключовим інструментом для створення сталих екологічних умов. Головна мета екоархітектури полягає у впровадженні енергозберігаючих технологій, зменшенні впливу будівель на природу та створенні комфортного середовища для мешканців. Інтеграція таких елементів, як зелені дахи, вертикальні сади, сонячні панелі, системи збору дощової води та повторного використання ресурсів, сприяє зниженню теплового ефекту міст, очищенню повітря та раціональному використанню природних ресурсів.

Результатом використання екоархітектури стає не лише покращення екологічної ситуації, але й зростання якості життя городян. Це проявляється у створенні природних зон відпочинку, зниженні рівня шуму, регулюванні мікроклімату та естетичному озелененні міських просторів. У статті розглянуто концепцію екоархітектури як сучасного підходу до проектування будівель та міських просторів, спрямованого на покращення екологічної ситуації в умовах урбанізації післявоєнної України. Проаналізовано основні елементи екоархітектури, зокрема впровадження зелених дахів, вертикальних садів, систем енергозбереження, збору та переробки і використання дощових вод.

Обґрунтовано доцільність використання екоархітектурних рішень у містах з метою зменшення впливу людської діяльності на навколишнє середовище, зниження теплового ефекту міст, очищення повітря та підвищення енергоефективності будівель. Акцентовано увагу на екологічних, економічних і соціальних перевагах інтеграції екоархітектури, таких як створення комфортного мікроклімату, підвищення естетичної привабливості міських просторів, зниження енергоспоживання та покращення якості життя городян.

Ключові слова: екоархітектура, «зелені» конструкції, зелені дахи, вертикальне озеленення, системи енергозабезпечення, екологічна ефективність.

Boiko M.O. Ecoarchitecture as a tool for improving the environmental situation in urban conditions of post-war Ukraine

Ecoarchitecture is an innovative approach to designing buildings and urban spaces aimed at harmonizing human activity with the environment. In modern cities, where high levels of urbanization are accompanied by air pollution, destruction of green zones, and energy inefficiency, ecoarchitecture becomes a key instrument for creating sustainable environmental conditions.

The primary goal of ecoarchitecture is to implement energy-saving technologies, reduce the environmental impact of buildings, and create comfortable environments for residents. The integration of elements such as green roofs, vertical gardens, solar panels, rainwater harvesting systems, and resource recycling technologies helps mitigate the urban heat island effect, purify the air, and promote the rational use of natural resources.

The adoption of ecoarchitecture not only improves the environmental situation but also enhances the quality of life for urban residents. This is reflected in the creation of natural recreational areas, noise reduction, microclimate regulation, and aesthetic greening of urban spaces. This article examines the concept of ecoarchitecture as a modern approach to designing buildings and urban areas aimed at improving the environmental situation under conditions of urbanization of post-war Ukraine. The main elements of ecoarchitecture were analyzed, including the implementation of green roofs, vertical gardens, energy saving systems, and the collection, processing, and use of rainwater.

The rationale for adopting ecoarchitectural solutions in cities to minimize human impact on the environment, reduce the urban heat island effect, purify the air, and increase the energy efficiency of buildings is substantiated. Attention is focused on the ecological, economic, and social benefits of integrating ecoarchitecture, such as creating a comfortable microclimate, enhancing the aesthetic appeal of urban spaces, reducing energy consumption, and improving the quality of life for city dwellers.

Key words: *ecoarchitecture, «green» structures, green roofs, vertical greening, energy systems, environmental efficiency.*

Постановка проблеми. Сучасні міста стикаються з низкою екологічних викликів, зокрема забрудненням повітря, зниженням рівня зелених насаджень, зростанням температури через ефект міського теплового острова, а також недостатньою інтеграцією природних компонентів у міське середовище. Ці чинники негативно впливають на якість життя населення, здоров'я мешканців та загальну екологічну стабільність урбанізованих територій.

Одним із перспективних інструментів для вирішення цих проблем є впровадження принципів екоархітектури, зокрема використання «зелених» конструкцій. Вертикальне озеленення, зелені дахи, фітостіни та інші інноваційні рішення дозволяють не лише покращити екологічну ситуацію, але й підвищити енергоефективність будівель, покращити естетичний вигляд міського середовища та створити комфортні умови для мешканців.

Однак, незважаючи на численні переваги, в Україні впровадження таких технологій залишається обмеженим через низький рівень обізнаності, відсутність чітких нормативно-правових стандартів та недостатню підтримку на рівні державної і муніципальної політики. Це вимагає більш глибокого аналізу потенціалу «зелених» конструкцій у міських умовах, адаптації найкращих світових практик та розробки комплексного підходу до їх інтеграції в урбаністичні стратегії. Таким чином, дослідження ролі «зелених» конструкцій у покращенні екологічної ситуації є актуальним для забезпечення сталого розвитку міст та покращення якості життя їхніх мешканців.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження, присвячені екоархітектурі, зокрема використанню «зелених» конструкцій, набувають дедалі більшої уваги як у вітчизняній, так і у світовій науковій спільноті. У численних публікаціях розглядаються різні аспекти цієї теми, зокрема Фаренюк Г.Г. та інш. у своїх дослідженнях обґрунтовують головну мету концепції сталого розвитку у сфері геотехнічного «зеленого будівництва» та рекомендують зменшити споживання енергії та матеріалів, оптимізувати використання земельних ділянок, скоротивши їхню площу під забудову, а також мінімізувати ризики, які можуть загрожувати здоров'ю і життю людей у разі аварій або небажаних подій під час виконання

геотехнічних робіт [1]. Піль А.М. детально описує позитивні ефекти від впровадження конструкцій «зеленого будівництва». Серед ключових переваг цих технологій дослідник особливу увагу приділяє зменшенню викидів забруднювачів, що спричиняють парниковий ефект, а також значній економії електроенергії. Саме ці аспекти мають найбільше значення в контексті екологічної та енергетичної ефективності [2].

Науковці Соломніков І.В. та Черненко Н.В. у своєму дослідженні розкривають основні аспекти та ініціативи, які може запропонувати екологічне будівництво для суспільства. Також, наводять й недоліки «зеленого» будівництва, серед яких значна вартість екологічних проєктів та зазначають, що незважаючи на значну ціну «зеленого» будівництва, інвестування в екологічно чисті будівлі – це інвестування у свій власний добробут, оскільки інвестиції йдуть на захист навколишнього середовища [3]. Голякова, І. та інш. розробили інтегровану систему кондиціонування з навколишнім середовищем, яка дозволить знизити вплив температури зовнішнього повітря на температуру внутрішнього повітря приміщення за рахунок комплексного використання всіх видів озеленення [4].

Зарубіжні науковці, такі як Mayrand, F. та інш. [5, 6] досліджують вертикальні системи озеленення, які сприяють відновленню екосистеми у забудованих районах, зменшуючи екологічний тиск урбанізації. Дослідники доводять, що вертикальні системи озеленення мають численні переваги для екологічного, естетичного та функціонального покращення міського середовища. Зокрема, розвідки показують, що такі системи зменшують рівень забруднення повітря завдяки поглинанню шкідливих речовин і виробленню кисню; покращують енергоефективність будівель, знижуючи витрати на кондиціонування влітку та опалення взимку через ізоляційні властивості рослин; сприяють збереженню біорізноманіття, створюючи середовище існування для комах, птахів та інших живих організмів; регулюють температурний режим міста, знижуючи ефект міського теплового острова; забезпечують акустичну ізоляцію, зменшуючи рівень шуму в густонаселених районах; покращують психологічне здоров'я людей, підвищуючи естетичну привабливість середовища та створюючи відчуття близькості до природи. Додатково вертикальне озеленення допомагає підтримувати екологічний баланс і формувати природний ландшафт навіть у щільно забудованих міських умовах.

Водночас низка питань, пов'язаних із проблемами використання «зелених» конструкцій у міських умовах, залишаються невирішеними і потребують подальшого аналізу й удосконалення.

Постановка завдання. Визначення ролі та можливостей екоархітектури для покращення екологічної ситуації у міських умовах повоєнної України.

Виклад основного матеріалу дослідження. Швидкий процес урбанізації та зміни клімату суттєво впливають на екологічний стан міських територій, створюючи низку серйозних проблем, таких як затоплення, забруднення водних ресурсів, погіршення якості повітря та загальна деградація природного середовища. Неефективне управління дощовими стоками, забруднення ґрунтів і підвищення температури в міських районах значно ускладнюють життя мешканців. У таких умовах традиційні підходи до вирішення екологічних проблем стають недостатніми.

Одним із сучасних рішень для поліпшення міської екології є впровадження «зелених» конструкцій – технологій, які поєднують природні процеси з елементами міської інфраструктури. До них належать зелені дахи, проникні покриття, системи збору та очищення дощових вод, а також дренажні канали. Такі рішення дозволяють зменшити поверхневі стоки, покращити якість води, знизити рівень

шуму й забруднення повітря, а також створювати нові природні екосистеми в межах міста [7].

«Зелені» конструкції мають чимало переваг, серед яких здатність очищати дощову воду, знижувати теплове навантаження, відновлювати біорізноманіття та поліпшувати мікроклімат у містах. Вони є не лише ефективним інструментом боротьби з екологічними викликами, а й важливою складовою сталого розвитку, сприяючи адаптації міських територій до змін клімату та підвищенню їхньої стійкості до природних катаклізмів.

Війна в Україні створила перед будівельною галуззю нові виклики, зокрема питання щодо того, яке житло найбільш доцільно будувати в сучасних умовах. Нині пріоритет надається будівництву, яке відповідає принципам сталого розвитку та екологічним стандартам. «Зелене будівництво» спрямоване на вирішення низки важливих завдань, зокрема: зниження витрат на експлуатацію будівель через оптимізацію енергоефективності та використання сучасних екотехнологій; забезпечення екологічної безпеки, мінімізацію викидів шкідливих речовин і зменшення негативного впливу на довкілля; використання відновлюваних матеріалів та енергії для створення комфортного, безпечного та довговічного житла; сприяння адаптації міських і сільських територій до нових кліматичних і соціальних викликів.

Скорочення кількості відходів і підвищення ефективності їх переробки, раціональне використання природних ресурсів, а також мінімізація негативного впливу на здоров'я людей під час експлуатації будівель – ключові принципи сталого розвитку. Вони передбачають зменшення викидів парникових газів, профілактику повеней і зсувів ґрунту, а також активне впровадження відновлюваних джерел енергії у процес обслуговування будівель. Реалізація цих підходів сприятиме створенню безпечних, економічних і екологічно чистих умов для майбутніх поколінь.

Війна з росією посилює екологічні виклики через неконтрольовані викиди забруднювачів, що виникають не лише внаслідок вибухів, але й через пожежі, спричинені влучанням боєприпасів. Особливо небезпечними є забруднення від горіння паливних складів, зокрема нафтобаз, які стають джерелом значного обсягу токсичних речовин у довкіллі [8-10].

Україна активно приєднується до міжнародних конвенцій, спрямованих на зменшення забруднення довкілля, та працює над вдосконаленням національних стандартів відповідно до глобальних вимог. У Києві реалізовано кілька проєктів житлових комплексів, сертифікованих за стандартом BREEAM, що є прикладом успішного впровадження принципів зеленого будівництва. Загальна економічна та політична ситуація свідчить про готовність країни підтримувати розвиток цього напрямку. Зелене будівництво має потенціал стати важливою галуззю для України, а подальші дослідження у цій сфері сприятимуть її ефективному розвитку [1].

В умовах війни в Україні концепція «зелених» дахів набуває нового значення. Окрім своєї екологічної та енергозберігаючої ролі, ці архітектурні рішення можуть стати важливим елементом адаптації до складних реалій воєнного часу. «Зелені» дахи сприяють очищенню повітря та покращенню мікроклімату, що особливо важливо в містах, де через бойові дії збільшився рівень забруднення. В умовах пошкодження енергетичної інфраструктури «зелені» дахи зменшують витрати на опалення взимку та кондиціювання влітку. Шари субстрату та рослинності на даху забезпечують додаткову тепло- та звукоізоляцію, при цьому зменшують проникнення шуму від вибухів та покращують психологічний комфорт людей (Рис. 1).



*Рис. 1. «Зелений» дах на багатоповерхівці у Івано-Франківську
Джерело: [11]*

«Зелені» дахи також можна використовувати для вирощування овочів чи лікарських рослин, що сприяє частковому вирішенню проблем із продовольством у містах, які постраждали від блокади чи руйнування логістики. Попри війну, в Україні вже є проекти, спрямовані на розвиток екоархітектури. Наприклад, у Києві, Львові та Одесі функціонують будівлі з «зеленими» дахами, які демонструють переваги цієї технології. У рамках післявоєнної реконструкції потенціал зелених дахів може бути врахований у державних програмах з відбудови та підтримки сталого розвитку.

Вертикальні сади в Україні також стають популярними завдяки їхній естетичності, функціональності та екологічним перевагам. Ці інноваційні рішення застосовуються в громадських, комерційних і навіть житлових будівлях. Ось кілька прикладів реалізації вертикальних садів в Україні:

1. ТРЦ «Ocean Plaza» (Київ). У торгово-розважальному центрі створено один із найбільших вертикальних садів у Києві. Рослини використовуються як декоративний елемент, що покращує якість повітря у приміщенні та створює комфортну атмосферу для відвідувачів.

2. Бізнес-центр «Astarta Organic Business Center» (Київ). Це один із найбільш екологічних бізнес-центрів у столиці. Вертикальний сад інтегровано у внутрішній дизайн головного холу. Рослини обирали з урахуванням їх здатності очищати повітря.

3. Готель «Bankhotel» (Львів). Унікальний готель у центрі Львова, який інтегрував вертикальні сади у свій екстер'єр. Сад розташований на фасаді будівлі і сприяє регулюванню мікроклімату будівлі.

4. ТРЦ «Forum Lviv» (Львів). Вертикальні сади у внутрішніх зонах торгового центру створюють затишну атмосферу для відвідувачів, вони поєднують декоративну функцію з природним очищенням повітря.

5. Житловий комплекс «Файна Таун» (Київ). Це сучасний житловий комплекс із численними елементами екоархітектури. Вертикальні сади використовуються у внутрішніх дворах і фасадах будівель (Рис. 2).



Рис. 2. Вертикальне озеленення у Києві (будинок на Дарниці)

Джерело: [12]

Попри війну та виклики, пов'язані з економічними труднощами, вертикальні сади в Україні залишаються популярними, особливо у великих містах. Ці рішення інтегруються в проекти сучасних бізнес-центрів, торгових комплексів і житлових будинків. У майбутньому, під час післявоєнної реконструкції, вертикальні сади можуть стати важливою частиною стратегії озеленення міських просторів.

Крім «зелених» дахів та вертикальних садів, також активно впроваджуються сучасні системи енергозбереження та збору й переробки дощової води:

- сонячні колектори для нагріву води використовуються для забезпечення гарячого водопостачання в житлових та комерційних будівлях. Система складається з колекторного поля, насосної групи, буферної ємності та інших компонентів, що забезпечують ефективне використання сонячної енергії (Рис. 3);

- фасадні жалюзі та зовнішні сонцезахисні системи застосовуються для зменшення теплового навантаження на будівлі, що дозволяє знизити витрати на кондиціонування повітря. Такі системи можуть розсіювати до 97% теплової енергії, залишаючи її за межами приміщення;

- системи збору дощової води дозволяють накопичувати та використовувати дощову воду для непитних потреб, таких як полив рослин чи технічні потреби. Сучасні системи включають етапи збору, фільтрації, зберігання та розподілу води. Дощова вода, що потрапляє на дах будівлі, направляється через систему водовідведення – покрівельні воронки та дренажні жолоби вздовж фасаду – до спеціальних плантаторів. Ці декоративні ємності, розроблені для попереднього очищення

дощової води, поглинають і фільтрують її перед скиданням до центральної каналізації (Рис. 4);



Рис. 3. Сонячні колектори для нагріву води

Джерело: [13]



Рис. 4. Плантатор під'єднаний до водостічних жолобів

Джерело: [14]

— модульні ємності для зберігання води використовуються в приватних будинках, комерційних об'єктах та промислових підприємствах для накопичення води в системах автономного водопостачання. Це забезпечує безперебійну подачу води та оптимізує роботу насосного обладнання.

Впровадження таких екоархітектурних технологій сприятиме зменшенню споживання енергії та водних ресурсів, що стане важливим кроком до сталого розвитку та екологічної безпеки України. Екоархітектурні рішення є не лише способом зменшення негативного впливу людини на навколишнє середовище, але й важливим елементом створення комфортних, економічно вигідних і сталих міських середовищ. Їх впровадження сприяє вирішенню екологічних викликів сьогодення та покращує якість життя міського населення.

Висновки та пропозиції. Зелене будівництво має значний потенціал для розвитку в Україні, враховуючи глобальні екологічні виклики та необхідність створення енергоефективної інфраструктури. Одним із ключових напрямів такого будівництва є інтеграція рослинності у архітектуру, що включає використання будівель із зеленими дахами, вертикальними садами та іншими інноваційними системами озеленення.

Використання рослин у будівлях забезпечує не лише естетичну привабливість, а й низку важливих переваг. Зокрема, вони сприяють очищенню повітря, зниженню температури в міських агломераціях, покращенню теплоізоляції будівель і значному скороченню витрат на енергію. Такі конструкції допомагають зменшити вплив урбанізації на навколишнє середовище, відновити біорізноманіття та створити більш комфортні умови для життя.

Переходячи до масового використання будівель із рослинністю, Україна може адаптувати найкращі світові практики до власних кліматичних та економічних умов, що сприятиме не лише екологічній, але й економічній стабільності, створюючи нові робочі місця та сприяючи сталому розвитку міст України після закінчення війни.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Фаренюк Г.Г., Калюх Ю.І., Іщенко Ю.І. Концепція «зеленого будівництва» та її застосування при проектуванні та розрахунках геотехнічних конструкцій. *Наука та будівництво*. 2020. № 24, т.2. С. 19-43. <https://doi.org/10.33644/scienceandconstruction.v24i2.3>
2. Пінь А. М. Адаптація «зелених» технологій у концепцію розумного міста. *Соціально-економічні проблеми сучасного періоду України*. 2018. № 5, т. 133. С. 76-82. URL: [https://ird.gov.ua/sep/sep20185\(133\)/sep20185\(133\)_076_PinAM.pdf](https://ird.gov.ua/sep/sep20185(133)/sep20185(133)_076_PinAM.pdf)
3. Соломніков І.В., Черненко Н.В. «Зелене» будівництво: проблеми та перспективи для сучасної економіки. *Вісник економіки транспорту і промисловості*. 2024. № 86. С. 124-130. DOI: <https://doi.org/10.18664/btie.86.310020>
4. Голякова, І., Петренко, В., & Петренко, А. Енергоефективність систем життєзабезпечення будівель в «зеленому будівництві». *Екологічна безпека та природокористування*. 2024. № 49, т.1. С. 60–67. <https://doi.org/10.32347/2411-4049.2024.1.60-67>
5. Mayrand, F., Clergeau, P., Vergnes, A., & Madre, F. Vertical Greening Systems as Habitat for Biodiversity. *In Nature Based Strategies for Urban and Building Sustainability*. 2018. P. 227-237. <https://doi.org/10.1016/C2016-0-03181-9>
6. Pérez-Urrestarazu, L., & Urrestarazu, M. Vertical Greening Systems: Irrigation and Maintenance. *In Nature Based Strategies for Urban and Building Sustainability*. 2018. P. 55-63. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812150-4.00005-7>
7. Таймазов С., Бойко М. «ЗЕЛЕНІ» КОНСТРУКЦІЇ ЯК ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СИТУАЦІЇ В МІСЬКИХ УМОВАХ. *Сучасна наука: стан та перспективи розвитку*. Збірник наукових праць ІІІ Всеукраїнської науково-практичної конференції з нагоди Дня працівника сільського господарства в Україні, 13-15 листопада 2024 р. м. Кропивницький, Україна. С. 89-91. URL: <http://dspace.ksaeu.kherson.ua/handle/123456789/10280>
8. Бойко М. О., Гальчук І.О. Вплив бойових дій на родючість українських ґрунтів. *МОНІТОРИНГ ҐРУНТІВ: ПРІОРИТЕТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ДЛЯ СПРИЯННЯ ВІДНОВЛЕННЮ УКРАЇНИ*: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції 4 грудня 2023 р. Київ. 2023. С. 117-118. URL: <https://dspace.ksaeu.kherson.ua/handle/123456789/9152>
9. Бойко М.О. НЕГАТИВНИЙ ВПЛИВ НА ДОВКІЛЛЯ ВІД СПАЛЮВАННЯ РЕШТОК ВРОЖАЮ. *Аграрна наука і освіта: історичний експурс, сучасна пара-*

дигма, стратегія розвитку: Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції (у рамках IX наукового форуму «Науковий тиждень у Крутах – 2024», 15 березня 2024 р., с. Крути, Чернігівська обл.) / ДС «Маяк» ІОБ НААН. Обухів: Друкарня ФОП Гуляєва В.М., 2024. С. 26-28. URL: <http://dspace.ksaeu.kherson.ua/handle/123456789/9220>

10. Boiko M.O. Ecological consequences of burning crop residues. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2024. № 135. т. 1. С. 206-211. DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.135.1.27>

11. Родзинкою Івано-Франківська стануть зелені дахи багатоповерхівок. Firtka: веб-сайт. URL: <https://firtka.if.ua/blog/view/rodzinkou-ivanofrankivska-stanut-zeleni-dahi-bagatopoverhivok-foto93884> (дата звернення: 10.01.2025)

12. У Києві запроваджують вертикальне озеленення: як це працюватиме. РУБРИКА: веб-сайт. URL: <https://rubryka.com/2022/07/13/vertical-garden-kyiv/> (дата звернення: 10.01.2025)

13. Сонячні колектори для нагріву води. ВЕНКОН: веб-сайт. URL: <https://www.google.com/search?client=opera&q=картинки+сонячні+колектори+для+нагріву+води&sourceid=opera&ie=UTF-8&oe=UTF-8> (дата звернення: 12.01.2025)

14. Декоративні ємності. WSS: веб-сайт. URL: <https://wss.com.ua/catalog/systemy-zboru-doschovoji-vody/nazemni-baky-ta-jemnosti/dekoratyvni-jemnosti/> (дата звернення: 12.01.2025)

УДК 635.9 / 582. 581.5

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.2.25>

ОЗЕЛЕНЕННЯ КУРОРТНИХ МІСТ ПІВДНЯ УКРАЇНИ У ПОВОЄННОМУ ВІДНОВЛЕННІ РЕГІОНУ В КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Бойко Т.О. – к.б.н., доцент кафедри лісового та садово-паркового господарства,
Херсонський державний аграрно-економічний університет

Бойко П.М. – к.б.н.,
доцент кафедри лісового та садово-паркового господарства,
Херсонський державний аграрно-економічний університет

В статті розглядається питання повоєнного відновлення зелених зон курортних міст та містечок Херсонської області в контексті відновлення рекреаційного потенціалу та інвестиційної привабливості. Курортні міста Херсонської області, розташовані на березі Чорного моря, починаючи з 2000-х років до початку повномасштабного вторгнення відзначались стабільним і динамічним розвитком зон відпочинку як для короточасної, так і для тривалої рекреації. Зелені насадження є важливою складовою благоустрою сучасних курортних міст. Різні об'єкти озеленення складають єдиний зелений пояс міста. Деревні насадження виконують не тільки естетичну функцію, але є ключовими елементами у формуванні комфортного урбанізованого середовища, створюючи унікальні мікрокліматичні, санітарно-гігієнічні та психорелаксаційні умови. Повоєнне відновлення окупованих та постраждалих населених пунктів повинно супроводжуватись розбудовою нових парково-розважальних комплексів. Сучасні парки, спроектовані за принципами сталого розвитку, у повоєнному відновленні курортних міст будуть демонструвати високу стійкість у вирішенні екологічних викликів, стаючи важливими ядрами рекреації та підвищуючи екологічну стійкість міських територій. Крупні зелені зони будуть приваблювати відвідувачів, сприяти розвитку місцевого туризму, відповідно сприяючи економічному розвитку, генеруючи прибуток від різноманітних заходів і покращуючи якість життя жителів громади. Оновлення парків і скверів курортних міст Чорноморського узбережжя Херсонщини може стати стратегічною інвестицією в розвиток регіону. Це дозволить підвищити його привабливість для туристів, створити комфортні умови для мешканців і захистити природне середовище. Ключовими рішеннями мають стати комплексний підхід із врахуванням місцевих умов, сучасних технологій та активної співпраці між усіма зацікавленими сторонами.

Ключові слова: об'єкти озеленення, повоєнне відновлення, рекреаційні зони.

Boiko T.O., Boiko P.M. Greening of resort towns in southern Ukraine in the post-war reconstruction of the region in the context of sustainable development

The article considers the issue of post-war restoration of green zones of resort cities and towns of the Kherson region in the context of restoring recreational potential and investment attractiveness. The resort cities and towns of the Kherson region, located on the Black Sea coast, from the 2000s until the beginning of the full-scale invasion were marked by stable and dynamic development of recreation areas for both short-term and long-term recreation. Green spaces are an important component of the development of modern resort towns. Various landscaping objects form a single green belt of the city. Tree plantations perform not only an aesthetic function, but are key elements in the formation of a comfortable urban environment, creating unique microclimatic, sanitary, hygienic, and psychorelaxation conditions. The post-war reconstruction of the occupied and affected settlements should be accompanied by the development of new park and entertainment complexes. Modern parks, designed according to the principles of sustainable development, in the post-war reconstruction of resort cities and towns will demonstrate high resilience in addressing environmental challenges, becoming important centers of recreation and

increasing the environmental sustainability of urban areas. Large green areas will attract visitors, contribute to the development of local tourism, thereby contributing to economic development, generating income from various activities and improving the quality of life of the community's residents. Renovation of parks and squares of resort cities and towns on the Black Sea coast of the Kherson region can become a strategic investment in the development of the region. This will increase its attractiveness for tourists, create comfortable conditions for residents, and protect the natural environment. The key solutions should be an integrated approach, taking into account local conditions, modern technologies and active cooperation between all interested parties.

Key words: *landscaping objects, post-war reconstruction, recreational areas.*

Постановка проблеми. Курортні міста Херсонської області, розташовані на березі Чорного моря, починаючи з 2000-х років до початку повномасштабного вторгнення відзначались стабільним і динамічним розвитком зон відпочинку як для короткочасної, так і для тривалої рекреації. Зелені насадження є важливою складовою благоустрою сучасних курортних міст. Різні об'єкти загального користування (парки, сквери, бульвари), обмеженого користування (лінійні посадки вздовж доріг, насадження міжквартальних територій) складають єдиний зелений пояс міста. Деревні насадження, які є одними з найдовговічніших елементів насаджень, виконують не тільки естетичну функцію, але є ключовими елементами у формуванні комфортного урбанізованого середовища, створюючи унікальні мікрокліматичні, санітарно-гігієнічні та психорелаксаційні умови. Таким чином, вони є невід'ємною обов'язковою частиною курортних міст [1].

Курортні міста Херсонщини вирізняються своїм розташуванням в аридній кліматичній зоні, де практично відсутня природна деревна рослинність. Тому потреба в озелененні з залученням як аборигенних видів, так і інтродуцентів, є особливо актуальною [2]. Це підкреслює важливість дослідження існуючих видів деревних рослин та підбору нових декоративних і стійких видів для озеленення різноманітних рекреаційних територій [1].

Сучасні темпи урбанізації, разом із бурхливим розвитком транспорту, промислових об'єктів, агропромислових комплексів, призводили до постійного забруднення навколишнього середовища, що створювало несприятливі умови для комфортного життя населення [3, 4]. У 2022 році, з початком бойових дій, на окупованих та особливо небезпечних територіях проблеми забруднення ґрунтів, поверхневих і підземних вод та атмосфери значно загострились внаслідок регулярних обстрілів. Значний негативний вплив на довкілля має пересування і дислокація військового транспорту та живої сили, облаштування мінних полів, комунікацій, мереж наземних та підземних укриттів, великих складів паливно-мастильних матеріалів, суцільне вирубування дерев для військових потреб та ін. Тому вирішення ряду екологічних проблем у повоєнний період передбачає реалізацію низки комплексних програм, спрямованих на поліпшення окремих елементів екосистем. Однією з таких програм має стати відновлення зелених насаджень курортних міст. Таким чином, результати наших досліджень мають значний практичний інтерес для відновлення привабливості курортних міст Херсонської області у повоєнний період.

Результати роботи та їх обговорення. Зелені насадження в курортних містах відіграють важливу роль у поліпшенні екологічної ситуації і є невід'ємною частиною зон рекреації. Вони сприяють формуванню оптимальних мікрокліматичних умов, є зонами для відпочинку мешканців і гостей міста, виконують функцію природних фільтрів повітря, води та ґрунтів від техногенних забруднень. Окрім того, дерева збагачують атмосферу киснем, очищають її від шкідливих речовин, регулюють температуру та вологість повітря, зменшують рівень шуму в містах і забезпечують захист від сильних вітрів [5].

Згідно наших попередніх досліджень [6-8] та літературних джерел [3, 9], площі зелених насаджень у курортних містах почала зменшуватися ще до війни, а їх якісний стан значно погіршився. Основними причинами цього є некваліфікований та нерегулярний догляд за рослинами, а також брак робіт з ремонту і реконструкції, пов'язані з обмеженим фінансуванням. Це призвело до втрати естетичної привабливості зелених зон, збільшення кількості дерев, які суховершинять та/або заражені патогенними організмами, скорочення площ газонів, відсутності квітників тощо. Зменшення зелених зон також викликане ущільненням забудови, будівництвом дорожньої мережі, що часто вирішувалось за рахунок площ об'єктів зеленого господарства.

Оскільки зелені насадження є часто невід'ємним або, взагалі, центральним елементом зон відпочинку, відповідно, вони є тим компонентом, який відповідає за створення комфортних умов рекреації, підвищує декоративну та екологічну цінність цих об'єктів, що безпосередньо забезпечує сталий розвиток причорноморського регіону області [1, 10]. Концепція сталого розвитку виникла в 1970-х роках у відповідь на занепокоєння щодо екологічних наслідків урбанізації [11]. Вона передбачає відповідальне управління ресурсами з метою забезпечення довгострокового благополуччя навколишнього середовища, суспільства та економіки. У зелених зонах, особливо в зонах для активного дозвілля, «сталий розвиток» та досягнення гармонії між всіма компонентами урбанізованого середовища має стати основною метою, що призведе до трансформації міських ландшафтів та збагачення місцевого середовища. Відновлення розпочатих до 2022 року процесів буде мати вирішальне значення для збереження та відновлення природних ресурсів, захисту природних екосистем, боротьби зі змінами клімату та подоланням наслідків бойових дій.

Сучасні парки, спроектовані за принципами сталого розвитку, в майбутньому будуть демонструвати високу стійкість у вирішенні екологічних викликів, стаючи важливими ядрами рекреації та підвищуючи екологічну стійкість міських територій. Крупні зелені зони будуть приваблювати відвідувачів, сприяти розвитку місцевого туризму, відповідно сприяючи економічному розвитку, генеруючи прибуток від різноманітних заходів і покращуючи якість життя жителів громади.

Узагальнені принципи управління парками і зонами відпочинку можна об'єднати у низку заходів, які корелюють із принципами сталого розвитку регіонів [12-17]:

- зниження впливу на навколишнє середовище шляхом скорочення викидів вуглецю та зменшення кількості відходів;
- раціональне управління ресурсами, що передбачає збереження води, енергії та матеріалів шляхом впровадження сучасних технологій і використання відновлюваних джерел енергії. Основи сталого будівництва зелених зон закладаються з ретельно підбраного місця рекреації та його планування. Для таких цілей віддають перевагу реконструкції вже забудованих територій, невикористаним міським просторам або зонам з деградованими екосистемами. Проводиться комплексна оцінка території для виявлення можливостей відновлення середовища проживання, підвищення біорізноманіття та збереження природних ресурсів;
- відновлення та збереження існуючих паркових насаджень сприяє збереженню біорізноманіття. Для зелених зон Херсонської області важливий ретельний вибір рослин, які добре адаптовані до місцевих кліматичних умов, типів ґрунтів, що сприяє сталості екосистеми. Створення садів, які приваблюють запилювачів, допомагає залучати корисних комах, що позитивно впливає на здоров'я екосистеми та продовольчу безпеку. Реалізація ініціатив з відновлення середовища

проживання, таких як відновлення водно-болотних угідь і стабілізація берегової лінії, підвищує екологічну стійкість і захищає чутливі екосистеми;

- сприяння залученню громади до планування та управління зеленими зонами [18]. Важливою є взаємодія з місцевими мешканцями протягом усього процесу створення зеленої зони, щоб підвищити їх обізнаність про стійкі практики, а також виховувати почуття відповідальності та активної участі в управлінні. Залучення місцевих жителів до ініціатив з відновлення природного середовища, посадки рослин, заходів з утриманні паркових зон, моніторингу та управлінню, буде забезпечувати довгостроковий результат та успіх ініціатив стійкого розвитку регіону;

- організація та адміністрування природоохоронних зон для збереження дикої природи та активного відпочинку;

- запуск програм, спрямованих на підтримку збереження навколишнього середовища та стійкого розвитку;

- сприяння широкого впровадження екологічно чистих методів транспортування та обслуговування зелених зон. Підтримка екологічних видів транспорту та функцій доступності з метою зменшення викидів вуглецю та покращення доступу до парку для всіх користувачів. Збільшення кількості велосипедних доріжок, пішохідних маршрутів та багатофункціональних стежок для зменшення забруднення повітря. Таким чином, всі об'єкти парків будуть доступні для людей з обмеженими можливостями, включаючи доріжки, пандуси та зони відпочинку, що сприятиме інклюзивності та рівному доступу для всіх відвідувачів;

- сприяння заходам, націленим на зменшення відходів та їх переробки;

- вибір екологічних матеріалів та новітніх будівельних практик для створення нових та реконструкції існуючих зон відпочинку. Використання природних матеріалів і екологічних методів будівництва, в разі зменшують негативний вплив на навколишнє середовище, сприяють раціональному використанню ресурсів [18]. Використання перероблених і відновлених матеріалів, таких як перероблений пластик і деревина, а також відпрацьована деревина та матеріали з будівельних майданчиків, допомагає зменшити кількість відходів і витрати енергії [16]. Застосування матеріалів з низьким викидом вуглецю та високим вмістом відновлюваних ресурсів також є важливим аспектом. Впровадження будівельних технологій, які зменшують порушення території, ущільнення ґрунту та ерозію, дозволяє зберегти природні особливості та зменшити екологічні наслідки [17];

- максимальне поширення енергоефективного освітлення в зелених зонах. Впровадження енергоефективних освітлювальних рішень об'єкти озеленення з метою зменшення споживання енергії та викидів парникових газів. Використання світлодіодних ламп, систем освітлення на основі сонячних батарей і датчиків руху для зниження споживання електроенергії та покращення освітлення вночі, що дозволить зменшити витрати на освітлення. Впровадження технологій відновлювальної енергетики, таких як сонячні панелі та вітрові турбіни, для виробництва чистої відновлювальної енергії та зменшення залежності від викопного пального;

- застосування сучасних систем зрошення, які реагують на погодні умови, а також водоекономних практик озеленення для оптимізації використання води та зменшення потреби в зрошенні;

- проєктування нових складових зеленої інфраструктури, таких як дощові сади та зелені дахи, має на меті зменшити негативний вплив на навколишнє середовище та підтримати місцеву економіку [18]. Важливо інтегрувати елементи зеленої інфраструктури, зокрема дощові сади, біосмуги та водопроникні покриття, для ефективного управління стоком дощових вод і сприяння поповненню ґрунтових вод.

Такий підхід при плануванні нових об'єктів зеленого будівництва із застосуванням засад стійкого розвитку змінює вектор діяльності зелених зон відпочинку, які виконують важливу роль у захисті громади, управляючи великими територіями та сприяючи стійкості [18]. Впровадження описаних практик обіцяє більш екологічне майбутнє, зменшення викидів, збереження ресурсів, підтримку місцевої економіки та підвищення добробуту громади. Зосереджуючи увагу на стійкості, рекреаційні зони будуть забезпечувати добробут мешканців і сприяти формуванню екологічно свідомого суспільства.

Екологічні ініціативи мають значну роль у створенні парків, підтримуючи охорону навколишнього середовища, екологічну стійкість та добробут місцевих спільнот. Завдяки впровадженню постійних практик, таких як локальні насадження, використання вторинних матеріалів, енергоефективність та інклюзивна структура, парки можуть стати прикладами сталого розвитку урбосередовища, сприяти оздоровленню та збільшенню життєздатності населення. Через спільне планування, активну участь громадян та стійкому управлінню зелені зони можуть продовжувати еволюціонувати як незалежні, стійкі громадські простори протягом багатьох поколінь [19].

Загалом, дослідження підтвердило значення зелених зон курортних міст як важливих екологічних та рекреаційних ресурсів, які сприяють поліпшенню якості життя мешканців і підтриманню екологічної рівноваги в умовах урбанізації. Результати та висновки можуть слугувати підґрунтям для розробки стратегій сталого розвитку міських зелених насаджень, спрямованих на збереження біорізноманіття та створення сприятливого середовища для людей.

Перед реконструкцією парків або скверів у повоєнному періоді важливо оцінити стан наявної рослинності. Для цього слід провести інвентаризацію, що включає визначення видового складу, віку, стану здоров'я та щільності насаджень [5]. Зокрема, це дозволяє:

- Оцінити видовий склад – з'ясувати, які види дерев і кущів зростають на території, і визначити частку місцевих (автохтонних) видів. Виявлення інвазійних рослин, таких як біла акація, клен ясенелистий, дозволяє вчасно усунути їх для збереження природного середовища.

- Аналізувати вік рослинності – це допомагає визначити, які дерева є віковими і мають охоронятись на місцевому рівні або потребують заміни найближчим часом. Наприклад, якщо основну масу складають берези, оцтові дерева або тополі віком понад 70 років, необхідно планувати їх оновлення, враховуючи коротку тривалість життя цих видів

- Оцінити життєвий стан насаджень – виявлення аварійних дерев, хвороб або зараження паразитами дозволяє уникнути ризиків для відвідувачів парку. Такі дерева слід видалити або провести необхідні заходи для їхнього відновлення.

- Дослідити щільність насаджень – надмірна густота призводить до погіршення якості деревостану та збіднення біорізноманіття. У таких випадках потрібно проводити прорідження, що сприятиме кращому розвитку рослин і трав'янистої рослинності.

Детальний аналіз зелених насаджень курортних міст дозволяє виявити цінні або рідкісні види рослин, які можуть бути занесені до Червоної книги України чи регіональних охоронних списків. Наприклад, це можуть бути угруповання із первоцвітами, орхідеями або цінними екзотичними видами, що можуть стати родзинкою парку. Старовинні дерева або рідкісні екземпляри також можуть слугувати природними пам'ятками, додаючи культурної цінності зеленій зоні.

Належний підхід до інвентаризації насаджень і їх грамотного оновлення сприяє збереженню біорізноманіття, поліпшенню якості життя громади та створенню затишних, екологічно стійких просторів для відпочинку.

Викликами і необхідними умовами для реалізації проєктів з відновлення зелених зон є належне фінансування (необхідно залучати як державні, так і приватні інвестиції, а також міжнародні гранти для розвитку туристичної інфраструктури), законодавче регулювання (розробка чітких правил використання земельних ділянок і охорони природного середовища), довгострокове планування (необхідно враховувати не лише естетичну складову, а й екологічну, економічну та соціальну сталість).

Оновлення парків і скверів курортних міст Чорноморського узбережжя Херсонщини може стати стратегічною інвестицією в розвиток регіону. Це дозволить підвищити його привабливість для туристів, створити комфортні умови для мешканців і захистити природне середовище. Ключовими рішеннями мають стати комплексний підхід із врахуванням місцевих умов, сучасних технологій та активної співпраці між усіма зацікавленими сторонами.

Практичний підхід до вибору рослин у різних елементах міста враховує їхню корисність. Наприклад створення тіньової алеї для відпочинку в спекотну погоду, висадження щільного бордюру для маскування візуально неохайних форм та конструкцій, укріплення відкритого ґрунту щільним трав'яним газоном або заплітання ліанами огорож [20]. Зокрема, певні види рослин можуть характеризуватись біологічною або раритетною цінністю, тобто бути занесеними до Червоної книги України, мати високу ендемічність або історичну цінність. В такому разі дані види виконують еколого-освітню та історично-пізнавальну функції, тим самим підносячи туристичну привабливість всього зеленого комплексу. Наявність раритетів та ендеміків, вирощених самостійно або придбаних у спецрозсадниках, сприяє збереженню їх популяції та обізнаності населення.

Поствоєнне відновлення окупованих та постраждалих населених пунктів повинно супроводжуватись розбудовою нових парково-розважальних комплексів. В найперші роки після завершення військових дій та деокупації необхідно провести увесь спектр підготовчих та виконавських робіт для створення паркових зон курортних населених пунктів Херсонської області. Ця система насаджень увійде в комплекс зелених зон, який передбачає:

- Формування структури змішаного типу, з чергуванням деревних та кущових насаджень із відкритими майданчиками, галявинами, декоративними елементами флори та малими архітектурними формами;
- створення видових точок зосередження уваги, зокрема центральних алей, куртин декоративних та екзотичних рослин, перехресть і акцентних входів;
- розширення видового асортименту насаджень за рахунок вічнозелених, голонасінних та гарноkvітучих порід, які різко підвищують декоративність парків.

Особливістю паркових зон рекреаційних комплексів має стати їх релаксаційний характер, призначений на спокійний режим відпочинку населення. Вони обов'язково мають бути насичені різноплановими елементами як прогулянкові доріжки та доріжки здоров'я, дитячими та спортивними майданчиками, лавами, альтанками, видовими точками тощо. Дуже важливим буде оновлення системи вечірнього освітлення, яке б підкреслювало головні елементи та декоративні рослини у темний час.

Для курортних населених пунктів дуже важливим елементом інфраструктури буде облаштування сучасних набережних та берегових смуг баз відпочинку. Вони

мають враховувати усі вимоги відпочиваючих влітку до пляжного відпочинку, зон дозвілля та активного відпочинку, місць громадського харчування, систем водопостачання та водовідведення та прогулянкових зон. Також варто звернути увагу на можливість продовження сезону відпочинку і в холодні місяці за рахунок облаштування пансіонатів та санаторіїв системами екологічно безпечного опалення, басейнами з підігрівом, банними комплексами, spa-центрами та розважальними програмами у зимовий період.

Окрім прибережних зон, необхідно спроектувати озеленення центральних вулиць міст-курортів, особливо за рахунок контейнерних великогабаритних культур, що дозволить озеленити забудовані вулиці без порушення систем їх комунікацій, а варіації дизайну контейнерів можна стилізувати під найближчу забудову для їх гармонійного поєднання.

Особливістю озеленення міського середовища, з дефіцитом вільної площі, може стати вертикальне озеленення та зелені дахи. Це дозволить інтегрувати потужну зелену масу у щільну міську забудову.

Озеленення курортних зон Чорноморського узбережжя Херсонщини є важливою складовою повернення та підвищення їх інвестиційної привабливості в поствоєнний період. При їх плануванні необхідно враховувати критерій гармонічного поєднання природи та людського суспільства, шляхом врахування вимог та потреб як аборигенного населення і туристів, так і вимог охорони та збереження довкілля.

Висновки та пропозиції. У післявоєнний період особливу увагу слід приділити розвитку рекреаційної діяльності в курортних містах, розташованих уздовж узбережжя Чорного моря, які нині перебувають під окупацією. Відновлення цих територій потребуватиме створення комфортних умов для задоволення соціальних потреб місцевих жителів, зміцнення їхнього зв'язку з природним середовищем, відродження туристичного сектору та залучення інвестицій в регіон.

Розширення спектру рекреаційних можливостей і визначення перспектив їхнього розвитку є ключовими завданнями для міського планування та для соціально-економічного відродження Херсонщини. Формування сучасних рекреаційних зон має базуватись на багатофакторному підході, який врахує природні, соціальні та економічні особливості цих територій. Вирішення даних питань, своєю чергою, потребує проведення глибоких наукових досліджень та інтеграції їх висновків у стратегії просторового розвитку міст і регіону в цілому.

Підвищення інвестиційної привабливості курортних населених пунктів Херсонщини, розширення рекреаційних пропозицій є важливими аспектами розвитку міської інфраструктури і загального фінансового зростання області.

Як і будь які інновації, планування реконструкції рекреаційних зон та їх озеленення, потребує ґрунтовних довготривалих наукових досліджень і врахування їх висновків у планах розвитку населених пунктів та регіону.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Бойко Т.О., Бойко П.М. Еколого-рекреаційна роль об'єктів садово-паркового господарства міста Херсон. Таврійський науковий вісник, 2022. № 128. 347-352.
2. Полив'яна В.А. Особливості створення приватних рекреаційних комплексів в м. Скадовськ у повоєнний період. VII-а Міжнародна науково-практична конференція «Екологічний стан навколишнього середовища та раціональне природокористування в контексті сталого розвитку». 2024.

3. Солоненко, А. М., Мальцева, І. А., Подорожний, С. М., Бредіхіна, Ю.Л. Особливості озеленення баз відпочинку на північно-західному узбережжі Азовського моря. Науковий вісник НЛТУ України, 2012. 22(4). 62-67.
 4. Henyk Ya.V. Ecological and biological fundamentals of renewal of landscapes, damaged by solid household waste dumps and polygons. Науковий вісник НЛТУ України. 2009. Вип. 19.2. 77-82.
 5. Бойко Т., Дементьєва О., Бойко П. Фітомеліоративні функції зелених насаджень як фактор сталого розвитку Херсонської області. Матеріали XII Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Проблеми та перспективи розвитку сучасної науки в країнах Європи та Азії». Збірник наукових праць. Переяслав Хмельницький, 2019 р. 17-18.
 6. Бойко Т.О., Дементьєва О.І. Видовий склад та таксономічна структура деревних насаджень міста Скадовськ (Україна, Херсонська область). Таврійський науковий вісник. 2021. Вип.117. 280-287.
 7. Бойко Т.О., Нагорний Д.Р. Дендрофлора міста Скадовськ (Україна, Херсонська область). «Рациональне використання біоресурсів та охорона навколишнього середовища». Матеріали наукової Інтернет-конференції молодих вчених, аспірантів та студентів. 17-19 березня 2021 р., м. Херсон. 104-106.
 8. Бойко Т. Попередні результати фітосанітарного обстеження стану зелених насаджень міста Скадовськ (Україна, Херсонська область). Таврійський науковий вісник. 2022. Вип.127. 335-340.
 9. Рубцов А.Ф., Гавриленко Н.О. Видове різноманіття інтродукованих рослин насаджень рекреаційного призначення Херсонщини. Український державний лісотехнічний університет. Науковий вісник. 2004. Вип. 14.8. 143-148.
 10. Підколодна М.М., Реб'єв А.А., Полчанінова І.А. Рекреаційні комплекси: конспект лекцій. Харків: КНАМГ, 2010. С. 116.
 11. Павліха Н.П., Цимбалюк І.О., Савчук А.Ю. Сталий розвиток туризму та рекреації: сучасні виклики й перспективи для України: монографія. Луцьк: Вежа-Друк, 2022. 211 с.
 12. Oguz Dicle & Diriöz Elif & Belkayalı, Nur. Tourists' perception of landscape design: The case of resorts in the Belek Specially Protected Area. African Journal of Agricultural Research. 2010. 5. 1028-1035.
 13. Hillary M., Nancarrow B., Griffin G., Syme G. Tourist Perception of Environmental Impact. Ann. Tour. Res., 2001. 29. 79-105.
 14. Sayan M.S. Antalya Kıyı Bandındaki Bazı Turizm Amaçlı Tesislerin Peyzaj Mimarlığı Yönünden İrdelenmesi Üzerinde Bir Araştırma. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı Doktora Tezi. Ankara. 1998. 57-66.
 15. Butler RW Tourism – An Evolutionary Perspective” in Tourism and Sustainable Development: Monitoring, Planning, Managing. In: Nelson et al. (eds) Department of Geography Publication Series Number 37, University of Waterloo. 1993
 16. Tosun C Challenges of Sustainable Tourism Development in the Developing World: The Case of Turkey. Tour. Manag. 2001 (22): 289-303.
 17. Baysan S Perceptions of the Environmental Impacts of Tourism: A Comparative Study of the Attitudes of German, Russian and Turkish Tourists in Kemer, Antalya. Tour. Geographies, 2001, 3(2). 218-235.
 18. David M. Pearlman Sustainability in Recreation and Parks: Building a Better Future. 2024. <https://surl.li/xwlqre> (дата звернення 12.01.2025)
 19. Johnson B. Green Initiatives in Park Construction: Sustainable Practices and Benefits. <https://surl.li/aencrp> (дата звернення 12.01.2025)
 20. Бойко Т., Бойко П. Довідник ландшафтного дизайнера: навчальний посібник. Олді +, 2024. 196 с.
-

УДК 504.61:004.383.8]:911.375.1

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.2.26>

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ МІСТ

Василенко О.В. – к.с.-г.н.,

завідувач кафедри екології та безпеки життєдіяльності,

Уманський національний університет садівництва

Сонько С.П. – д.геогр.н.,

професор кафедри екології та безпеки життєдіяльності,

Уманський національний університет садівництва

Балабак О.А. – д.с.-г.н.,

професор кафедри екології та безпеки життєдіяльності,

Уманський національний університет садівництва

Балабак А.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри екології та безпеки життєдіяльності,

Уманський національний університет садівництва

Нікітіна О.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри екології та безпеки життєдіяльності,

Уманський національний університет садівництва

В статті висвітлені результати аналізу потенціалу застосування технологій штучного інтелекту для покращення управління екологічною безпекою міст. Штучний інтелект здатен пропонувати перспективні рішення для вирішення проблем кращого муніципального обслуговування, доступності комунальних послуг та екологічної безпеки. На сьогодні багато країн світу мають ефективні стратегії застосування штучного інтелекту. Система моніторингу атмосферного повітря, яка використовує технології штучного інтелекту, Air Quality Monitoring впроваджена у більшості країн, включаючи Україну. Використання штучного інтелекту для оптимізації енергетичних мереж міст базується на розробці алгоритмів зниження споживання енергії та зменшення викидів діоксиду вуглецю шляхом оптимізації використання відновлювальних джерел енергії. Програми управління водними ресурсами міст пов'язані з прогнозуванням повеней, аналізом рівнів води в міських поверхневих водоймах, виявленням витоків води, оптимізацією водопостачання та водоспоживання. Програми з використанням штучного інтелекту дозволяють підвищити ефективність переробки відходів, оптимізувати маршрути для сміттєвозів та алгоритми збору і сортування, зменшити навантаження на полігони складування відходів. Крім того, штучний інтелект впроваджують в управління зеленими зонами міст.

В системах управління екологічною безпекою міст України також застосовується штучний інтелект. Він використовується для аналізу інформації від стаціонарних постів моніторингу атмосферного повітря, які розміщені в містах України, для прогнозування надзвичайних екологічних ситуацій, оптимізації використання ресурсів та транспортних мереж міста. На сьогодні, є декілька українських проектів на основі роботи штучного інтелекту, які використовуються міськими екологами: EcoCity, AirVenture та SensAir, AquaSense, EcoPro, Smart Waste.

Отже, штучний інтелект допомагає міським адміністраціям краще адаптуватись до проблем, пов'язаних з екологічною безпекою міст, та, загалом, є основою забезпечення сталого розвитку.

Ключові слова: штучний інтелект, екологічна безпека, місто, система управління, моніторинг довкілля.

Vasylenko O.V., Sonko S.P., Balabak O.A., Balabak A.V., Nikitina O.V. Use of artificial intelligence technologies for urban environmental security management

The article presents the results of an analysis of the potential application of artificial intelligence technology to improve urban environmental security management. Artificial intelligence is capable of offering promising solutions for addressing issues related to better municipal services, the accessibility of utilities, and environmental security. Many countries around the world currently have effective strategies for applying artificial intelligence. The Air Quality Monitoring system, which utilizes artificial intelligence technologies, has been implemented in most countries, including Ukraine. The use of artificial intelligence to optimize city energy grids is based on the development of algorithms to reduce energy consumption and lower carbon dioxide emissions by optimizing the use of renewable energy sources. Water resource management programs in cities are associated with flood prediction, analysis of water levels in urban surface water bodies, leak detection, and optimization of water supply and consumption. Artificial intelligence programs help improve waste recycling efficiency, optimize routes for garbage trucks, and sorting and collection algorithms, as well as reduce the load on waste disposal landfills. Moreover, artificial intelligence is being implemented in the management of urban green spaces.

Artificial intelligence is also applied in environmental safety management systems in Ukrainian cities. It is used to analyze data from stationary air quality monitoring stations located in Ukrainian cities, predict emergency environmental situations, and optimize the use of resources and urban transport networks. Currently, there are several Ukrainian projects based on artificial intelligence that are used by municipal ecologists: EcoCity, AirVenture, SensAir, AquaSense, EcoPro, and Smart Waste.

Thus, artificial intelligence helps urban administrations better adapt to environmental safety challenges and, in general, serves as the foundation for ensuring sustainable development.

Key words: artificial intelligence, environmental security, city, management system, environmental monitoring.

Постановка проблеми. На сьогодні у містах світу проживає понад 3,5 млрд. осіб, а це більш ніж 50 % населення. Проте згідно прогнозів до 2050 року ця частка зросте до 70 % [1]. У всьому світі міста відчують тиск величезного потоку людей, які шукають безпеку, кращі можливості, зайнятість і задоволення своїх соціальних потреб. Посилення урбанізації ставить міста перед складними викликами, що пов'язані із землеустроєм, містобудуванням та ефективними управлінськими послугами по забезпеченні екологічної безпеки.

Оскільки масштаби міст продовжують рости, а екологічні катастрофи сіють хаос з більшою інтенсивністю, то терміново потрібні нові інструменти та рішення для підтримки та покращення сталості міст, для ефективного управління ресурсами, обмеження їхнього впливу на навколишнє середовище та покращення добробуту містян [2].

Паралельно прогресу у містах просування цифрових технологій, включаючи штучний інтелект, пропонуються перспективні рішення для вирішення проблем кращого муніципального обслуговування, доступності комунальних послуг та екологічної безпеки [3]. Використання штучного інтелекту в містах демонструє цікавий потенціал вирішення таких проблем, як затори, мобільність, споживання енергії, дефіцит води, надзвичайні ситуації, посухи, забруднення навколишнього середовища, шум або управління відходами.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженню ефективності використання технологій штучного інтелекту в системі управління міст присвячено чимало наукових праць.

У публікаціях вітчизняних дослідників Забловського А. [4], Андрієнко А. [5], Жуковича І. [6], Чукута С. [7], Маматової Т. [8], висвітлюються окремі аспекти концепції «Smart City». Ця концепція є однією із цифрових стратегій для вирішення проблеми міського розвитку для створення комфортного

міського середовища, яка може бути реалізована шляхом впровадження цифрових містобудівних рішень.

Велика кількість іноземних наукових публікацій доводить значний інтерес дослідників до можливостей використання технологій штучного інтелекту для покращення екологічної безпеки в містах. Науковцями висвітлені питання використання штучного інтелекту для оптимізації надання державних послуг [9, 10]. Використовуючи методи штучного інтелекту міста можуть аналізувати величезні обсяги даних для прийняття оптимальних містобудівних рішень [11–13]. Крім того, він є ключовим компонентом додатків для розумних міст [14, 15].

Постановка завдання. Основна мета даних досліджень полягає в аналізі потенціалу застосування технології штучного інтелекту для покращення управління екологічною безпекою міст. Для цього важливою частиною дослідження є оцінка впровадження штучного інтелекту в сучасну систему моніторингу навколишнього середовища міст, зокрема, для прогнозування ризиків системи забезпечення екологічної безпеки. Крім того, актуальним є визначення ключових напрямів інтеграції технологій штучного інтелекту в екологічну політику міського управління для оптимізації застосування ресурсів та покращення якості життя містян.

Виклад основного матеріалу дослідження. Мета концепції застосування технології штучного інтелекту в міському управлінні полягає в оптимізації міської мобільності, зменшенні заторів, мінімізації впливу транспорту на навколишнє середовище тощо. Ця концепція обертається навколо використання технологій для моніторингу та ефективного управління міським середовищем. Це включає впровадження розумних систем управління відходами, моніторинг якості повітря та води та інтеграцію зелених насаджень. Використовуючи датчики та аналітику даних, міста можуть працювати над створенням здоровіших і стійкіших умов життя для своїх жителів. Концепція «smartliving» охоплює інтеграцію технологій для підвищення якості життя мешканців міста. Це передбачає розгортання систем розумного дому та цифрових послуг, які задовольняють потреби окремих людей і громад. Ця концепція має на меті створити більш комфортний і зв'язаний міський простір, сприяючи почуттю благополуччя міської спільноти.

На сьогодні багато країн світу мають ефективні стратегії застосування штучного інтелекту для управління екологічною безпекою міст (табл. 1).

Аналізуючи дані таблиці, можна зробити висновок, що система моніторингу атмосферного повітря, яка використовує технології штучного інтелекту, *Air Quality Monitoring* впроваджена у всіх згаданих країнах. Більше того, ця система є універсальною для більшості країн світу і використовується в Україні. Використання штучного інтелекту для оптимізації енергетичних мереж міст базується на розробці алгоритмів зниження споживання енергії та зменшення викидів діоксиду вуглецю шляхом оптимізації використання відновлювальних джерел енергії. Програми управління водними ресурсами міст пов'язані з прогнозуванням повеней, аналізом рівнів води в міських поверхневих водоймах, виявленням витоків води, оптимізацією водопостачання та водоспоживання. Що стосується управління відходами міст, то згадані програми з використанням штучного інтелекту дозволяють підвищити ефективність переробки відходів, оптимізувати маршрути для смітєвозів та алгоритми збору і сортування, зменшити навантаження на полігони складування відходів. Отже, дані стратегії допомагають міським адміністраціям краще адаптуватись до проблем, пов'язаних з екологічною безпекою міст, та, загалом, є основою забезпечення сталого розвитку.

Таблиця 1

**Приклади успішних стратегій застосування штучного інтелекту
в управлінні екологічною безпекою міст різних країн**

Країна	Сфера управління екологічною безпекою міст			
	моніторинг атмосферного повітря	оптимізація енергетичних мереж	управління водними ресурсами	управління відходами
США	<i>Los Angeles Air Quality Management</i> (Лос-Анжелес)	<i>Seattle Smart</i> (Сіетл)	<i>New York City Smart Water Management</i> (Нью-Йорк)	<i>San Francisco Waste Sorting</i> (Сан-Франциско)
Китай	<i>Beijing Air Quality Monitoring</i> (Пекін)	<i>Shanghai Smart Energy System</i> (Шанхай)	<i>Shenzhen Smart Water Management</i> (Шеньчжень)	<i>Hangzhou Waste Sorting and Recycling</i> (Ханчжоу)
Німеччина	<i>Berliner Luftdaten</i> (Берлін)	<i>Frankfurt Smart City</i> (Франкфурт)	<i>Hamburg's Flood Control</i> (Гамбург)	<i>Köln's Waste Management</i> (Кельн)
Велика Британія	<i>London Air Quality Monitoring</i> (Лондон)	<i>Manchester Smart Energy Grid</i> (Манчестер)	<i>Cambridge Smart Water Management</i> (Кембридж)	<i>Bristol Waste Management</i> (Брістоль)
Франція	<i>Paris Air Quality Monitoring</i> (Париж)	<i>Grenoble Smart Energy</i> (Гренобль)	<i>Nice Smart Water Management</i> (Ніцца)	<i>Lyon Smart Waste Management</i> (Ліон)
Сінгапур	<i>Smart Nation Sensor Platform</i> (національна моніторингова платформа), <i>Eco-Ledger by Singtel</i> (реєстр викидів вуглецю)	<i>Smart Grid</i>	<i>Smart Water Management</i>	<i>Waste-to-Energy Systems</i>

Аналіз звітів McKinsey Global Institute, Global AI Index, PwC AI Report, Ministry of Internal Affairs and Communications of Japan, Accenture AI Insights, NASSCOM AI Adoption Survey, Canadian Government AI Strategy та інших показує, що застосування технологій штучного інтелекту для управління міськими екосистемами має досить суттєву частку, яка варіюється залежно від країни (рис. 1).

Більшість із цих ініціатив пов'язані із енергетикою та управлінням відходами. Мова йде про автоматичне енергоспоживання, розподіл його між різними джерелами енергії, прогнозування ефективності роботи сонячних панелей у різний час доби та різні періоди року, планування маршруту збору відходів та автоматичного їх сортування, передбачення їх обсягів.

Крім того, штучний інтелект впроваджують в управління зеленими зонами міст. Він використовується в системі моніторингу стану рослинності за допомогою спеціальних сенсорів в парках міст та дронів (наприклад, для виявлення шкідників), а також, задля оптимізації процесів поливу шляхом аналізу вологості

грунтів. Технології штучного інтелекту наскільки розвинулись, що за їх допомогою можливо змодельовати розвиток урбоєкосистем на фоні змін клімату і тим самим передбачити кризові явища.

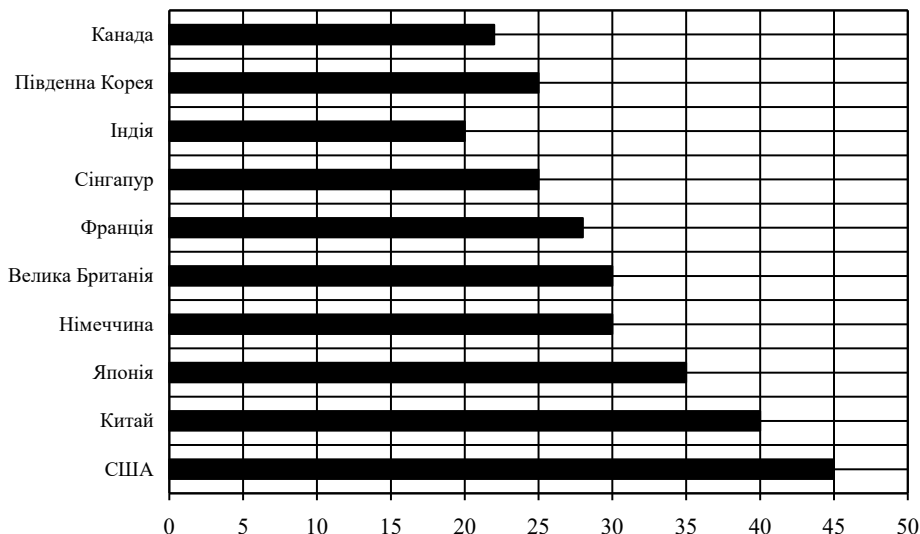


Рис. 1. Відсоток впровадження технологій штучного інтелекту в управління екологічною безпекою міст різних країн

В системах управління екологічною безпекою міст України також застосовується штучний інтелект. Перед усім, це вже згаданий *Air Quality Monitoring*. Штучний інтелект використовується для аналізу інформації від стаціонарних постів моніторингу атмосферного повітря, які розміщені в містах України. Але він інтегрований і у інші системи управління екологічною безпекою міст:

1. Прогнозування надзвичайних екологічних ситуацій (через опрацювання метеорологічних даних та супутникових знімків). Це дозволяє міській адміністрації вчасно зреагувати та запобігти катастрофам.

2. Оптимізація ресурсовикористання (наприклад, прогнозування водоспоживання з відповідним налаштуванням міських насосних станцій).

3. Оптимізація транспортних мереж міста. Алгоритми, налаштовані штучним інтелектом, зменшують затори у містах та оптимізують транспортне навантаження вулиць (зокрема, з метою зменшення викидів у повітря).

На сьогодні, є декілька українських проектів на основі роботи штучного інтелекту, які використовуються міськими екологами:

1. EcoCity, AirVenture та SensAir. Використовуються в системі моніторингу атмосферного повітря міста.

2. AquaSense. Використовується для моніторингу якості водних ресурсів міста.

3. EcoPro. Використовується для управління енергоспоживанням будинків у містах.

4. Smart Waste. Використовується у системі поводження з відходами (оптимізує їх збір та переробку).

Таким чином, штучний інтелект допомагає знизити ризики для екологічної безпеки міст України, забезпечити їх сталий розвиток та підвищити ефективність міського управління.

Висновки і пропозиції. Швидкий розвиток штучного інтелекту відкриває величезні можливості для вирішення міських проблем і покращення якості життя мешканців. Завдяки аналізу використання штучного інтелекту можна зробити кілька ключових висновків. Він пропонує різноманітні цифрові додатки та перспективний потенціал для розвитку міст шляхом підвищення ефективності забезпечення екологічної безпеки, просування інновацій, і оптимізації використання ресурсів. Крім того, можна визначити майбутні напрямки впровадження штучного інтелекту в містоуправління, наголошуючи на важливості підвищення цифрової грамотності, просування етичних практик штучного інтелекту, використання нових технологій, сприяння екологічній обізнаності, надання пріоритету принципам проектування, орієнтованого на людину. Ці майбутні напрямки мають бути спрямовані на розширення можливостей мешканців міст, сприяння участі громади, вирішення суспільних проблем і створення сталого та стійкого міського середовища.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Seto K. C., Guneralp B., and Hutyra L. R. Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. *P. Natl. Acad. Sci. USA*, 2012. 109. P. 16083–16088.
2. Мураєв Є. В. Український досвід впровадження концепції смарт-міст: основні досягнення та проблеми. *Вісник Хмельницького національного університету*, 2020. № 2. С. 91–96. DOI: 10.31891/2307-5740-2020-280-2-17.
3. Voda A. I., Radu L. D. Artificial intelligence and the future of smart cities. *BRAIN. Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience*, 2018. 9(2). P. 110–127.
4. Забловський А. Використання технологій штучного інтелекту для розвитку екосистеми розумних міст. *SMART інфраструктура у сталому розвитку міст: світовий досвід та перспективи України*. Центр Разумкова, Вид-во «Заповіт», 2021. С. 305–313.
5. Андрієнко А. Концепція «розумного міста»: уточнення ключових понять у контексті забезпечення розвитку великого муніципального утворення. *Аспекти публічного управління*, 2018. Т. 6. № 8. С. 24–34.
6. Жукович І. А. Smart-міста як новий об'єкт статистичних досліджень: визначення терміна. *Статистика України*, 2015. № 1. С. 18–22.
7. Чукут С. А., Дмитренко В. І. Смарт-сіті чи електронне місто: сучасні підходи до розуміння впровадження е-урядування на місцевому рівні. *Інвестиції: практика та досвід*, 2016. № 13. С. 89–93.
8. Маматова Т. В., Андрієнко А. О. Концепція «розумної територіальної громади» в контексті забезпечення інтелектуалізованого місцевого розвитку. Децентралізація влади в Україні: оцінювання результатів формування та розвитку самодостатніх громад: монографія / за заг. та наук. ред. С. М. Сєрьогіна, І. А. Чикаренко. Дніпро: ДРІДУ НАДУ, 2019. С. 73–84.
9. Ma Y., Ping K., Wu C., Chen L., Shi H., Chong D. Artificial Intelligence powered Internet of things and smart public service. *Library Hi Tech*, 2020. 38(1). P. 165–179. doi: 10.1108/LHT-12-2017-0274
10. Wirtz B. W., Weyerer J. C., Geyer C. Artificial Intelligence and the Public Sector – Applications and Challenges. *International Journal of Public Administration*, 2019. 42(7). P. 596–615. doi: 10.1080/01900692.2018.1498103
11. Al-Turjman F., Nayyar A., Devi A., Shukla P. K. Intelligence of things: AI-IoT based critical-applications and innovations. In *Intelligence of things: AI-IoT Based*

Critical-Applications and Innovations. *Springer International Publishing*, 2021. doi: 10.1007/978-3-030-82800-4

12. Ullah Z., Al-Turjman F., Mostarda L., Gagliardi R. Applications of Artificial Intelligence and Machine learning in smart cities. *Computer Communications*, 2020. 154. P. 313–323. doi: 10.1016/j.com-com.2020.02.069

13. Allam Z., Tegally H., Tondoo M. Redefining the use of big data in urban health for increased live-ability in smart cities. *Smart Cities*, 2019. 2(2). P. 259–268. doi: 10.3390/smartcities2020017

14. Allam Z., Dhunny Z. A. On big data, artificial intelligence and smart cities. *Cities*, 2019. 89. P. 80–91. doi: 10.1016/j.cities.2019.01.032

15. Liu Y., Yang C., Jiang L., Xie S., Zhang Y. Intelligent Edge Computing for IoT-Based Energy Man-agement in Smart Cities. *IEEE Network*, 2019. 33(2). P. 111–117. doi: 10.1109/MNET.2019.1800254

УДК 001.891.32:712.4:692.4

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.2.27>

НАУКОМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ ТЕМАТИКИ «GREEN ROOFS»: ПОРІВНЯННЯ SCOPUS ТА WEB OF SCIENCE ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ SWOT- ТА GAP-АНАЛІЗУ

Герасимчук Л.О. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри екології та природоохоронних технологій,

Державний університет «Житомирська політехніка»

Рибак О. – аспірант кафедри екології та природоохоронних технологій,

Державний університет «Житомирська політехніка»

Дослідження зелених дахів стрімко розвиваються, що зумовлює необхідність системного аналізу наукового доробку для оцінки сучасних тенденцій, визначення прогалин у знаннях і перспектив подальшого розвитку. Метою дослідження є проведення системного аналізу публікаційної активності у провідних наукометричних базах Scopus та Web of Science за темою «green roofs», із застосуванням методів SWOT- та GAP-аналізу для визначення сильних і слабких сторін, можливостей і загроз у сучасних дослідженнях, а також для виявлення прогалин і визначення перспективних напрямів подальших досліджень. Інформаційною базою досліджень стали наукометричні бази даних Scopus та Web of Science, у яких здійснювали пошук наукових публікацій за ключовими словами «green roofs». Використання програмного засобу VOSviewer дозволило виконати візуалізації на основі аналізу зазначених наукометричних баз даних. Визначені основні напрямки досліджень зелених дахів: екологія, енергоефективність, управління дощовими водами, урбаністика, будівництво та інші аспекти, які є ключовими для розуміння їх ролі у сталому розвитку міських середовищ. Проведений SWOT-аналіз виявив сильні (зниження енергоспоживання, покращення мікроклімату, управління водними ресурсами) і слабкі сторони (обмеження у довгострокових дослідженнях, високі початкові витрати), можливості (інноваційні технології, глобальне впровадження) та загрози (зміни клімату, регіональна специфіка, обмеженість інвестицій). За допомогою GAP-аналізу виявлено прогалини у дослідженнях, зокрема: відсутність регіонально орієнтованих досліджень щодо адаптації зелених дахів до різних кліматичних умов; недостатнє вивчення довгострокового впливу на екосистеми та соціальне сприйняття зелених дахів; брак інновацій у матеріалах і технологіях для покращення ефективності зелених дахів. Виявлено, що наукометрична база Scopus більше зосереджена на інженерних та економічних аспектах зелених дахів, тоді як Web of Science – на екологічних і довгострокових кліматичних ефектах. Перспективними напрямками подальших досліджень мають стати: оптимізація дизайну зелених дахів для різних кліматичних умов (регіонально орієнтовані дослідження); інтеграція зелених дахів у міські водні цикли; зміна клімату та адаптивні властивості зелених дахів; інноваційні матеріали інноваційних матеріалів і технологій, адаптованих до різних кліматичних умов; взаємодія біорізноманіття та екологічних функцій; життєвий цикл зелених дахів та їх поєднання з іншими технологіями; економічна ефективність, соціальний вплив і сприйняття зелених дахів; вплив на міські мікрокліматичні умови; регуляторна база та стимулювання впровадження зелених дахів.

Ключові слова: зелені дахи, наукометричні бази, візуалізація, кластери, SWOT- та GAP-аналіз.

Herasymchuk L.O., Rybak O.S. Scientific analysis of the topic “green roofs”: comparison of Scopus and Web of Science using SWOT- and GAP analysis

Green roof research is rapidly developing, which necessitates a systematic analysis of scientific achievements to assess current trends, identify gaps in knowledge and prospects for further development. The aim of the study is to conduct a systematic analysis of publication activity in the leading scientometric databases Scopus and Web of Science on the topic of “green roofs”, using SWOT and GAP analysis methods to identify strengths and weaknesses, opportunities and threats

in current research, as well as to identify scientific gaps and identify promising areas for further research. The information base of the research was the scientometric databases Scopus and Web of Science, in which scientific publications were searched for the keywords "green roofs". The use of the VOSviewer software tool allowed visualizations to be performed based on the analysis of the specified scientometric databases. The main areas of research on green roofs were identified: ecology, energy efficiency, stormwater management, urban planning, construction and other aspects that are key to understanding their role in the sustainable development of urban environments. The SWOT analysis revealed strengths (reduction of energy consumption, improvement of microclimate, water management) and weaknesses (limitations in long-term research, high initial costs), opportunities (innovative technologies, global implementation) and threats (climate change, regional specificity, limited investment). GAP analysis identified gaps in research, in particular: lack of regionally focused research on the adaptation of green roofs to different climatic conditions; insufficient study of the long-term impact on ecosystems and social perception of green roofs; lack of innovation in materials and technologies to improve the efficiency of green roofs. It was found that the Scopus scientometric database is more focused on the engineering and economic aspects of green roofs, while the Web of Science is more focused on the environmental and long-term climate effects. Promising areas for further research should be: optimization of green roof design for different climatic conditions (regionally oriented research); integration of green roofs into urban water cycles; climate change and adaptive properties of green roofs; innovative materials and technologies adapted to different climatic conditions; interaction of biodiversity and ecological functions; life cycle of green roofs and their combination with other technologies; economic efficiency, social impact, and perception of green roofs; impact on urban microclimatic conditions; regulatory framework and stimulation of green roof implementation.

Key words: green roofs, scientometric databases, visualization, clusters, SWOT- and GAP analysis.

Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими або практичними завданнями. У сучасних умовах глобальних екологічних викликів та урбанізації все більшу увагу науковців привертають інноваційні рішення для створення стійкого та екологічного міського середовища. Одним із таких рішень є технологія зелених дахів, яка сприяє поліпшенню якості повітря, зниженню теплового ефекту міст, зменшенню водовідведення та підвищенню енергоефективності будівель. Дослідження у цій галузі стрімко розвиваються, що зумовлює необхідність системного аналізу наукового доробку для оцінки сучасних тенденцій, визначення прогалин у знаннях і перспектив подальшого розвитку.

Аналіз публікаційної активності у провідних наукометричних базах даних, таких як Scopus та Web of Science, є ключовим інструментом для оцінки глобальних наукових трендів у галузі вивчення зелених дахів. Цей аналіз дозволяє виявити основні наукові центри, провідних дослідників, найбільш цитовані публікації та перспективні напрями досліджень. З практичної точки зору, такі дослідження сприяють оптимізації впровадження технологій зелених дахів, що може стати важливим інструментом для подолання екологічних проблем у містах, забезпечення їх стійкості та адаптації до кліматичних змін.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми, на які спирається автор. Вивченню зелених дахів приділено значну увагу в науковій літературі завдяки їхньому потенціалу у вирішенні екологічних та інфраструктурних проблем, пов'язаних із урбанізацією та кліматичними змінами. У провідних наукометричних базах Scopus та Web of Science публікації, присвячені зазначеній тематиці, демонструють стрімке зростання за останні роки. Зокрема, досліджувався екологічний вплив зелених дахів

У дослідженнях підкреслено позитивний вплив зелених дахів на міське середовище, включаючи зниження ефекту міських теплових островів [1, с. 89; 2, с. 1; 3, с. 103; 4, с. 1], покращення теплових характеристик будівель [5, с. 82; 6, с. 231;

7, с. 1; 8, с. 1], очищення повітря [9, с. 1; 10, с. 1], збереження біорізноманіття [11, с. 1; 12, с. 1; 13, с. 35; 14, с. 1], управління зливовою водою [15, с. 57; 16, с. 1; 17, с. 1; 18, с. 40; 19, с. 254], розрахунок таких переваг [20, с. 48]. Окремо оцінювався життєвий цикл зелений дахів [21, с. 598], приділена увага й питанням сталого розвитку [8, с. 1; 22, с. 1], а також оцінці економічних переваг зелених дахів [20, с. 48; 23, с. 1]. Частина з даних наукових праць є літературними оглядами, що аналізують окремі аспекти зелених дахів: біорізноманіття [11, с. 1; 14, с. 1], життєвий цикл [21, с. 598], сталий розвиток [22, с. 1], як напрям досліджень [25, с. 35]. Широкою є й географія вивчення зелених дахів: Дубаї [8, с. 1], Нова Зеландія [4, с. 1], Норвегія [2, с. 1], Кенія [7, с. 1], Індія [5, с. 82], Австралія [1, с. 89; 6, с. 231; 12, с. 1], Чилі [9, с. 1], Італія [16, с. 1], Португалія [17, с. 1], Сербія [10, с. 1], Україна [3, с. 103; 13, с. 35; 18, с. 40; 19, с. 254; 20, с. 48; 24, с. 168].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття та новизна досліджень.

Попри значну кількість досліджень аспектів використання зелених дахів, відсутній аналіз трендів наукових публікацій у провідних наукометричних базах, таких як Scopus та Web of Science, що ускладнює оцінку глобального наукового прогресу у темі зелених дахів. Недостатньо досліджень, спрямованих на виявлення прогалин у вивченні таких аспектів, як адаптація зелених дахів до різних кліматичних умов, ефективність для різних типів будівель і довгострокові екологічні наслідки, а також не висвітлена оцінка сильних і слабких сторін, можливостей і загроз, пов'язаних із дослідженнями зелених дахів.

У даній статті вперше здійснюється системний аналіз наукометричних баз Scopus та Web of Science за ключовими словами «green roofs», що дозволяє ідентифікувати ключові наукові центри, авторів і публікації, які визначають розвиток цієї галузі, із застосуванням методів SWOT-аналізу та GAP-аналізу.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою дослідження є проведення системного аналізу публікаційної активності у провідних наукометричних базах Scopus та Web of Science за темою «green roofs», із застосуванням методів SWOT- та GAP-аналізу для визначення сильних і слабких сторін, можливостей і загроз у сучасних дослідженнях, а також для виявлення наукових прогалин і визначення перспективних напрямів подальших досліджень.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Інформаційною базою досліджень стали наукометричні бази даних Scopus та Web of Science, у яких здійснювали пошук наукових публікацій за ключовими словами «green roofs». Використання програмного засобу VOSviewer дозволило виконати візуалізації на основі аналізу зазначених наукометричних баз даних.

За ключовими словами «green roofs» у реферативній наукометричній базі даних наукових публікацій Scopus було знайдено 6933 наукові публікації з 1960 р., Web of Science – 6394 з 1972 р.

Найбільш поширеними напрямками досліджень у WoS є: екологія – 2354, інженерія – 2172, будівництво – 1077, наукові технології – 1047, енергетичне паливо – 990, водні ресурси – 650, урбаністика – 431, сільське господарство – 428, матеріалознавство – 348, рослинництво – 268, архітектура – 264, геологія – 228, метеорологія – 211, лісове господарство – 192, термодинаміка – 178, державне управління – 158, фізика – 136, хімія – 127, географія – 123, інформатика – 112, фізична географія – 105, збереження біорізноманіття – 98, механіка – 82, економіка підприємства – 65, дистанційне зондування – 60.

Результати візуалізації на основі аналізу реферативних наукометричних баз даних наукових публікацій Scopus та Web of Science за ключовими словами «green roofs» з використанням програмного засобу VOSviewer наведені на рис. 1.

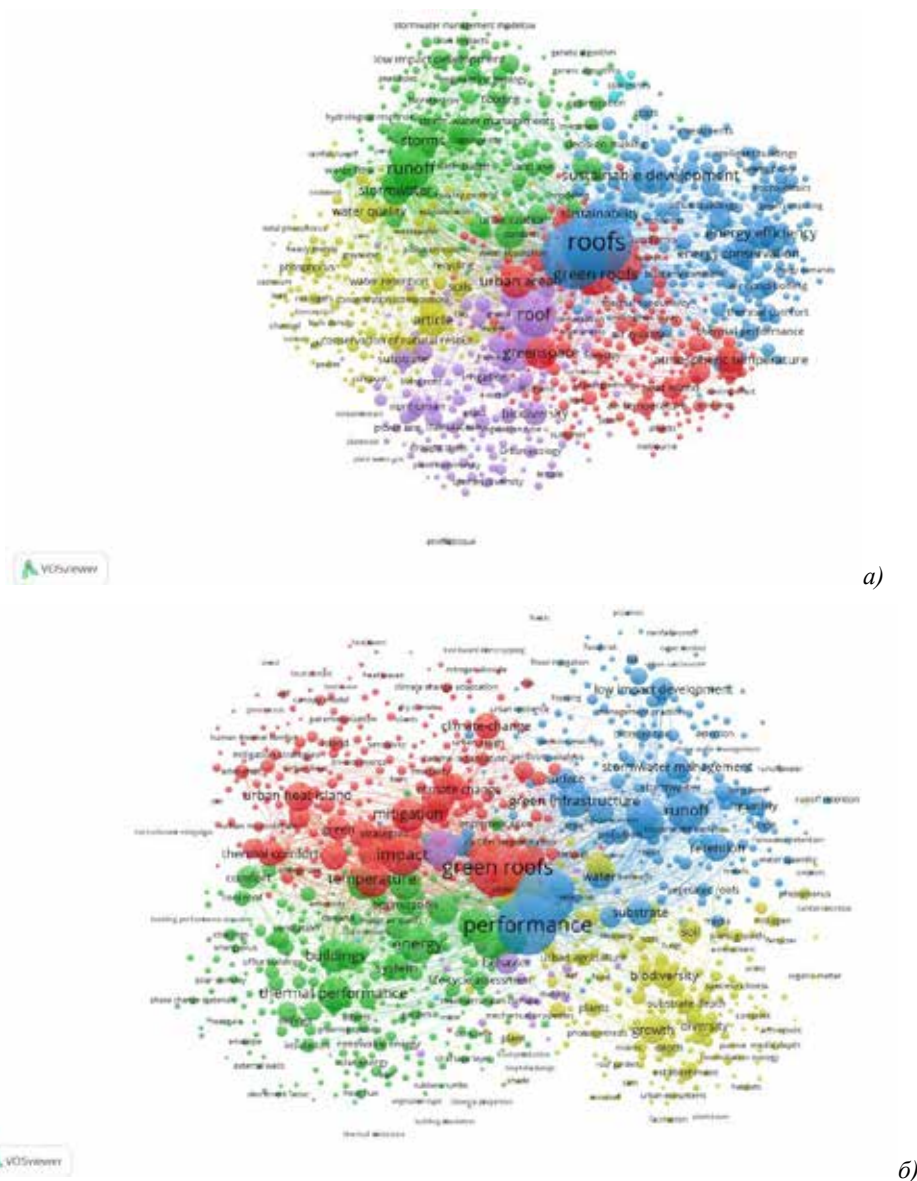


Рис. 1. Результати візуалізації за ключовими словами «green roofs» реферативних наукометричних баз даних наукових публікацій Scopus (а) та Web of Science (б)

За результатами візуалізації наукометричної бази даних наукових публікацій Scopus (рис. 1а) виокремлені наступні кластери: синій – зосереджений на темах енергозбереження, енергоефективності, термічного комфорту, а також сталого

розвитку; аналізуються аспекти впливу зелених дахів на енергетику будівель та кліматичні умови; червоний – стосується тем урбанізації, міських територій та зеленої інфраструктури з наголосом на підвищенні якості життя у містах завдяки зеленим дахам; зелений – управління дощовими водами, якістю води та зменшенню стоків через впровадження зелених дахів; жовтий – теми, пов’язані з екологічними аспектами, такими як біорізноманіття, субстрати та управління природними ресурсами. Основними ключовими словами є: «roof» (дах), «sustainability» (сталість), «urban area» (урбанізована територія), «energy efficiency» (енергоефективність), «stormwater» (зливова вода), «runoff» (стік), «water retention» (утримання води), «biodiversity» (біорізноманіття), «urban greening» (міське озеленення), «thermal comfort» (тепловий комфорт).

У Scopus більше акценту на аспектах міської інфраструктури та енергозбереження. Основний фокус скерований на тому, як зелені дахи можуть бути використані для покращення енергоефективності будівель та термічного комфорту (ключові слова «energy efficiency», «thermal comfort», «sustainable development» і «energy conservation» підкреслюють важливість впливу зелених дахів на енергетичні характеристики будівель і їх роль у боротьбі зі зміною клімату); технічні підходи до адаптації та зменшенню споживання енергії через використання зелених дахів (ключові слова «energy demand», «air conditioning», «thermal performance» вказують, як зелені дахи можуть допомогти зменшити потреби в енергії в міських умовах, покращуючи мікроклімат та енергетичні потреби будівель); орієнтація на технічні та інженерні аспекти застосування зелених дахів (ключові слова «urbanization», «stormwater management», «low impact development»); аспекти економічних інвестицій («costs», «investment»); практичні рішення для урбаністичних проблем («urban resilience», «decision making», «land use») і розробка політик управління; важливість міських зон і урбаністичних структур для інтеграції зелених дахів («office buildings», «urban area», «urban ecology»); мікроаналіз, що стосується інтеграції технологій на рівні окремих будівель і міст.

За результатами візуалізації наукових публікацій наукометричної бази даних WoS (рис. 16) виокремлені такі основні кластери: синій – тематика управління дощовими водами, зокрема: затримка, очищення та зменшення забруднень; червоний – питання пом’якшення ефекту міських теплових островів, мікроклімату та температурних умов; зелений – енергетична продуктивність будівель, включаючи ізоляцію, відновлювану енергію та системи охолодження; жовтий – екологічні аспекти (біорізноманіття, вплив зелених дахів на ґрунтові екосистеми). Основними ключовими словами є: «performance» (продуктивність), «urban heat island» (міський острів тепла), «temperature» (температура), «climate change» (зміна клімату), «stormwater management» (управління зливовими водами), «runoff» (стік), «thermal performance» (теплові характеристики), «biodiversity» (біорізноманіття), «substrate depth» (глибина субстрату), «energy use» (використання енергії) «thermal comfort» (тепловий комфорт).

У WoS домінує акцент на екологічних процесах і біорізноманітті, стабільності екосистем, управлінні водними ресурсами і ґрунтовими екосистемами (ключові слова «biodiversity», «substrate depth», «soil», «plant growth»); глибокий екологічний аналіз та довгострокові екосистемні ефекти («carbon sequestration», «ecology», «plant communities»); кліматичний вплив та екологічні наслідки («urban heat island», «temperature», «climate change adaptation»), зокрема, використання зелених дахів як інструменту для пом’якшення наслідків зміни клімату в містах, зокрема щодо температурних коливань і міських теплових островів; вивчення ґрунтових

властивостей, фізичних характеристик субстратів та впливу на рослинний світ («soil composition», «plant growth», «fungi», «microbial activity»); важливість глобальних екологічних процесів і вивчення впливу на біологічні системи на довгострокову перспективу («species richness», «pollutants», «biofiltration»).

Аналізуючи представлені сектори на візуалізації, можемо зробити висновок, що тематика сталого розвитку, енергоефективності та інтеграції зеленої інфраструктури у міський простір є спільною для обох баз, проте у Scopus більше акцентується на міській інфраструктурі, якості життя, сталому розвитку та термічному комфорті (технічні, інженерні та економічні аспекти впровадження зелених дахів), а у WoS акцент робиться на екологічних і кліматичних аспектах, зокрема на ефекті теплових островів, біорізноманітті, управлінні дощовими водами та довготривалих впливах на довкілля. Scopus більше орієнтований на практичні, урбаністичні рішення, в той час як WoS надає більш детальну інформацію про екосистемні та кліматичні ефекти від використання зелених дахів.

За результатами аналізу наукових публікацій баз Scopus та Web of Science здійснено SWOT-аналіз (сильні, слабкі сторони, можливості та загрози) (рис. 2) та GAP-аналіз (аналіз прогалин) (табл. 1).



Рис. 2. SWOT-аналіз ролі зелених дахів на основі реферативних наукометричних баз даних наукових публікацій Scopus та Web of Science

Проведений GAP-аналіз публікацій баз даних допоміг визначити прогалини у дослідженнях зелених дахів і відтак виділити кілька перспективних напрямків подальших досліджень.

Виявлені прогалини в дослідженнях зелених дахів потребують подальшого аналізу. Загальними рекомендаціями для заповнення прогалин є:

1. Інтеграція екологічних, економічних і соціальних аспектів: необхідно поєднувати інженерні рішення з довгостроковим екологічним впливом та економічними вигодами.

Таблиця 1

GAP-аналіз публікацій за тематичним напрямом

Розриви	Рекомендації
Екологічні аспекти	
У Scopus існує прогалина в дослідженнях довгострокового екологічного впливу зелених дахів, зокрема впливу на ґрунтові екосистеми, біорізноманіття, та ефективність використання рослинних покривів.	Потрібні більш глибокі дослідження щодо екосистемних послуг, які забезпечують зелені дахи (наприклад, підтримка місцевих видів, покращення міського біорізноманіття).
Енергетичні аспекти	
WoS бракує досліджень з акцентом на практичній реалізації енергоефективних рішень для будівель. Зокрема, недостатньо уваги приділяється питанням зниження енергоспоживання через ізоляційні властивості зелених дахів.	Розширити дослідження енергетичних переваг зелених дахів у різних кліматичних умовах.
Економічні аспекти	
Відсутність систематичних досліджень щодо економічного обґрунтування впровадження зелених дахів, включно з оцінкою витрат і вигод на довгострокову перспективу.	Провести більше досліджень щодо аналізу витрат і вигод, а також розробити економічні моделі для розрахунку рентабельності зелених дахів у різних регіонах і за різних кліматичних умов.
Водні ресурси та управління дощовими водами	
Відсутність об'єднаних досліджень, які інтегрують технічні аспекти управління водними ресурсами з довгостроковими екологічними наслідками.	Розробити більш міждисциплінарні дослідження, що враховують не лише технічні, але й екологічні аспекти управління водою.
Кліматичні аспекти	
Недостатньо детальних досліджень, які б порівнювали ефективність зелених дахів у різних регіональних і кліматичних умовах.	Провести регіонально орієнтовані дослідження з оцінкою ефективності зелених дахів у різних кліматичних умовах
Соціальні аспекти	
Відсутність досліджень про соціальне сприйняття зелених дахів, готовність громад оплачувати проєкти зелених дахів та їхній вплив на здоров'я й добробут населення.	Вивчити соціальні переваги зелених дахів (покращення здоров'я, зменшення стресу) та ставлення громади до таких проєктів.
Інновації та технології	
Відсутність міждисциплінарних досліджень, які об'єднують технологічні інновації з екологічними результатами.	Розвивати інновації в галузі матеріалів і систем для збільшення ефективності зелених дахів.
Будівельні аспекти	
Відсутність детальних досліджень щодо інтеграції зелених дахів у різні архітектурні стилі та конструктивні рішення будівель	Розробити типові архітектурні рішення та конструктивні деталі для різних типів будівель
Нормативно-правові аспекти	
Недостатнє регулювання впровадження зелених дахів у будівельних нормах та стандартах	Розробити комплексну нормативну базу для проєктування та будівництва зелених дахів
Освітні аспекти	
Недостатня підготовка фахівців у галузі проєктування та обслуговування зелених дахів	Розробити навчальні програми та курси підвищення кваліфікації

2. Регіональні дослідження: проведення дослідження адаптації зелених дахів до різних кліматичних і соціальних умов.

3. Інновації у матеріалах: розробка нових субстратів та рослин, адаптованих до різних кліматичних зон.

Заповнення цих прогалин допоможе створити більш ефективні, екологічно безпечні та економічно вигідні рішення для впровадження зелених дахів у різних умовах. Подальший розвиток технологій зелених дахів та їх впровадження у містобудування може стати ключовим фактором у створенні більш стійких та екологічно дружніх міських просторів майбутнього.

Висновки і пропозиції. Аналіз наукових публікацій наукометричних баз Scopus та Web of Science за темою «green roofs» із застосуванням методів SWOT-аналізу та GAP-аналізу сприяє формуванню цілісного уявлення про сучасний стан досліджень зелених дахів, а також визначає перспективні напрями подальших досліджень, що полягають в інтеграції екологічних, економічних і соціальних аспектів, проведенні регіональних досліджень та інновації у матеріалах. Реалізація даних напрямків сприятиме підвищенню ефективності зелених дахів як інструменту сталого розвитку та адаптації до глобальних кліматичних викликів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Razzaghmanesh M., Beecham S., Salemi T. The role of green roofs in mitigating Urban Heat Island effects in the metropolitan area of Adelaide, South Australia. *Urban Forestry & Urban Greening*. 2016. Vol. 15. P. 89–102. DOI: 10.1016/j.ufug.2015.11.013.
2. Brozovsky J., Radivojevic J., Simonsen A., Assessing the impact of urban microclimate on building energy demand by coupling CFD and building performance simulation. *Journal of Building Engineering*. 2022. Vol. 55 : 104681. DOI: 10.1016/j.jobe.2022.104681.
3. Рибак О. С., Пацева І. Г. Екологічні основи аналізу впливу «зелених» дахів на міський клімат в урбоценозах. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2023. № 327. С. 103–107. DOI: 10.31891/2307-5732-2023-325-5-103-107.
4. Jalali Z., Shamseldin A. Y., Ghaffarianhoseini A. Urban microclimate impacts on residential building energy demand in Auckland, New Zealand: A climate change perspective. *Urban Climate*. 2024. Vol. 53 : 101808 DOI: 10.1016/j.uclim.2024.101808.
5. Mathi M., Radhakrishnan S., Shanthipriya R. Thermal Performance Evaluation of Green Roofs in Warm Humid Climates: A Case of Residential Buildings in Madurai. India. *Key Engineering Materials*. 2016. Vol. 692. P. 82–93. DOI: 10.4028/www.scientific.net/KEM.692.82.
6. Wilkinson S., Castiglia Feitosa R., Kaga I., Franceschi I. Evaluating the Thermal Performance of Retrofitted Lightweight Green Roofs and Walls in Sydney and Rio de Janeiro. *Procedia Engineering*. 2017. Vol. 180. P. 231–240. DOI: 10.1016/j.proeng.2017.04.182.
7. Mdalose N. P., Muvengi M., Muiruri P., Mutwiwa U. Thermal performance analysis of near infra-red reflection and green roof cooling techniques on buildings made of mild steel. *Renew. Energy Environ. Sustain*. 2023. Vol. 8(13). DOI: 10.1051/rees/2023014.
8. Jung C., Awad J., Ismail M. A., Chohan A. H. Enhancing Urban Sustainability through Green Roofs: A Thermal Performance Evaluation in Dubai. *Future Cities and Environment*. 2023. Vol. 9(1) : 19. P. 1–19. DOI: 10.5334/fce.206.
9. Viecco M., Jorquera H., Sharma A., Bustamante W., Fernando H. J.S., Vera S. Green roofs and green walls layouts for improved urban air quality by mitigating particulate matter. *Building and Environment*. 2021. Vol. 204 : 108120. DOI: 10.1016/j.buildenv.2021.108120.

10. Kostadinović D., Jovanović M., Bakić V., Stepanić N. Mitigation of urban particulate pollution using lightweight green roof system. *Energy and Buildings*. 2023. Vol. 293 : 113203. DOI: 10.1016/j.enbuild.2023.113203.
 11. Knapp S., Schmauck S., Zehnsdorf A. Biodiversity Impact of Green Roofs and Constructed Wetlands as Progressive Eco-Technologies in Urban Areas. *Sustainability*. 2019. Vol. 11(20) : 5846. DOI: 10.3390/su11205846.
 12. Wooster E.I.F., Fleck R., Torpy F., Ramp D., Irga P.J. Urban green roofs promote metropolitan biodiversity: A comparative case study. *Building and Environment*. 2022. Vol. 207 : 108458. DOI: 10.1016/j.buildenv.2021.108458.
 13. Рибак О. С. Зелений дах-біорізноманіття: технології будівництва, утримання, обслуговування та особливості контролю біотичної складової. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. 2023. № 5. С. 35–41. DOI: 10.32782/1995-0519.2023.5.4.
 14. Tiago P., Leal A. I., Silva C. M. Assessing Ecological Gains: A Review of How Arthropods, Bats and Birds Benefit from Green Roofs and Walls. *Environments*. 2024. Vol. 11(4) : 76. DOI: 10.3390/environments11040076.
 15. Jusic S., Hadžić E., Milisic H. Stormwater Management by Green Roof. *Acta Scientific Agriculture*. 2019. Vol. 3. P. 57–62. DOI: 10.31080/ASAG.2019.03.0516.
 16. Pumo D., Francipane A., Alongi F., Noto L. V. The potential of multilayer green roofs for stormwater management in urban area under semi-arid Mediterranean climate conditions. *Journal of Environmental Management*. 2023. Vol. 326 : 116643. DOI: 10.1016/j.jenvman.2022.116643.
 17. Silva F., Calheiros C. S. C., Valle G., Pinto P., Albuquerque A., Antão-Geraldes A. M. Influence of Green Roofs on the Design of a Public Stormwater Drainage System: A Case Study. *Sustainability*. 2023. Vol. 15(7) : 5762. DOI: 10.3390/su15075762.
 18. Рибак О. С., Пацева І. Г. Зелені дахи як елемент децентралізованого управління дощовою водою. *Проблеми хімії та сталого розвитку*. 2023. № 2. С. 40–46. DOI: 10.32782/pcsd-2023-2-6.
 19. Романчук Л. Д., Герасимчук Л. О., Валерко Р. А. Використання сірої води зеленими дахами: системний аналіз та перспективи впровадження. *Український журнал природничих наук*. 2024. № 10. С. 254–263. DOI: 10.32782/naturaljournal.10.2024.24.
 20. Герасимчук Л.О., Валерко Р.А., Весельський О.О. Переваги зелених дахів та їх розрахунок. *Аграрні інновації*. 2024. № 23 (2024). С. 48–57. DOI: 10.32848/agrar.innov.2024.23.7.
 21. Fiorentin D. P., Martín-Gamboa M., Rafael S., Quinteiro P. Life Cycle Assessment of green roofs: A comprehensive review of methodological approaches and climate change impacts. *Sustainable Production and Consumption*. 2024. Vol. 45. P. 598–611. DOI: 10.1016/j.spc.2024.02.004.
 22. Perivoliotis D., Arvanitis I., Tzavali A., Papakostas V., Kappou S., Andreakos G., Fotiadi A., Paravantis J. A., Souliotis M., Mihalakakou G. Sustainable Urban Environment through Green Roofs: A Literature Review with Case Studies. *Sustainability*. 2023. Vol. 15(22) : 15976. DOI: 10.3390/su152215976.
 23. Lee E., Seo Y., Woo D. K. Enhanced environmental and economic benefits of green roofs in a humid subtropical region under future climate. *Ecological Engineering*. 2024. Vol. 201 : 107221. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2024.107221.
 24. Рибак О. С.; Пацева І. Г. Дослідження дикорослих рослин для екстенсивного озеленення дахів зони Полісся. *Науково-практичний журнал «Екологічні науки»*. 2024 № 1(52). С. 168–171. DOI: 10.32846/2306-9716/2024.eco.1-52.2.31.
 25. Валерко Р. А., Герасимчук Л. О., Бельмега І. В., Шацило Є. Г. Зелені дахи як напрям наукових досліджень. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія»*. 2024. № 1(55). С. 35–43. DOI: 10.32782/agrobio.2024.1.5.
-

УДК 502/504.573

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.2.28>

РИЗИК ЗАБРУДНЕННЯ МЕРКУРІЄМ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ РОСЛИННИЦТВА В ДНІПРОПЕТРОВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Кацевич В.В. – к.с.-г.н.,
завідувачка кафедри екології,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Ананьєва Т.В. – к.б.н.,
доцентка кафедри екології,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Ворошилова Н.В. – к.б.н.,
доцентка кафедри екології,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Доценко Л.В. – к.б.н.,
доцентка кафедри екології,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Карась О.Г. – к.б.н.,
старша викладачка кафедри екології,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Маленко Я.В. – к.б.н.,
доцентка кафедри біології та екології,
Криворізький державний педагогічний університет

Проведено оцінку рівнів забруднення сільськогосподарських ґрунтів і рослинної продукції ртуттю в Дніпропетровській області на 29 моніторингових ділянках, розташованих на чорноземах звичайних і чорноземах південних. Перехід ртуттю з ґрунту в сільськогосподарську продукцію рослинництва досліджували на прикладі зерна пшениці озимої і насіння соняшника. Вміст ртуттю визначали методом атомно-абсорбційної спектрометрії. Щільність розподілу ймовірностей концентрації ртуттю в зразках ґрунту і продукції рослинництва отримали методом статистичного моделювання за законом нормального розподілу. Для проведення статистичного аналізу були сформовані ряди з усіх можливих даних, які були накопичені за два тури обстежень ґрунтів Дніпропетровської області і які мали достатню вірогідність. Для ґрунтів статистичні ряди мали кількість варіант від 2×10^4 до 4×10^4 ; для продукції рослинництва – від 2×10^3 до 4×10^3 . На інтегральній кривій щільності розподілу ймовірностей вмісту ртуттю в ґрунтах виокремлено три компоненти у наступній послідовності: чорнозем звичайний; чорнозем південний; площі, що знаходяться під впливом забруднення. Встановлено, що в зерні пшениці у Дніпропетровській області приблизно до 25 % врожаю вирощено на територіях, забруднених ртуттю, але з перевищенням ГДК – близько 4 % від валового врожаю по області. На інтегральній кривій щільності розподілу ймовірностей вмісту ртуттю в насінні соняшника виявлено чотири компоненти. Статистичний аналіз показав, що частка врожаю соняшника з перевищенням ГДК по ртуттю складає 5,4 % від валового врожаю по області. Біологічні особливості рослин, поряд з агрохімічними властивостями ґрунтів, можна віднести до основних чинників, що впливають на перехід ртуттю з ґрунту в рослини. Неоднакова здатність сільськогосподарських культур до накопичення токсикантів є важливим чинником у регулюванні вмісту важких металів в рослинній продукції.

Ключові слова: ртуть, важкі метали, ґрунти сільськогосподарського призначення, пшениця озима, соняшник.

Katsevich V.V., Ananieva T.V., Voroshilova N.V., Dotsenko L.V., Karas O.G., Malenko Ya.V.
Risk of mercury contamination of agricultural crop production in the Dnipropetrovsk region

An assessment of the mercury contamination levels in agricultural soils and plant products in the Dnipropetrovsk region was carried out at 29 monitoring sites located on ordinary chernozems and southern chernozems. The transfer of mercury from the soil to agricultural plant products was studied using the examples of winter wheat grain and sunflower seeds. The mercury content was determined by atomic absorption spectrometry. The probability density distribution of mercury concentration in soil samples and plant products was obtained by statistical modeling using the normal distribution law. For statistical analysis, series had been formed from all possible data that were accumulated during two rounds of soil surveys in the Dnipropetrovsk region and had sufficient probability. For soils, the statistical series had a number of variants from 2×10^4 to 4×10^4 ; for crop products – from 2×10^3 to 4×10^3 . Three components were distinguished on the integral probability density distribution curve of mercury content in soils in the following sequence: ordinary chernozem; southern chernozem; areas under the influence of pollution. It was found that in Dnipropetrovsk region, approximately up to 25 % of the wheat grain harvest was grown in areas contaminated with mercury, but examples with an excess of the MPC were about 4 % of the total harvest in the region. Four components were found in the integral probability density curve of the mercury content in sunflower seeds. Statistical analysis showed that the share of sunflower harvest with an excess of the MPC for mercury was 5.4 % of the total harvest in the region. Biological features of plants and agrochemical properties of soils can be attributed to the main factors affecting the transfer of mercury from soil to plants. The unequal ability of agricultural crops to accumulate toxicants is an important factor in regulating the content of heavy metals in plant products.

Key words: mercury, heavy metals, agricultural soils, winter wheat, sunflower.

Постановка проблеми. Сучасний екологічний стан сільського господарства в Україні характеризується посиленням процесів забруднення, виснаженістю та деградацією земель, а саме зниженням вмісту гумусу, ущільненням ґрунтів, підвищенням в них вмісту важких металів. Відбуваються несприятливі зміни гідрологічного режиму, які призводять до підтоплення та засолення ґрунтів, опустелювання та заболочення, підвищення мінералізації ґрунтових вод та евтрофікації водоймищ; порушується екологічно допустиме співвідношення площ ріллі [1, 2]. Важкі метали посідають одне з провідних місць серед антропогенних забруднювачів педосфери. Надлишкова їх кількість у різних компонентах біосфери (ґрунті, воді, фітомасі) спричиняє пригнічувальний і навіть токсичний вплив на біоту [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Ґрунти є природними накопичувачами важких металів у навколишньому середовищі. Близько 90 % важких металів, що потрапили у довкілля, акумулюються саме ґрунтами [4]. Нагромадження в ґрунті важких металів у великих кількостях можуть змінювати його біологічні властивості, при цьому знижується активність гумусових ферментів, загальна кількість та видовий склад мікроорганізмів тощо. Потрапляючи по харчових ланцюгах з ґрунту в рослини, а потім і в організм тварин і людини, важкі метали можуть спричинювати тяжкі захворювання [5, 6].

У ґрунтах, як правило, знаходиться одночасно кілька важких металів. При цьому найнебезпечнішим для рослин буде елемент, концентрація якого найвища. Забруднення важкими металами контролюють за їх валовим вмістом у ґрунтах і рослинах. При цьому важливо визначати в ґрунтах рухомі форми елементів-забруднювачів [7]. Оцінюючи екотоксикологічний стан ґрунтів за вмістом важких металів, слід зауважити, що проектно-розвідувальні станції хімізації сільського господарства України наводять дані лише для шести токсичних елементів – Zn, Cd, Pb, Cu, Cr, Hg і визначають як рухомі їхні форми в ґрунті, так і валовий вміст у рослинних зразках [8, 9].

Відомо, що до факторів, які сприяють утриманню важких металів ґрунтом, належать обмінна адсорбція на поверхні глини і гумусу, формування комплексних

сполук з гумусом, поверхнева адсорбція гідратованими оксидами амонію, заліза, марганцю, а також формування нерозчинних сполук, особливо при відновленні. Надходження і накопичення важких металів у рослинах відзначаються біологічними особливостями: різні види рослин мають неоднакову здатність поглинати і накопичувати важкі метали; рослини мають фізіолого-біохімічні механізми, що перешкоджають надходженню важких металів до їх організму, відсутній прямий зв'язок між рівнем забруднення і інтенсивністю надходження важких металів у рослини.

Відомо, що перехід важких металів у рослини збільшується паралельно з підвищенням кислотності ґрунту, оскільки їх сполуки краще розчиняються у кислому середовищі. У підвищеній біодоступності важких металів певну роль може відігравати і коренева мікрофлора. Ґрунтові мікроорганізми можуть переводити нерозчинні форми солей важких металів в розчинні [10].

Потрапляючи з ґрунту в рослинні організми у надмірних кількостях, важкі метали порушують в них обмін речовин, що позначається на рості і розвитку рослин, особливо на початкових етапах. Саме таку особливість використовують при біотестуванні забрудненого ґрунту для встановлення його фітотоксичності [11].

Сполуки ртуті (ртуті) належать до найнебезпечніших забруднювачів біосфери. Великі кількості цих сполук містяться у стоках хімічних підприємств, які виробляють луґи (гідроксид натрію) та ацетальдегід. Щороку в результаті спалювання кам'яного вугілля в атмосферу викидається близько 3000 т ртуті. Сполуки ртуті є діючою речовиною багатьох пестицидів, які використовуються для протравлення насіння рослин, а також для виробництва деяких лікарських препаратів, що використовуються в тваринництві [12]. Меркурійорганічні пестициди – це сильнодіючі отруйні речовини чи високотоксичні препарати для теплокровних тварин і людини, їх використовують обмежено – лише для оброблення насіння в боротьбі з бактеріальними і грибовими захворюваннями.

У ґрунті сполуки ртуті містяться у вигляді менш токсичного меркурію сульфуристого або можуть вноситися в нього з протравленим насінням (гранозан, агрозан, агропол, меркурігексан та ін.). У воді сполуки ртуті піддаються біотрансформації за участю бактерій і зоопланктону з наступним їх накопиченням в організмах риб у вигляді метилмеркурію, який дуже токсичний, діє на центральну нервову систему, нирки, печінку та інші органи травлення [13].

Токсикологічна небезпека меркурію виражається у взаємодії з SH-групами білків, блокуючи їх меркурій змінює біологічні властивості тканинних білків та інактивує гідролітичні і окисні ферменти. Меркурій, який проникнув у клітину, може включатись в структуру ДНК, що позначається на спадковості [14].

Постановка завдання. Метою роботи було визначення закономірностей забруднення меркурієм зернової продукції пшениці та насіння сояшиника в залежності від його міграційної здатності і біодоступності, концентрацій рухомих форм у ґрунтах моніторингових ділянок Дніпропетровської області.

Експериментальні дані аналізували методами математичної статистики з використанням виділеного тренду функції щільності розподілу ймовірностей, яка дозволяє розраховувати залежність між вмістом меркурію в пробах ґрунту і рослинного матеріалу [15, 16]. Для оцінки рівня забруднення ґрунтів і сільськогосподарських рослин важкими металами на території Дніпропетровської області було вибрано 29 моніторингових ділянок, які розташовані на двох типах ґрунтів – чорноземах звичайних і чорноземах південних [17]. Зразки ґрунту відбирали з ґрунтового-рослинного шару 0–5 см. Перехід меркурію з ґрунту досліджували

на прикладі поширених видів сільськогосподарської рослинної продукції – зерні пшениці та насінні соняшника. Вміст ртуті в рослинних зразках визначали в зольних розчинах. Мінералізацію рослинних зразків проводили методом сухого озолення. Вміст ртуті визначали методом атомно-абсорбційної спектроскопії на спектрофотометрі С115м¹ (Україна)

Щільність розподілу ймовірностей концентрації ртуті у ґрунтах і продукції рослинництва визначали методом статистичного моделювання за логнормальним законом розподілу [15, 16]. Варіанти сформованих рядів розподіляли по визначених діапазонах у відповідності до традиційного розподілу і за отриманими ймовірностями будували криві розподілу. Аналізували наявність кореляції між факторами, що спричиняють вплив на взаємозв'язок вмісту ртуті в ґрунті і сільськогосподарській рослинній продукції [3].

З метою отримання більш деталізованої інформації для аналізу був застосований статистично-ймовірнісний метод, згідно якого аналіз фактичного матеріалу проводили на основі принципів математичної статистики з використанням виділеного тренду функції щільності розподілу ймовірностей [15, 16]. Це дозволяє розраховувати ймовірність вмісту важких металів в пробі ґрунту або рослинного матеріалу, виокремити підгрупи за ступенем забруднення з інтегрального статистичного ряду, а також встановити відносний вміст (відсоток) цих підгруп, які орієнтовані на відповідні площі земель сільськогосподарського призначення.

Для цього були сформовані статистичні ряди з усіх можливих даних, які були накопичені за два тури обстежень ґрунтів Дніпропетровської області і які мали достатню вірогідність. Для ґрунтів статистичні ряди мали кількість варіантів від 2×10^4 до 4×10^4 ; для продукції рослинництва – від 2×10^3 до 4×10^3 .

У подальшому використовували метод виділення гаусіан з інтегрального (сумарного) розподілу щільності ймовірностей відповідного статистичного ряду. Для цього усі значення вибірки, що відповідали діапазону від мінімального до максимального значення, розділяли на 300 інтервалів. За кількістю значень вмісту ртуті, які потрапляли до того чи іншого інтервалу, будували інтегральний розподіл щільності ймовірностей P у межах від мінімального до максимального значення.

На експериментальних кривих щільності розподілу ймовірностей виділяли явно виражені ділянки гаусіан (з боку мінімальних значень), логарифмували і апроксимували їх квадратичною функцією. Потім враховували те, що

$$\ln f(K_i) = a_2 K_i^2 + a_1 K_i + a_0$$

$$a_0 = \left(\ln A - \frac{1}{2\sigma^2} \bar{K}^2 \right) \quad a_1 = \frac{I}{\sigma^2} \quad a_2 = -\frac{1}{2\sigma^2}$$

де K – поточне значення; $\bar{K}$ – середнє арифметичне значення; σ – середнє квадратичне відхилення; A – амплітуда (максимальне значення ймовірностей знаходження значень значенням) і логарифмічне уявлення функції нормального розподілу має таку ж квадратичну залежність:

$$f(K) = A e^{-\frac{(\bar{K}-K)^2}{2\sigma^2}}$$

$$\ln f(K_i) = \ln A - \frac{1}{2\sigma^2} (K_i - \bar{K})^2 = -\frac{1}{2\sigma^2} K_i^2 + \frac{\bar{K} K_i}{\sigma^2} + \left(\ln A - \frac{1}{2\sigma^2} \bar{K}^2 \right)$$

За значеннями коефіцієнтів a_0, a_1, a_2 знаходили A, σ, i будували відповідну гаусіану. Вилучивши дану складову із сумарної складової, будували наступну гаусіану. Визначивши складові теоретичного розподілу, додавали їх і отримували сумарні криві теоретичного розподілу.

Кожна гаусіана відповідала певній підгрупі забруднених ґрунтів у структурі границь розподілу. Це свідчить про можливість ідентифікації основних підгруп за максимумами гаусіан теоретичних кривих, отриманих з експериментальних розподілів. Для визначення відносного вмісту цих підгруп у структурі границь розподілу вимірювали частку площі відповідної гаусіани по відношенню до сумарної площі усіх гаусіан, яка дорівнювала одиниці – 100 %.

Виклад основного матеріалу дослідження. Сполуки ртуті заслуговують на особливу увагу в аграрному виробництві, оскільки вони належать до найбільш небезпечних забруднювачів біосфери. Збільшенню концентрації ртуті у ґрунті сприяють ртутіорганічні пестициди [12]. Для опрацювання експериментальних даних щодо вмісту ртуті у досліджуваних зразках ґрунту, зерні пшениці та насінні соняшника застосовували аналітичний підхід. В подальшому виявлені компоненти перевіряли за допомогою кореляційного аналізу на наявність достовірної залежності між ними, що свідчило про закономірність міграції ртуті в системах ґрунт–рослина залежно від конкретних чинників – типу ґрунту, місцевих кліматичних умов, сільськогосподарської культури, особливостей агротехніки. Розраховували інтегральні коефіцієнти накопичення з відповідним рівнем варіабельності.

Криві щільності розподілу ймовірностей вмісту ртуті в ґрунті та їх складові компоненти наведені на рис. 1–2.

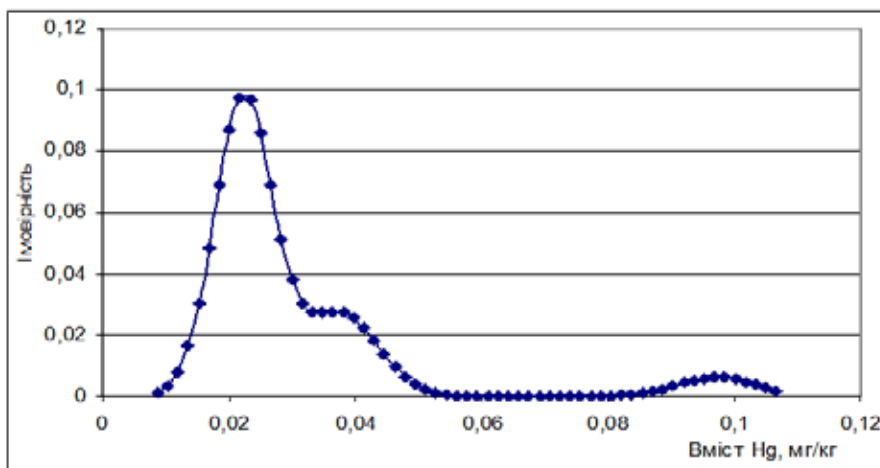


Рис. 1. Інтегральна крива щільності розподілу ймовірностей вмісту ртуті у ґрунтах

В цілому компоненти, пов'язані з антропогенним забрудненням, невеликі і в сумарній площі угідь області складають 4–6 %.

Як показали дослідження, в зонах, що прилягають до безпосередніх джерел забруднення, найбільший внесок у формування забруднених територій дають теплові електростанції: Зеленодольська і Придніпровська ТЕЦ – 42 %, а також

металургійні підприємства і особливо видобувні підприємства рідкоземельних металів [19].

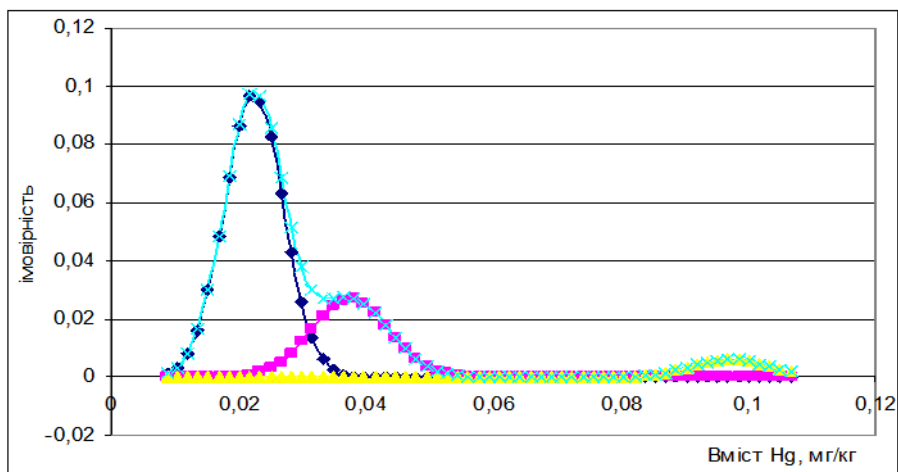


Рис. 2. Складові компоненти інтегральної кривої щільності розподілу ймовірностей вмісту ртуті у ґрунтах

Результати математичного аналізу вмісту ртуті у середньостатистичному врожаї пшениці озимої представлені на рис. 3–4.

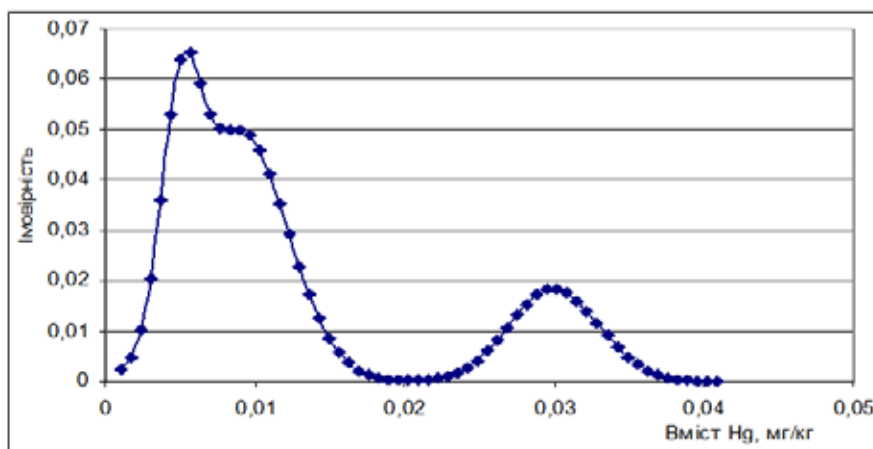


Рис. 3. Інтегральна крива щільності розподілу ймовірностей вмісту ртуті у зерні пшениці

На інтегральній кривій щільності розподілу ймовірностей вмісту ртуті у зерні пшениці виділено три компоненти з відповідними середніми значеннями: $0,005 \pm 0,0013$ мг/кг (20,0 %); $0,009 \pm 0,0032$ мг/кг (59,3 %); $0,030 \pm 0,0030$ мг/кг (20,6 %).

Як показують наведені дані, на відносно забруднених меркурієм територіях формується приблизно 20 % урожаю, але з перевищенням ГДК – близько 4,0 % від валового урожаю по області.

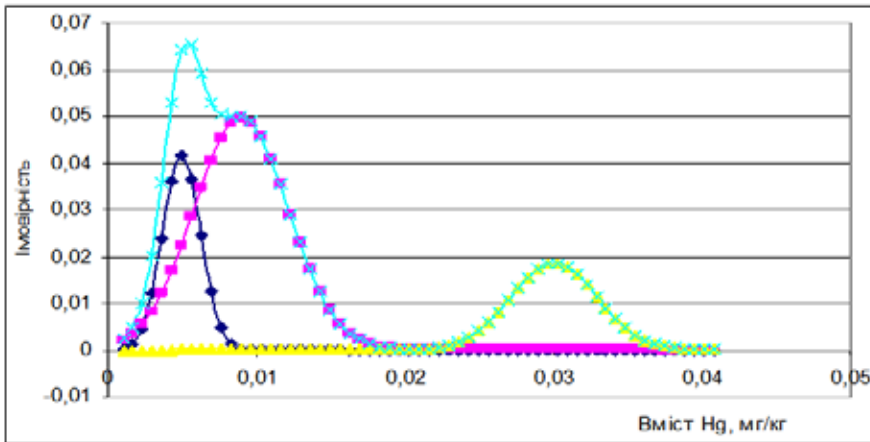


Рис. 4. Складові компоненти інтегральної кривої щільності розподілу ймовірностей вмісту меркурію у зерні пшениці

На інтегральній кривій щільності розподілу ймовірностей вмісту меркурію в насінні соняшника виділено чотири компоненти з відповідними середніми значеннями (рис. 5–6): $0,005 \pm 0,0019$ мг/кг (22,7 %); $0,017 \pm 0,0043$ мг/кг (40,9 %); $0,025 \pm 0,0028$ мг/кг (20,6 %); $0,030 \pm 0,0030$ мг/кг (15,8 %).

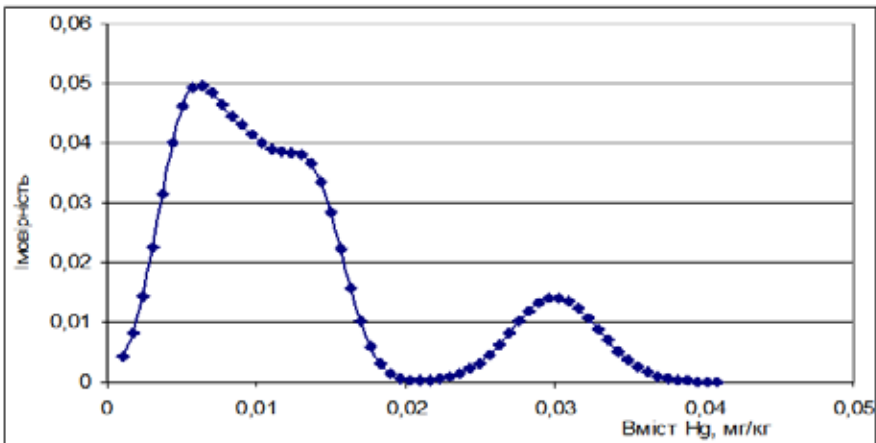


Рис. 5. Інтегральна крива щільності розподілу ймовірностей вмісту меркурію в насінні соняшника

Отримані для зерна соняшника співвідношення наближаються до отриманих характеристик по зерну пшениці, але спостерігається зсув до більш високих значень, а також дещо нижчий відсоток формування урожаю на умовно забруднених

грунтах (близько 16 %). Втім, результати статистичного аналізу показали достатньо високий відсоток перевищення ГДК по вмісту ртуті в насінні соняшника – 5,4 % від валового урожаю по області.

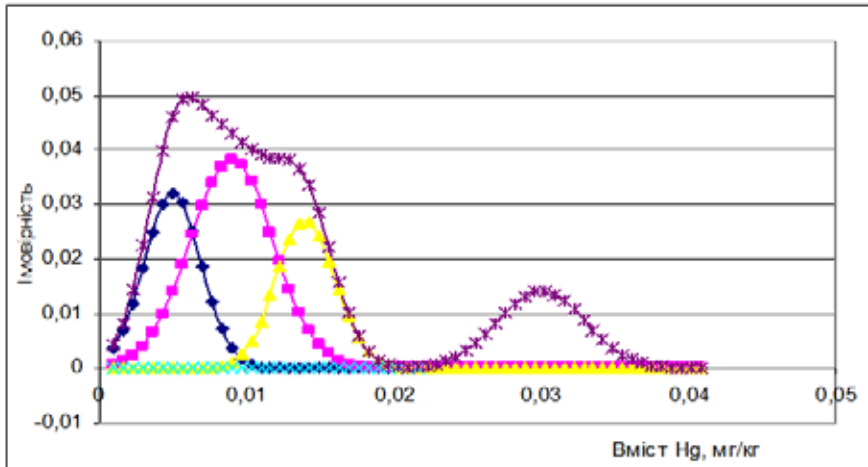


Рис. 6. Складові компоненти інтегральної кривої щільності розподілу ймовірностей вмісту ртуті в насінні соняшника

Для оцінки ступеня забруднення сільськогосподарських культур, зниження їх поживної цінності і розробки заходів спрямованих на отримання екологічно чистої продукції, зростає необхідність вивчення особливостей надходження і накопичення ртуті у рослинах. Основним показником при вирощуванні сільськогосподарських культур є врожайність та якість вирощеної продукції. Урожай – це інтегральний показник, який складається з ряду елементів. Висока фітотоксичність важких металів, особливо ртуті, як встановлено чисельними дослідженнями, знижує продуктивність рослин. Зміни будь якого з елементів структури врожаю відбиваються і на валовому врожаї [4, 14]. Екологічно безпечний урожай зернових колосових культур формується за вмістом у ґрунті важких металів на рівні 1–2 кларків, або вдвічі меншому за максимально допустимий рівень [2, 19].

Ґрунти як основа екотопу в значній мірі визначають макро- і мікроелементний склад рослин, які на ньому вирощуються. При підвищенні вмісту важких металів у ґрунті знижується його загальна біологічна активність, і це різко відбивається на рості і розвитку рослин, причому різні рослини реагують на надлишок металів по-різному. Дослідження показали, що метали розподіляються по органах рослин нерівномірно. Відомо, що в коренях сполуки важких металів частково переводяться в більш мобільну хімічну форму, після чого вони накопичуються у молодих пагонах. Дія важких металів на рослинний організм залежить від природи елемента, вмісту його в оточуючому середовищі, характеру ґрунту, форм хімічної сполуки, біохімічних особливостей різних видів організмів, їх віком, формою розвитку тощо [20].

Висновок. Запропонований статистичний аналіз з використанням функції щільності розподілу ймовірностей для експериментальних даних вмісту важких металів, а саме ртуті в ґрунті і сільськогосподарських культурах відображає

їх вміст у ґрунтах та накопичення у репродуктивних органах рослин. Результати статистичного аналізу показали високі відсотки перевищення ГДК по ртуті – 4,0 % для зерна пшениці і 5,4 % для насіння соняшника від валового урожаю по області.

Відмічено, що транспортування ртуті із коренів у надземну частину рослин більш активно проходило для соняшника ніж для пшениці озимої. Коренева система рослин виконує захисну функцію, яка є перешкодою для транспортування важких металів у надземну частину рослин та накопичення ртуті в репродуктивних органах. Біологічні особливості рослин, поряд з агрохімічними властивостями ґрунтів, можна віднести до основних факторів, що впливають на перехід ртуті з ґрунту в рослини. Неоднакова здатність сільськогосподарських культур до накопичення токсикантів є важливим фактором у регулюванні вмісту важких металів в рослинній продукції. За рахунок правильного підбору культур можна регулювати зменшення накопичення ртуті в сільськогосподарській продукції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Zhang, Q., Yu, R., Fu, S. et al. Spatial heterogeneity of heavy metal contamination in soils and plants in Hefei, China. *Scientific Reports*. 2019, vol. 9, p. 1049. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-36582-y>.
2. Наукові основи організації екологічнобезпечного землекористування / Фурдичко О. І., Дребот О. І., Добряк О. С. та ін. *Збалансоване природокористування*. 2021, № 2. С. 5–11. DOI: 10.33730/2310-4678.2.2021.237991
3. Хомутинін Ю. В., Іванов Ю. О., Кириченко В. К. Алгоритм прийняття рішень про реабілітацію земель сільськогосподарського призначення, забруднених важкими природними радіонуклідами. *Ядерна фізика та енергетика*. 2013, Т. 14, № 2. С. 183–193. <https://doi.org/10.15407/jnpae2013.02.183>
4. Важкі метали: надходження в ґрунти, транслокація у рослинах та екологічна безпека / Гришко В. М., Сищиків, Д. В., Піскова О. М. та ін. Донецьк: Донбас, 2012. 304 с.
5. Мазур В.А., Ткачук О.П., Яковець Л.А. Екологічна безпека зернової та зернобобової продукції. Вінниця: ВНАУ, 2020. 442 с.
6. Chorna V. I., Voroshylova N. V., Syrovatko V. A. Cadmium distribution in soils of Dnipropetrovsk oblast and its accumulation in crop production. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. Vol. 8(1). P. 910–917. DOI: 10.15421/2018_293
7. Asare M. O., Száková J. and Tlustoš P. Mechanisms of As, Cd, Pb, and Zn hyperaccumulation by plants and their effects on soil microbiome in the rhizosphere. *Frontiers in Environmental Science*. 2023, vol. 11, p. 1157415. DOI: 10.3389/fenvs.2023.1157415
8. Про затвердження Гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних речовин у ґрунті. Наказ Міністерства охорони здоров'я України України від 14.07.2020 р. № 1595.
9. Максимально допустимі рівні окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах. Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 13.05.2013 р. № 368
10. Тихонова О. М., Кирильчук К.С., Шаповал В.П. Дослідження валового вмісту нікелю та арсену у смугах відведення автошляхів м. Суми. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2020, вип. 2(40). С. 62–71.
11. Garbisu C., Alkorta I. Basic concepts on heavy metal soil bioremediation. *The European Journal of Mineral Processing and Environmental Protection*. 2003, vol. 3, № 1. P. 58–66.
12. Сучасні екологічно чисті технології знезараження непридатних пестицидів. Монографія. / Петрук В. Г., Яворська О. Г., Васильківський І. В. та ін. Під ред. Петрука В.Г. Вінниця: Універсум-Вінниця, 2003. 254 с.

13. Migration of heavy metal mobile forms into the plant vegetative mass under anthropogenic load / Butsiak H. A., Butsiak V. I., Gutyj B. V. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021, vol. 11(1). P. 239-343
 14. Metal toxicity in plants: perception, signaling and remediation. Edited by D. K. Gupta and L. M. Sandiolo. Heidelberg: Springer, 2012. 264 p.
 15. Blitzstein J. K. and Hwang J. Introduction to Probability. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, London, New York, 2015.
 16. DeGroot M. H. and Schervish M. J. Probability and Statistics. Ed. 4th. Addison-Wesley, 2012. 893 p.
 17. Чорна В. І., Ананьєва Т. В. Сучасний радіоекологічний стан сільсько-господарських ґрунтів і зернової продукції у Дніпропетровській області України. *Achievements of Ukraine and the EU in ecology, biology, chemistry, geography and agricultural sciences. Col. Monograph*. Lublin, Riga: "Baltija Publishing", 2021. P. 348–363.
 18. Hall J. L. Cellular mechanisms for heavy metal detoxification and tolerance. *Journal of Experimental Botany*. 2002, vol. 53, no. 366. P. 1–11. <https://doi.org/10.1093/jexbot/53.366.1>
 19. Agroecological soil status in agroecosystems / Pinchuk V., Symochko L., Palapa N. et al. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science (IJEES)*. 2021, vol. 11 (1). P. 1–12. DOI:10.31407/ijeess11.101.
 20. Williams L. E., Pittman G. K., Hall J. L. Emerging mechanisms for heavy metal transport in plants. *Biochem. and Biophys. Acta*. 2009, № 77803. P. 1–23.
-

УДК 633.1:632.4(477.41/42)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.2.29>

ПОШИРЕНІ ХВОРОБИ ЛИСТЯ СПЕЛЬТИ В ПОЛІССІ УКРАЇНИ

Ключевич М.М. – д.с.-г.н.,

професор кафедри здоров'я природи та якості харчових ресурсів,

Державний університет «Житомирська політехніка»

Можарівська І.А. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри здоров'я природи та якості харчових ресурсів,

Державний університет «Житомирська політехніка»

Вигера С.М. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри здоров'я природи та якості харчових ресурсів,

Державний університет «Житомирська політехніка»

Значні зміни кліматичних умов, з тенденцією до підвищення температури у вегетаційні періоди за останні десятиліття, призвели до трансформації агроценозів, що охоплює всі елементи системи «патоген – рослина-господар – середовище», і спричинили поширення грибних хвороб спельти озимої, які раніше не мали економічного значення. Отримання високих і сталих урожаїв спельти озимої на території Полісся України обмежується через масове поширення і розвиток грибних хвороб, серед яких домінуючими та найшкідливішими є: роса борошниста, іржа бура листовата і септоріоз.

У період із 2020 по 2024 роки досліджено особливості проявів та динаміка розвитку мікозів листя спельти озимої, зокрема: роси борошнистої, іржі бурої та септоріозу. Виявлено, що в патогенному комплексі переважають септоріоз листя і роса борошниста, які становлять 52 % і 36 % відповідно. З'ясовано, що поширення та розвиток хвороб спельти залежать від погодних умов року (вологості повітря та температури), причому найбільш сприятливими для збудників грибних хвороб був травень і червень. Зазначено, що динаміка розвитку хвороб є важливою умовою для визначення доцільності, оптимальних термінів і кількості застосування засобів захисту рослин.

Досліджено, що за планування фунгіцидних обробок проти іржі бурої листоватої та септоріозу листя доцільно враховувати 31 етап розвитку культури за шкалою ВВСН у випадку сприятливих погодних умов для розвитку хвороб, а в роки з низьким рівнем їх розвитку – орієнтуватися на пізніші терміни. Проти роси борошнистої використання фунгіцидів буде виправданим у разі загрози епіфітотійного розвитку хвороби. Серед фунгіцидів доцільно застосовувати препарати системної дії із комбінованим складом діючих речовин.

Ключові слова: спельта озима, іржа бура листовата, роса борошниста, септоріоз, динаміка розвитку, кліматичні умови, захист рослин.

Kliuchevych M.M., Mozharivska I.A., Vyhera S.M. Common diseases of spelt leaves in Polissya, Ukraine

Significant changes in climatic conditions, with a tendency to increase the temperature during the growing season in recent decades, have led to the transformation of agroecosystems, covering all elements of the "pathogen – plant – host – environment" system, and have caused the spread of fungal diseases of winter spelt, which previously had no economic significance. Obtaining high and stable yields of winter spelt in the territory of Polissya, Ukraine, is limited by the mass spread and development of fungal diseases, among which the dominant and most harmful are: powdery mildew, brown leaf rust and septoria.

In the period from 2020 to 2024, the features of the manifestations and dynamics of the development of mycoses of winter spelt leaves were studied, in particular: powdery mildew, brown rust and septoria leaf spot. It was found that septoria leaf spot and powdery mildew prevail in the pathogenic complex, which account for 52% and 36%, respectively. It was found that the spread and development of spelt diseases depend on the weather conditions of the year (air humidity and temperature), and the most favorable for pathogens of fungal diseases were

May and June. It was noted that the dynamics of disease development is an important condition for determining the feasibility, optimal timing and amount of plant protection products.

It has been studied that when planning fungicide treatments against brown leaf rust and septoria leaf spot, it is advisable to take into account the 31 stages of crop development according to the VVSN scale in the case of favorable weather conditions for the development of diseases, and in years with a low level of their development – to focus on later terms. Against powdery mildew, the use of fungicides will be justified in the event of a threat of epiphytotic development of the disease. Among fungicides, it is advisable to use systemic drugs with a combined composition of active substances.

Key words: winter spelt, brown leaf rust, powdery mildew, septoria, development dynamics, climatic conditions, plant protection.

Постановка проблеми. В останні роки спельта озима (*Triticum spelta* L.) набула величезну популярність як на внутрішньому, так і на міжнародних ринках серед рідкісних зернових культур. Вона є цінною завдяки якісному складу зерна, яке містить високий рівень білка (до 25 %) та клейковини (до 40 %). Зерно спельти використовується для випікання хліба, в кондитерській промисловості та є незамінним для дієтичного харчування, оскільки відповідає принципам здорового харчування [1–4].

Однією з головних причин недоотримання врожаю цієї культури є поширення та розвиток хвороб рослин грибної етіології, хоча культура менше уражується патогенами порівняно з пшеницею. Інтенсивному розвитку мікозів сприяє зміна кліматичних умов, зокрема температурного режиму, які спостерігаються в Україні впродовж останніх десятиліть.

Відзначається тенденція до збільшення теплозабезпечення вегетаційних періодів [4]. Окрім порушень у технологіях вирощування, зміни клімату стають істотним чинником, який впливає на трансформацію цінкових показників сільськогосподарських культур [2, 5].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дослідження особливостей прояву та динаміки розвитку грибних хвороб (мікозів) листя спельти озимої, зокрема роси борошнистої, іржі бурої листової та септоріозу. В останні роки в Україні та за її межами проведено ряд досліджень, які зосереджені на аналізі причин, динаміки, наслідків хвороб, а також на заходах щодо їх запобігання та захисту рослин [2].

Проблемами захисту культурних рослин займалися численні вітчизняні та закордонні науковці, серед яких: І. М. Демчак, С. В. Довгань, С. М. Бабич, Г. П. Козак, Т. І. Гук, а також L. Korsten, W. Elmer, J. R. Lamichhane та багато інших. Окремі теоретичні аспекти вирішення питань захисту рослин, зокрема в аграрному секторі, розглядаються в працях Т. П. Галушкіної, О. І. Гуторова, Л. Є. Купінець, Є. В. Мішеніна, В. І. Павлова, О. В. Ходаківської, Г. В. Черевка, О. В. Шубравської та інших дослідників [2, 5].

За даними вчених, [4, 5] перехід від інтенсивних технологій виробництва до екологічно безпечних може сприяти вирішенню екологічних та економічних проблем в сільському господарстві, а також покращити якість життя населення. Нещодавно аграрний сектор України зазнає значних змін, особливо в контексті виробництва якісної та безпечної фітопродукції.

Науковцями розглядаються окремі складові методів захисту спельти озимої від фітопатогенів та їхній вплив на урожайність культур [4]. Тому, наразі важливим і перспективним є розробка і впровадження комплексних систем захисту спельти від хвороб, що дозволить отримувати високі, стійкі та конкурентоспроможні врожаї зерна в умовах Полісся України.

Мета досліджень. Метою наших досліджень було виявлення та ідентифікація мікозів листя спельти озимої, а також аналіз динаміки їх розвитку на території Полісся України.

Матеріали та методи досліджень. Вивчення поширення та розвитку хвороб листя спельти озимої проводили в умовах Полісся України (на базі ПП «Галекс-Агро» та на дослідних ділянках Інституту сільського господарства Полісся НААН) у період з 2020 по 2024 роки. Дослідження здійснювали шляхом маршрутних обстежень посівів і проведення стаціонарних експериментів. Під час обліків у визначених місцях відбирали інфікований рослинний матеріал, позначали етикетками та вивчали етіологію хвороб в лабораторії за допомогою фітопатологічного аналізу. Стадії розвитку рослин оцінювали за шкалою BVCH [6]. Облік листових хвороб проводили відповідно до загальноприйнятих методик [7, 8].

Результати досліджень. Упродовж років досліджень на листі спельти озимої було виявлено такі захворювання: роса борошниста (збудник *Blumeria graminis* (DC) f. sp. *tritici* Speer.), іржа бура листовка (*Puccinia recondita* Dietel & Holw.) та септоріоз листя (*Mycosphaerella graminicola* (Fuckel.) Schroeter, (E. Müll.) Hedjar.). Найчастіше з цих хвороб зустрічаються септоріоз і роса борошниста. Їхня частка в загальному комплексі мікозів листя становила 52 % і 36 % відповідно.

Розповсюдження та розвиток хвороб у різні роки значно варіювалися, що в основному було зумовлено погодними умовами кожного року.

Аналіз метеорологічних даних показує, що теплозабезпеченість весняно-літніх місяців 2020–2024 років значно перевищувала середні багаторічні показники.

Єдиним винятком став березень 2021 року, коли температура знизилася нижче середнього значення на $-1,7^{\circ}\text{C}$. В усі інші роки температура перевищувала багаторічну норму на $0,1$ – $6,5^{\circ}\text{C}$. Кількість опадів у березні 2021 року перевищила середні значення.

Квітень 2022 року відзначався підвищеним рівнем опадів, що перевищував норму на 24 мм. У травні 2022 та 2023 років випало на 71 мм та 65 мм більше опадів відповідно. Ще один випадок перевищення був незначним – всього 3 мм. У червні 2022 та 2023 років кількість опадів перевищувала середні показники, тоді як у 2021–2022 роках спостерігався їхній дефіцит (на $33,9$ – 51 мм). У 4 з 5 років дослідження в липні сума опадів була нижчою за багаторічні дані на 22 – 59 мм.

Отже, можна відзначити, що в травні-червні часто формуються погодні умови, які сприяють розвитку та розповсюдженню збудників хвороб листя.

Дослідження динаміки розвитку хвороб на зернових культурах є важливим етапом для встановлення оптимальних термінів і обсягів фунгіцидних обробок. Адже саме динаміка розвитку хвороби є ключовим фактором, що визначає доцільність застосування засобів захисту рослин. Оскільки септоріоз займає провідне місце в патогенному комплексі, ми зосередили свої зусилля на вивченні його динаміки розвитку.

Найвищий рівень розвитку септоріозу (рис. 1) був зафіксований у 2022 та 2023 роках, досягнувши 14,9 %. Зазвичай, інтенсивне поширення хвороби починалося з 39 етапу і поступово наростало до періоду молочної стиглості зерна.

Найвища ураженість росами борошнистою була зафіксована у 2023 році. При цьому рівень розвитку захворювання залишався стабільним з моменту весняного кушіння до молочної стиглості, досягаючи 12 %. У решту років показники хвороби не перевищували 10 % (рис. 2).

Ураження бурою листовою іржею була зафіксована на низькому рівні (в середньому 1,7 %) (рис. 3).



Рис. 1. Центорпоз листя (*Mycosphaerella graminicola* (Fuckel.) Schroeter, (E. Müll.) Hedjar.)



Рис. 2. Роса борошниста (збудник *Blumeria graminis* (DC) f. sp. tritici Speer.)

Сприятливі погодні умови для інфікування рослин спостерігалися під час наливу зерна, коли рослини перебували в молочній стиглості. Через це хвороба не встигла набути масового поширення.



Рис. 3. Іржа бура листкова (*Puccinia recondita* Dietel & Holw.)

Висновки. В Поліссі України на спельті озимій домінуючими грибними хворобами є: роса борошниста, іржа бура листкова і септоріоз листя, розвиток яких залежав від метеорологічних умов періодів вегетації культури.

Система захисту спельти озимої дає змогу сільськогосподарським товаровиробникам різних форм власності ефективно регулювати розвиток мікозів на культурі, отримувати сталі, із гарними товарними й посівними якостями врожаї зерна.

За планування фунгіцидних обробок проти іржі бурої листкової та септоріозу листя доцільно враховувати 31 етап розвитку культури за шкалою ВВСН у випадку сприятливих погодних умов для розвитку хвороб, а в роки з низьким рівнем їх розвитку – орієнтуватися на пізніші терміни. Використання фунгіцидів проти роси борошнистої буде виправданим у разі загрози епіфітотійного розвитку хвороби.

Подальші дослідження будуть спрямовані на встановлення етіології патогенного комплексу спельти озимої, розробки та удосконалення ефективних заходів контролю хвороб в агроценозах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Марченко В. У древньої пшениці спельти – нове життя. Народний оглядач. URL: <https://www.ar25.org/article/u-drevnoyi-pshenyci-spelty-novezhyttya.html>.
2. Савчук О. І., Кошицька Н. А., Гуреля В. В. Вирощування спельти озимої за використання препаратів біологічного походження в умовах Полісся. Агропромислове виробництво Полісся. 2018. № 11. С. 31–34.

3. Ключевич М. М. Спельта – цінна харчова та лікувальна культура. *Сучасні аспекти збереження здоров'я людини* : збірник праць учасників XV Міжнар. між-дисцип. наук.-практ. конф., 8–9 квіт. 2022 р. Ужгород : ДВНЗ «Ужгородський національний університет», 2022. С. 78–90.
 4. Бреус Д. С. Світовий досвід ведення органічного землеробства та перспективи його розвитку в Україні. Таврійський науковий вісник. 2020. № 116, Ч. 1. С. 198–206. doi:10.32851/2226-0099.2020.116.1.27
 5. Protection of winter spelt against fungal diseases under organic production of phyto-products in the Ukrainian polissia / М. М. Kliuchevych, Yu. A. Nykytiuk, S. H. Stoliar, S. V. Retman, S. M. Vygera. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. Vol. 10 (1). P. 267–272.
 6. Phenological growth stages and BBCH – identification keys of cereals. Growth stages of Mono – and Dicotyledonous Plants: monograph / ed. U. Meier; BBCH. Berlin: Blackwell Wissenschafts-Verlag, 1997. P. 12–16.
 7. Спосіб моніторингу роси борошністої на листках та інших органах рослин: пат. 137392 Україна, МПК (2019.01), A01G 13/00, G01N 21/00; № у 2019 00782; заявл. 25.01.2019, опубл. 25.10.2019, Бюл. № 20.
 8. Омелюта В. П. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур / В. П. Омелюта, І. В. Григорович, В. С. Чабан [та ін.]; за ред. В. П. Омелюти. К.: Урожай, 1986. 288 с.
-

УДК 636.084/085:546.36/4

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.2.30>

НАКОПИЧЕННЯ ^{137}Cs , Pb І Cd У ПРОДУКЦІЇ ЗА ВИКОРИСТАННЯ ГОРОХУ І ПЕЛЮШКИ У РАЦІОНАХ БУГАЙЦІВ

Ковальова С.П. – к.с.-г.н., ст. дослідник,

завідувачка відділу тваринництва та екологічної безпеки земель і якості продукції,
Інститут сільського господарства Полісся Національної академії аграрних наук

Савчук І.М. – д.с.-г.н., с.н.с.,

заступник директора з наукової роботи,

Інститут сільського господарства Полісся Національної академії аграрних наук

Стаття присвячена дослідженню впливу протеїнового живлення бугайців за їх утримання у III зоні радіоактивного забруднення на екологічну якість продукції – найдовшого м'язу спини, печінки і нирок. Сформовано 2 групи молодняку великої рогатої худоби: I група (контрольна) – балансування кормових раціонів за перетравним протеїном проводили за рахунок згодовування тваринам 1,02 кг гороху; II група (дослідна) – отримувала таку ж саму кількість пелюшки (горох польовий). Питому активність ^{137}Cs у кормах і продукції визначали на гамма-радіометрі СЕГ-0,5. Підготовку зразків рослинного та тваринного походження для встановлення у їх складі важких металів здійснювали методом сухої мінералізації, аналіз – на атомно-абсорбційному спектрометрі «Квант-2А». За використання для оптимізації протеїнового живлення молодняку великої рогатої худоби гороху і пелюшки питома активність ^{137}Cs у найдовшому м'язі спини, печінці і нирках піддослідних тварин не перевищувала допустимих рівнів (ДР-2006 = 200 Бк/кг). Водночас введення до складу раціону пелюшки, концентрація радіоцезію у м'язовій тканині бугайців II (дослідної) групи відносно контролю знижувалася на 2,8 Бк/кг, або на 9,9 % за статистично значущої різниці ($P > 0,95$). До того ж коефіцієнт переходу ^{137}Cs у м'язову тканину тварин II групи порівняно із ровесниками I групи також виявився меншим на 0,11 % абсолютних. Концентрація Pb у найдовшому м'язі спини та печінці молодняку обох груп виявилася більшою за ГДК у 3,21–4,37 рази та на 13,2–17,4 % відповідно. Уведення до складу раціону 1,02 кг пелюшки замість такої ж кількості гороху за відгодівлі тварин у III зоні радіоактивного забруднення сприяє значно меншому вмісту і переходу важких металів у м'язову тканину: Pb – на 26,6 % і 0,41 % абс., Cd – на 50,0 % і 0,73 % абс. відповідно.

Ключові слова: тварини, корми, протеїнове живлення, радіонукліди, важкі метали, коефіцієнт переходу.

Kovalova S.P., Savchuk I.M. Accumulation of ^{137}Cs , Pb , Cd in products from diets containing pea and wild pea for young bulls

the article focuses on studying the effect of protein feeding in young bulls kept in the third zone of radioactive contamination on the ecological quality of their products – the longest back muscle, liver, and kidneys. Two groups of young cattle were formed: Group I (control) – feed rations were balanced for digestible protein by including 1,02 kg of peas; Group II (experimental) – received the same amount of wild pea (field pea). The specific activity of ^{137}Cs in feed and products was measured using a SEG-0,5 gamma radiometer. Plant and animal samples for determining heavy metal content were prepared via dry mineralization, and the analysis was conducted on a "Kvant-2A" atomic absorption spectrometer. When common and wild peas were used to optimize the protein nutrition of young cattle, the specific activity of ^{137}Cs in the longest back muscle, liver, and kidneys of the experimental animals did not exceed permissible levels (PL-2006 = 200 Bq/kg). At the same time, the inclusion of wild pea in the diet reduced the concentration of radiocesium in the muscle tissue of Group II (experimental) bulls by 2.8 Bq/kg, or 9.9%, compared to the control group, with a statistically significant difference ($P > 0.95$). Additionally, the transfer coefficient of ^{137}Cs to the muscle tissue of Group II animals was 0.11% lower than that of Group I. The concentration of Pb in the longest back muscle and liver of both groups exceeded

the maximum allowable concentrations by 3,21 – 4,37 times and by 13,2–17,4%, respectively. The inclusion of 1,02 kg of wild pea instead of the same amount of peas in the diet of animals in the third zone of radioactive contamination significantly reduced the content and transfer of heavy metals into muscle tissue: Pb by 26,6% and 0,41% absolute, and Cd by 50,0% and 0,73% absolute, respectively.

Key words: *animals, feed, protein feeding, radionuclides, heavy metals, transfer coefficient.*

Постановка проблеми. Виробництво якісних і безпечних харчових продуктів в умовах техногенного забруднення навколишнього середовища є проблемою світового масштабу, особливо в Україні. Внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС радіоактивними речовинами, зокрема цезієм-137, забруднено ґрунт не лише в Україні, а й у багатьох інших країнах світу. Житомирська область є однією з найбільш постраждалих від аварії областей. Крім того, ця територія забруднена найбільш токсичними важкими металами – свинцем (Pb), кадмієм (Cd), міддю (Cu) і цинком (Zn), які активно мігрують у біологічній системі: ґрунт → рослина → тварина → продукція → людина, інтенсивно накопичуючись у продуктах рослинного і тваринного походження. Складна екологічна ситуація та широкий спектр біологічної та токсичної дії ^{137}Cs і важких металів вимагають проведення ряду заходів, які б запобігли трансформації шкідливих речовин до організму тварин, підвищили їх продуктивність та безпеку вироблених харчових продуктів в умовах українського Полісся.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У результаті аварії на Чорнобильській АЕС значні території українського Полісся зазнали забруднення радіоактивними речовинами – ^{137}Cs , ^{90}Sr тощо. Їх надходження до організму тварин з кормами раціонів вимагає за виробництва тваринницької продукції застосування технологій, що дають змогу виробляти екологічно безпечні і якісні продукти харчування для населення, що проживає в даних регіонах [1, с. 33]. Мінімізація наслідків аварії саме у сільськогосподарській сфері на забруднених радіонуклідами територіях, до якої відноситься виконання радіозахисних заходів у рослинництві й тваринництві, є одним з основним елементів системи радіаційної безпеки [2, с. 21; 3, с. 479].

Не менш важливою проблемою залишається забруднення зони Полісся важкими металами, такими як Pb, Cd, Cu, Zn [4, с. 47]. Ці хімічні елементи та їх сполуки є токсичні у підвищених концентраціях, що негативно позначається на здоров'ї, продуктивності тварин та якості продукції тваринництва [5, с. 28]. Джерелами забруднення навколишнього середовища важкими металами є переважно промисловість, термічна та хімічна переробка корисних копалин, спалювання вугілля, газів і рідкого палива, комунальне господарство (сміттєзвалища, стічні води), а також сільське господарство, що використовує мінеральні добрива, засоби захисту рослин [6, с. 1373; 7, с. 303].

Потрапляння важких металів у ґрунт може призвести до накопичення небажаних для сільськогосподарських угідь концентрацій, поставити під загрозу родючість, перехід таких полютантів як Pb і Cd з ґрунту в рослини, що йдуть на корм тваринам та можуть входити до раціону будь-якого типу годівлі, здатне ускладнити виробництво високоякісної тваринницької продукції, а значить і сировини для виробництва харчових продуктів [8, с. 38]. Важкі метали є потенційно небезпечними через їх токсичність, біоаккумуляцію та біозбільшення, коли вони знаходяться в живих тканинах і накопичуються більше, ніж виводяться з організму [9, с. 23].

Постановка завдання. У зоні Полісся України, і зокрема, в зоні радіоактивного забруднення, організація повноцінної годівлі має досить важливе значення, адже

за дефіциту поживних речовин у раціонах сільськогосподарських тварин накопичення ксенобіотиків у молоці та м'ясі значно збільшується. Достатнє протеїнове, вуглеводне та мінеральне живлення тварин послаблює токсичну дію шкідливих речовин, зменшує всмоктування ^{137}Cs і важких металів із шлунково-кишкового тракту та збільшує їх виведення із організму [10, с. 87]. Водночас забезпечення тварин необхідною кількістю повноцінного перетравного протеїну – одна з головних проблем тваринництва цієї зони [11, с. 109].

Беручи до уваги широкий спектр біологічної та токсичної дії ^{137}Cs і важких металів, які негативно впливають на внутрішні органи й системи тварин [12, с. 43; 13, с. 263], заслуговує на увагу необхідність удосконалення системи ведення галузі тваринництва та годівлі тварин у зонах підвищеного техногенного навантаження сільськогосподарського виробництва. Тому досить актуальними є дослідження з пошуку типів годівлі і раціонів тварин з метою зниження накопичення ^{137}Cs , Pb, Cd у продукції тваринництва за її виробництва в III зоні радіоактивного забруднення внаслідок аварії на ЧАЕС.

Мета досліджень – встановити вміст ^{137}Cs , Pb і Cd у кормах раціонів та їх перехід у продукцію бугайців за використання різних високобілкових кормів – гороху і пелюшки.

Матеріал та методика проведення досліджень. Для проведення досліджень використали бугайців української чорно-рябої молочної породи, які утримувались в умовах фізіологічного двору Інституту сільського господарства Полісся НААН. Для точності експериментів сформували дві окремі групи тварин, які утримувалися на прив'язі. Формування піддослідних груп здійснювали за методом збалансованих груп згідно з методичними положеннями Ібатулліна І. і Жукорського О. [14, с. 76]. Відбір та порівняння тварин для постановки на дослід тривав 31 добу. Після завершення порівняльного періоду до кожної групи піддослідних бугайців відібрали по 10 тварин із аналогічними показниками. Дослідження проведено у с. Грозине Коростенського району Житомирської області, яке належить до території зі щільністю радіоактивного забруднення до 185 кБк/м^2 (III зона). Тривалість дослідного періоду – 122 доби.

Годівля піддослідних бугайців проводилася дворазово – вранці та ввечері. У тварин упродовж доби був вільний доступ до автоматичних поїлок з водою.

Згідно з основною схемою дослідження, під час проведення експерименту, молодняку великої рогатої худоби контрольної групи згодовували корми господарського раціону, до складу якого входили сіно злакове, сінаж злаково-бобовий, буряк кормовий, зерносуміш, дерть горохова та сіль кухонна. Тваринам дослідної групи дерть горохову замінили на дерть пелюшки. Дефіцит мікроелементів у раціоні забезпечували за рахунок введення до його складу сірчаноокислої міді та цинку, хлористого кобальту та йодистого калію.

Після проведення науково-господарського досліді провели контрольний забій тварин у цеху Овруцького м'ясокомбінату по три голови із кожної групи, жива маса яких відповідала середнім показникам по групах, за технологією, прийнятою на м'ясопереробних підприємствах. Для лабораторних досліджень відібрали зразки найдовшого м'язу спини між 9 і 12 ребрами правих півтуш після 48-годинного охолодження за температури 4°C , печінку та нирки.

Лабораторні дослідження кормів, м'язової тканини, печінки і нирок бугайців на вміст ^{137}Cs , Pb, Cd проводили у лабораторії агрохімічних досліджень, екологічної безпеки земель та якості продукції Інституту сільського господарства Полісся НААН.

Питому активність ^{137}Cs у кормах і продуктах забою визначали спектрометричним методом на гамма-спектрометрі СЕГ-0,5. Визначення вмісту важких металів атомно-абсорбційним методом на атомно-абсорбційному спектрофотометрі «Квант-2А».

Коефіцієнти переходу (КП) ^{137}Cs і важких металів (Pb, Cd) із кормів раціону до продукції тварин розраховували за формулою: $\text{КП} = \text{Вмп}/\text{Ввр} \times 100$, де КП – коефіцієнт переходу; Вмп – вміст ^{137}Cs і важких металів у продукції тварин, Бк/кг, мг/кг; Ввр – вміст ^{137}Cs і важких металів у добовому раціоні, Бк, мг [8, с. 44]. Даний коефіцієнт є відносним інтегрованим показником, котрий у % відображає міграцію шкідливих речовин з раціону в продукцію, що дозволяє провести порівняльну оцінку переходу поллютантів за використання різних кормових сумішей для годівлі бугайців.

Результати досліджень опрацьовували стандартними методами варіаційної статистики з використанням ПОМ і застосовували комп'ютерні програми статистичної обробки Microsoft Excel. Рівні статистичної значущості (достовірності) у таблицях позначали за використання літерних суперскриптів у такій відповідності: * $P > 0,95$; ** $P > 0,99$; *** $P > 0,999$ [15].

Результати досліджень. Для вирішення проблеми забезпечення населення повноцінними і екологічно безпечними продуктами харчування необхідні дослідження, направлені на вивчення шляхів міграції радіоцезію і важких металів у ланцюгу корми → організм тварин → продукція (молоко та м'ясо), а також шляхів їх виведення із організму тварин.

У таблиці 1 наведені дані щодо вмісту ^{137}Cs , Pb, Cd у кормах, які використовувалися для годівлі піддослідних бугайців під час проведення експерименту.

Таблиця 1

Уміст шкідливих речовин у кормах

Корми	Міститься в кормах		
	^{137}Cs , Бк/кг	Pb, мг/кг	Cd, мг/кг
Сіно злакове	176,1	2,329	0,205
Сінаж різнотравний	124,6	1,212	0,086
Зерноsumіш	50,7	2,095	0,193
Буряк кормовий	44,0	0,368	0,065
Дерть гороху	31,3	1,945	0,178
Дерть пелюшки	22,1	2,193	0,198

Серед усіх обстежених кормів найбільшою питомою активністю ^{137}Cs відзначається сіно злакове – 176,1 Бк/кг, що більше порівняно з іншими видами кормів у 1,41–7,97 рази. Проведеними дослідженнями встановлено, що вміст Pb і Cd у кормах, які були вирощені у III зоні радіоактивного забруднення внаслідок аварії на ЧАЕС, не перевищував ГДК – 5,0 і 0,3 мг/кг відповідно. Наразі найбільша кількість Pb і Cd містилася у сіні злаковому – 2,329 мг/кг (менше від ГДК на 53,4 %) і 0,205 мг/кг (менше від ГДК на 31,7 %) відповідно. Бобові культури (горох і пелюшка) також у значній кількості накопичують важкі метали: Pb – 1,945–2,193 мг/кг, Cd – 0,178–0,198 мг/кг.

За даними зарубіжних авторів підтверджено, що основним шляхом надходження радіонуклідів до організму тварин після ядерної катастрофи є згодовування

ім забруднених кормів, тоді як повітря і споживання води були найбільш значущими для тварин за ранньої стадії ядерної аварії [16, с. 382; 17, с. 1368]. Через 1–2 місяці після проникнення в організм, ^{137}Cs накопичується у м'яких органах і тканинах.

Дослідженнями встановлено різний рівень накопичення ^{137}Cs у продуктах забою бугайців залежно від кормового фактора (табл. 2).

Таблиця 2

Питома активність ^{137}Cs у продуктах забою бугайців

Показники	Групи	
	контрольна (I)	дослідна (II)
Вміст ^{137}Cs у раціоні, Бк/добу	2397,4	2388,0
Вміст ^{137}Cs у м'язовій тканині, Бк/кг	$28,2 \pm 0,71$	$25,4 \pm 0,33^*$
Вміст ^{137}Cs у печінці, Бк/кг	$24,2 \pm 0,74$	$27,4 \pm 1,76$
Вміст ^{137}Cs у нирках, Бк/кг	$28,0 \pm 3,12$	$30,0 \pm 5,11$

Примітка. $*P > 0,95$

Так, за використання для годівлі бугайців пелюшки (II група) порівняно з горохом (I група), питома активність ^{137}Cs у найдовшому м'язі спини виявилася меншою на 9,9 % ($P > 0,95$), а у печінці та нирках тварин більшою на 13,2 % та 7,1 % відповідно за невірогідної різниці ($P < 0,95$).

Коефіцієнти переходу ^{137}Cs у найдовший м'яз спини, печінку та нирки молодяку ВРХ коливалися у межах 1,06–1,17; 1,00–1,14; 1,16–1,25 % відповідно (рис. 1).

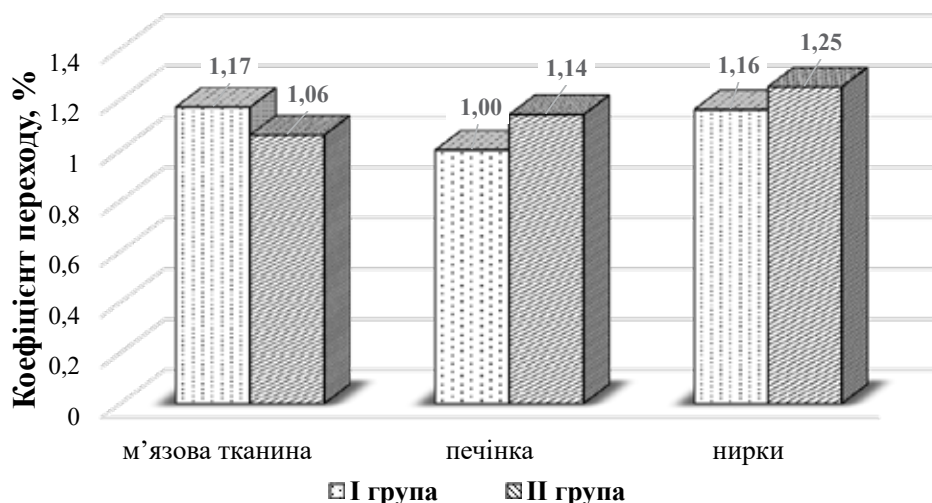


Рис. 1. Коефіцієнти переходу ^{137}Cs у продукцію бугайців

Перехід ^{137}Cs у м'язову тканину був найбільшим у бугайців контрольної групи – 1,17 %, а у печінку та нирки – у ровесників дослідної групи – 1,14 та 1,25 % відповідно.

Для годівлі піддослідних тварин використовували раціони із різними видами дерті бобових культур і концентрацією Pb у межах 29,37–29,63 мг/добу (табл. 2).

Таблиця 2

Концентрація Pb у раціонах і продуктах забою бугайців

Показники	Групи	
	контрольна (I)	дослідна (II)
Вміст Pb у раціоні, мг/добу	29,37	29,63
Вміст Pb у м'язовій тканині, мг/кг	0,437 ± 0,021	0,321 ± 0,017*
Вміст Pb у печінці, мг/кг	0,566 ± 0,019	0,587 ± 0,024
Вміст Pb у нирках, мг/кг	0,298 ± 0,008	0,303 ± 0,017

Примітка. * $P > 0,95$

Відповідно до прийнятих Державних санітарних правил і норм України «Максимально допустимі рівні окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах» [18], гранично допустимий рівень (ГДК) свинцю у м'ясі становить 0,10 мг/кг, у печінці та нирках – 0,5 мг/кг. Результати обстежень показали, що накопичення Pb у найдовшому м'язі спини було більшим за ГДК у бугайців обох груп у 3,21–4,37 рази. Проте концентрація цього важкого металу у м'язовій тканині молодняку великої рогатої худоби II групи відносно ровесників I групи достовірно знизилася на 26,6 % ($P > 0,95$). Вміст Pb у печінці тварин обох груп виявився також більшим за гранично допустимий рівень на 13,2–17,4 %. Тим не менш, згодовування раціонів із пелюшкою (II група) порівняно з контролем (I група) призвело до збільшення вмісту Pb у печінці та нирках на 3,7 % та 1,7 % відповідно.

Щодо переходу Pb із кормів раціону у найдовший м'яз спини молодняку великої рогатої худоби, то слід зауважити, що цей показник у тварин II (дослідної) групи виявився набагато нижчим, ніж у I (контрольної) групі (рис. 2).

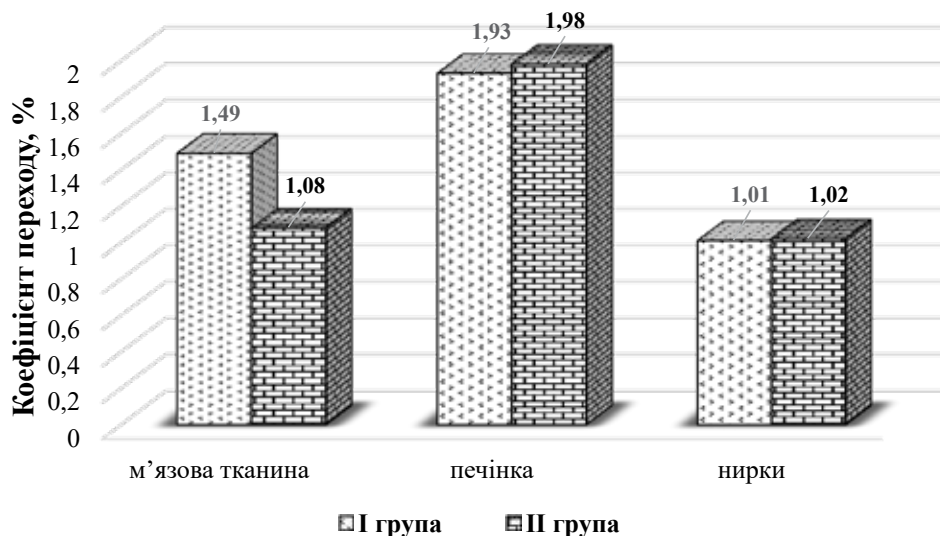


Рис. 2. Коефіцієнти переходу Pb у продукти забою бугайців

Так, коефіцієнт переходу Pb у м'язову тканину бугайців II групи становив 1,08 %, тоді як у контролі був вищим на 0,41 % абс. Використання у складі кормових раціонів дерті пелюшки зумовило інтенсивніший перехід Pb у печінку та нирки тварин II групи – 1,98 % та 1,02 % у порівнянні із 1,93 % та 1,01 % відповідно у ровесників I групи.

Споживання сіна, сінажу, зерноsumіші, кормових буряків та пелюшки збільшувало надходження Cd до організму тварин II групи на 0,021 мг/добу порівняно з ровесниками I групи (табл. 3).

Таблиця 3

Концентрація Cd у раціонах і продуктах забою бугайців

Показники	Групи	
	контрольна (I)	дослідна (II)
Вміст Cd у раціоні, мг/добу	2,897	2,918
Вміст Cd у м'язовій тканині, мг/кг	0,042 ± 0,005	0,021 ± 0,004*
Вміст Cd у печінці, мг/кг	0,072 ± 0,002	0,078 ± 0,003
Вміст Cd у нирках, мг/кг	0,105 ± 0,006	0,112 ± 0,011

Примітка. * $P > 0,95$

Рівень забруднення найдовшого м'язу спини бугайців Cd не перевищував гранично допустиму концентрацію. Так, цей показник у м'язовій тканині піддослідних тварин I та II груп варіював у межах 0,021–0,042 мг/кг, що нижче за санітарно-гігієнічні вимоги на 16,0–58,0 %. Водночас у бугайців, які споживали у складі раціону дерть пелюшки (II група), порівняно із дерттю гороху (I група), спостерігалася зменшення накопичення Cd у найдовшому м'язі спини на 0,021 мг/кг, або на 50,0 % за суттєвої міжгрупової різниці ($P > 0,95$). Згодовування бугайцям на відгодівлі у складі раціону різних високобілкових кормів суттєвого впливу на вміст Cd у субпродуктах не мало. Так, за використання пелюшки порівняно із горохом, концентрація елементу збільшувалася у печінці та нирках на 8,3 % та 6,7 % відповідно при $P < 0,95$.

За введення до складу раціону пелюшки перехід Cd у найдовший м'яз спини тварин дослідної групи знижувався на 0,73 % абс. порівняно із контролем. Слід наголосити, що найбільше цього важкого металу накопичується у нирках тварин, далі – у печінці і, насамкінець, у найдовшому м'язі спини.

Результати наших досліджень показали, що основними забруднювачами м'яса, печінки і нирок тварин ¹³⁷Cs в умовах поліського регіону є грубі корми та силос, а вміст Pb і Cd у обстежених зразках досить високий, що негативно вплинуло на якість і безпечність продуктів забою бугайців.

Коефіцієнти переходу Cd у продукцію були невисокими і складали 0,72–1,45 % у м'язову тканину, 2,48–2,67 – печінку, 3,62–3,84 % – у нирки (рис. 3).

За даними досліджень як вітчизняних, так і зарубіжних авторів [1 с. 36; 19, с. 762], перехід радіонуклідів і важких металів із кормів у продукцію залежить від екологічних та технологічних умов виробництва, виду і ступеня перетравності корму, віку і фізіологічного стану тварин, а також в значній мірі від рівня і повноцінності годівлі, збалансованості раціонів за речовинами, які володіють радіопротекторними (захисними) властивостями. Дані речовини підвищують стійкість організму до радіації, пришвидшують виведення радіонуклідів і важких металів,

понижують їх уміст у продукції. До таких речовин відносяться багато амінокислот (особливо сірковмісні), клітковина, мінеральні речовини, вітаміни, особливо А, Е, групи В, С [20 с. 2163; 21, с. 372]. Окрім того, підбір оптимального типу годівлі тварин сприяє значно меншому переходу радіонуклідів і важких металів у продукцію тваринництва, що підтверджується дослідженнями, проведеними на дійних коровах, молодняку великої рогатої худоби та свиней [12, с. 42; 22, с. 87].

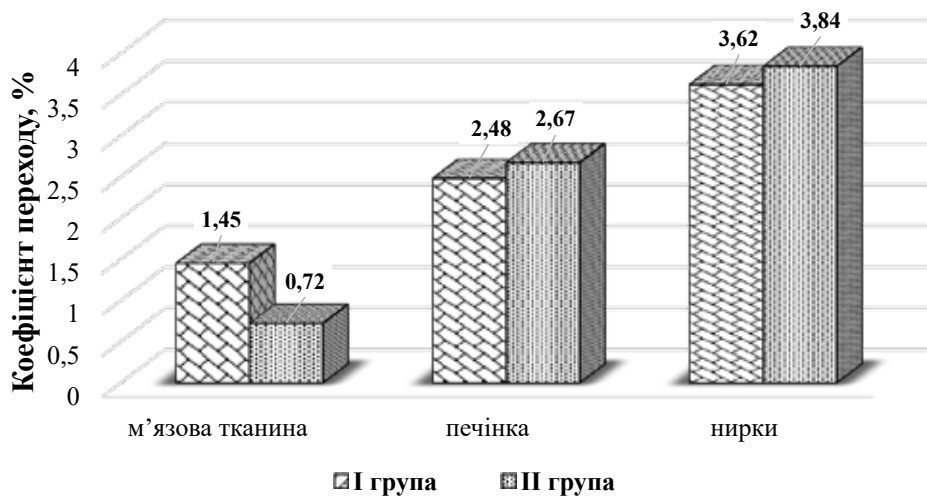


Рис. 3. Коефіцієнти переходу Cd у продукти забою бугайців

Висновки. Для оптимізації протеїнового живлення за використання молодняку великої рогатої худоби гороху і пелюшки питома активність ^{137}Cs у найдовшому м'язі спини, печінці і нирках піддослідних тварин коливалася по групах у межах 25,4–28,2 Бк/кг, 24,2–27,4 і 28,0–30,0 Бк/кг відповідно та не перевищувала допустимих рівнів (ДР-2006 = 200 Бк/кг). Водночас введення до складу раціону пелюшки, концентрація радіоцезію у м'язовій тканині бугайців II (дослідної) групи відносно контролю знижувалася на 2,8 Бк/кг, або на 9,9 % за статистично значущої різниці ($P > 0,95$). До того ж коефіцієнт переходу ^{137}Cs у м'язову тканину тварин II групи порівняно із ровесниками I групи також виявився меншим на 0,11 % абс. Концентрація Pb у найдовшому м'язі спини та печінці молодняку обох груп виявилася більшою за ГДК у 3,21–4,37 рази та на 13,2–17,4 % відповідно. Уведення до складу раціону 1,02 кг пелюшки замість такої ж кількості гороху за відгодовлі тварин у III зоні радіоактивного забруднення сприяє значно меншому вмісту і переходу важких металів у м'язову тканину: Pb – на 26,6 % і 0,41 % абс., Cd – на 50,0 % і 0,73 % абс. відповідно.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Mamenko O. M., Portiannik S. V. Features of heavy metal excretion in dairy cows in agroecosystems around an industrial city and the production of environmentally safe milk. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. No. 11(5). P. 29–43. DOI: https://doi.org/10.15421/2021_207.

2. Гудков І. М. Уроки Чорнобиля та сучасні проблеми радіобіології. *Чорнобильська катастрофа. Актуальні проблеми, напрями та шляхи їх вирішення* : зб. праць Міжнар. наук.-практ. конф. (22–23 квітня 2021 р.). Житомир, 2021. С. 21–26.
3. Quality of life of the population resident at the radioactively contaminated area in Zhytomyr Region / Romanchuk L. D., Herasymchuk L. O., Kovalova S. P. et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. No. 9(4). P. 478–485. DOI: https://doi.org/10.15421/2019_778.
4. Monitoring of heavy metals in fodder and animal husbandry products of the Polissia zone of Ukraine / Savchuk I., Romanchuk L., Yashchuk I. et al. *Scientific Horizons*. 2022. Vol. 25, No. 6. P. 45–54. DOI: [https://doi.org/10.48077/scihor.25\(6\).2022.45-54](https://doi.org/10.48077/scihor.25(6).2022.45-54).
5. Biochemical indices of piglets blood under the action of feed additive «Butaselmavit-plus» / Martyshuk T. V., Guty B. V., Vishchur O. I., Todoruk V. B. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*. 2019. Vol. 2, No. 2. P. 27–30. DOI: <https://doi.org/10.32718/ujvas2-2.06>.
6. Evaluation of concentration of heavy metals in animal rearing system / Hejna M., Moscatelli A., Onelli E. et al. *Italian Journal Animal Science*. 2019. Vol. 18, No. 1. P. 1372–1384. DOI: <https://doi.org/10.1080/1828051X.2019.1642806>.
7. Nakagawa K., Imura T., Berndtsson R. Distribution of heavy metals and related health risks through soil ingestion in rural areas of western Japan. *Chemosphere*. 2022. Vol. 290. article 133316. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.133316>.
8. Маменко О. М., Портяник С. В. Вплив типів годівлі корів на вміст важких металів у молоці. *Наук. вісник ЛНУВМБ ім. С.З. Гжицького. Серія: Сільсько-господарські науки*. 2019. Т. 21, № 90. С. 38–48.
9. Heavy metal contamination of animal feed in Texas / Dai S. Y., Jones B., Lee K-M. et al. *Journal of Regulatory Science*. 2016. Vol. 4, No. 1. P. 21–32. DOI: <https://doi.org/10.21423/JRS-V04N01P021>.
10. Радіоекологічна оцінка раціонів при виробництві яловичини : монографія / Савченко Ю. І., Савчук І. М., Савченко М. Г., Карпюк Н. А. Житомир : Рута, 2017. 160 с.
11. Використання зернобобових на корм при виробництві молока і м'яса в зоні Полісся України : монографія / Савченко Ю. І., Савчук І. М., Савченко М. Г. та ін. ; за ред. Савченка Ю. І., Савчука І. М. Житомир : Рута, 2014. 206 с.
12. Жукорський О. М., Семенов С. О., Семенов Є. С. Вплив важких металів у раціонах на рівень їх накопичення в органах і тканинах забійних свиней, продуктивність та екскрецію аміачного азоту. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 12(789). С. 40–45.
13. Hashemi S. Heavy metal concentrations in bovine tissues (muscle, liver and kidney) and their relationship with heavy metal contents in consumed feed. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2018. No. 154(15). P. 263–267. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.02.058>.
14. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві : посібник / за ред. І. І. Ібатулліна, О. М. Жукорського. Київ : Аграрна наука, 2017. 328 с.
15. Сучасні методи селекції в тваринництві : навч. посібник / Рубан С. Ю., Даншин В. О., Литвиненко Т. В. та ін. Київ : Нац. університет біоресурсів і природокористування України, 2020. 212 с.
16. Beresford N. A., Howart B. J. Review of radionuclide transfer to farm animals and potential countermeasures relevant to emissions in Fukushima. *Integrated Environment Assessment and Management*. 2011. Vol. 7(3). P. 382–384. DOI: <https://doi.org/10.1002/ieam.235>.
17. Steinhäuser G. Monitoring and radioecological characteristics of radiocesium in Japanese beef after the Fukushima nuclear accident. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*. 2017. Vol. 311(2). P. 1367–1373. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10967-016-5021-0>.
18. Про внесення змін до Державних гігієнічних правил і норм «Регламент максимальних рівнів окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах» :

наказ МОЗ України від 22.05.2020 р. № 1238. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0684-20#Text>.

19. The Concentration of Selected Heavy Metals in Muscles, Liver and Kidneys of Pigs Fed Standard Diets and Diets Containing 60% of New Rye Varieties / Chalabis-Mazurek A., Valverde Piedra J. L., Muszynski S. et al. *Animals*. 2021. Vol. 11(5). P. 1377. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani11051377>.

20. Review: Nutritional ecology of heavy metals / Hejna M., Gottardo D., Baldi A. et al. *Animal*. 2018. Vol. 12(10). P. 2156–2170. DOI: <https://doi.org/10.1017/S175173111700355X>.

21. Moharrery A., Asadi E., Rezaei R. Performance characteristics and nutritional comparison of broiler chickens fed with barley and triticale based diets. *Iranian Journal of Applied Animal Science*. 2015. Vol. 5(2). P. 369–376. URL: https://ijas.rasht.iau.ir/article_51333.html.

22. Safety of livestock products of bulls on various diets during fattening in the conditions of radioactive contamination / Savchuk I., Skydan O., Stepanenko V. et al. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2021. Vol. 12(1). P. 86–91. DOI: <https://doi.org/10.15421/022113>.

УДК 581.1:581.5:504

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.2.31>

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ ФОТОСИНТЕТИЧНОГО АПАРАТУ РОСЛИН

Недільська У.І. – к.с.-г.н., доцент,

завідувач кафедри екології і загальнобіологічних дисциплін,

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

У роботі визначено закономірності росту, розвитку та формування фотосинтетичного апарату рослин картоплі під впливом застосування біостимуляторів в умовах Західного Лісостепу України. Картопля є однією з найбільш поширених культур у світі та характеризується унікальними еколого-біологічними властивостями, що дозволяють їй рости в різноманітних ґрунтово-кліматичних умовах. Основним агроекологічним фактором для її вирощування є наявність достатньої кількості ґрунтової вологи під час садіння, оскільки культура відзначається високою потребою у воді.

Ріст і розвиток картоплі значною мірою залежать від тривалості світлового дня та ночі, що впливає на формування листової площі. Це обумовлює необхідність використання біостимуляторів у технології вирощування культури. Біостимулятори активізують фізіологічні процеси в рослинах, підвищуючи їхню стійкість до стресових факторів, сприяючи підвищенню врожайності та поліпшенню якості продукції. У статті проведено аналіз варіантів застосування біостимуляторів та їхнього впливу на формування її фотосинтетичного апарату. Визначено оптимальні методи застосування біостимуляторів на етапах росту та розвитку культури. Представлено результати наукових досліджень і практичний досвід застосування біостимуляторів у картоплярстві.

Проведені дослідження застосування біостимуляторів Тотем і Імперіум сприяло наростанню листової поверхні картоплі сорту Княгиня в період цвітіння до 27,3 тис. м²/га. У сорту Родінна найбільший потенціал листової площі – 34,7 тис. м²/га, що свідчить про сортові особливості культури. У порівнянні варіанту на контролі сорту Княгиня цей показник склав лише 20,6 тис. м²/га. Виявлені екологічні аспекти формування фотосинтетичного апарату сортів картоплі. Представлені результати можуть бути практичними для аграрних підприємств і фермерів, які прагнуть застосовувати більш ефективні методи підвищення врожайності картоплі за рахунок екологічних умов та впровадження інноваційних агротехнологій.

Ключові слова: картопля, сорт, біостимулятори, листова поверхня, агротехнології.

Nedilska U.I. Ecological aspects of the formation of the photosynthetic apparatus of plants

The paper identifies the regularities of growth, development and formation of the photosynthetic apparatus of potato plants under the influence of the use of biostimulants in the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine. Potatoes are one of the most widespread crops in the world and are characterized by unique ecological and biological properties that allow them to grow in various soil and climatic conditions. The main agroecological factor for its cultivation is the presence of a sufficient amount of soil moisture during planting, since the crop is characterized by a high need for water.

The growth and development of potatoes largely depend on the duration of daylight hours and nights, which affects the formation of leaf area. This necessitates the use of biostimulants in the technology of growing crops. Biostimulants activate physiological processes in plants, increasing their resistance to stress factors, contributing to an increase in yield and improving the quality of products. The article analyzes the options for using biostimulants and their impact on the formation of its photosynthetic apparatus. The optimal methods for using biostimulants at the stages of growth and development of the crop are determined. The results of scientific research and practical experience in using biostimulants in potato growing are presented.

Studies on the use of biostimulants Totem and Imperium contributed to the increase in the leaf surface of the potato variety Knyahynya during the flowering period to 27,3 thousand m²/ha. The Rodinna variety has the highest leaf area potential – 34,7 thousand m²/ha, which indicates

the varietal characteristics of the crop. In comparison with the control variant of the Knyahynya variety, this indicator was only 20,6 thousand m²/ha. Ecological aspects of the formation of the photosynthetic apparatus of potato varieties are revealed. The presented results may be practical for agricultural enterprises and farmers who seek to apply more effective methods of increasing potato yield due to environmental conditions and the introduction of innovative agricultural technologies.

Key words: potato, variety, biostimulants, leaf surface, agricultural technologies.

Постановка проблеми. Формування фотосинтетичного апарату рослин є ключовим фактором, що визначає їх продуктивність, життєздатність та здатність адаптуватися до умов навколишнього середовища. В сучасних умовах антропогенного навантаження та змін клімату спостерігається зростання впливу стресових факторів, таких як недостатня вологозабезпеченість, підвищення температур, забруднення довкілля та зменшення родючості ґрунтів. Ці фактори значно впливають на інтенсивність фотосинтезу, біосинтетичні процеси та загальний ріст рослин картоплі.

Екологічно безпечне стимулювання розвитку фотосинтетичного апарату шляхом оптимізації агротехнічних заходів, застосування біостимуляторів та збереження природних ресурсів є важливим завданням сучасної екології та аграрної науки. Недостатність системного підходу до вивчення екологічних аспектів формування листової поверхні рослин картоплі та її ефективного функціонування потребує детального наукового аналізу.

Важливо також враховувати потреби конкретних сортів та стан ґрунту; введення нових, більш продуктивних та стійких до хвороб сортів картоплі дозволяє підвищувати врожайність та знижувати втрати від шкідників і хвороб; використання біопестицидів та інших екологічних методів захисту рослин допомагає знизити хімічне навантаження на довкілля, покращити стійкість рослин до стресових умов і сприяти сталому розвитку сільського господарства. Застосування цих заходів дозволить підвищити врожайність та якість картоплі, що позитивно вплине на соціальний та матеріальний стан населення України, сприятиме збереженню екологічної рівноваги та сталому розвитку агропромислового комплексу країни [1; 2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В аграрному секторі прагнення відповідати сучасним економічним умовам спонукають до пошуку технологій, які будуються на мобілізації дешевих місцевих мінеральних та органічних ресурсів. Залучення в біологічний кругообіг нового покоління органо-мінеральних біоактивних добрив, які не поступаються, а то й перевищують за ефективністю рекомендовані дози традиційних органічних добрив, але застосовані в дозах на порядок нижчих є досить перспективним напрямком. В останні роки, як в сільському господарстві України в цілому, так і в картоплярстві, відбувся значний поворот відносно переходу до екологічно чистого виробництва з врахуванням зміни природно-кліматичних умов [3; 4].

Процес росту і розвитку картоплі та формування врожаю це реалізація спадкової інформації у взаємодії з постійно мінливими факторами навколишнього середовища за рахунок якого розвивається рослинний організм. Відмінності картоплі щодо продуктивності визначаються особливостями бульбоутворення, розмірами та тривалістю активності асиміляційної поверхні листків, продуктивності фотосинтезу, скоростиглістю, швидкістю росту та розвитку вегетативної маси рослин [5; 6].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Значна кількість досліджень присвячена впливу окремих екологічних факторів на ріст

рослин, комплексний аналіз того, як поєднані стресові умови, як зміни клімату, забруднення навколишнього середовища, а також нестача води та поживних речовин, взаємодіють у контексті формування фотосинтетичного апарату, є недостатньо вивченим.

Дослідження адаптивних механізмів рослин до екологічних змін, зокрема щодо їх фотосинтетичного апарату, потребує додаткового аналізу. Як конкретно рослини змінюють структуру своїх листків, клітинних органел або фотосинтетичних процесів в залежності від екологічних змін, залишається недостатньо дослідженим.

Впровадження різних агротехнологій, зокрема застосування біостимуляторів, може поєднуватися з принципами екологічної стійкості агроєкосистем. Інтеграція цих процесів може сприяти не лише формуванню фотосинтетичного апарату рослин а й збільшенню врожайності та збереженню екологічної рівноваги в агроєкосистемах.

У технології вирощування картоплі важлива роль належить мінеральним добривам, проте враховуючи надмірне насичення ґрунтів хімічними речовинами постає питання в доцільності тотального їх використання. Картопля потребує застосування значної кількості добрив так, як порівняно з іншими культурами більш вимоглива до наявності поживних речовин у ґрунті [7].

Постановка завдання. Мета досліджень полягала у вивченні формування фотосинтетичного апарату рослин картоплі за сортами залежно від застосування біостимуляторів під час росту і розвитку рослин. Для досягнення поставленої мети слід дослідити вплив Гумат калію – 4 л/га, Імперіум – 5 л/га, Тотем – 2 л/га в технології вирощування на площу листової поверхні у насадженнях сортів Княгиня і Родинна. Усі роботи виконані відповідно до методичних рекомендацій «Картоплярство: методика дослідної справи» [8].

Виклад основного матеріалу дослідження. У технології вирощування картоплі агротехнічні прийоми мають бути направлені на підсилення умов процесу фотосинтезу, що в результаті вегетації впливає на врожай сортів картоплі. Такими особливостями у вегетаційний період є розмір асиміляційної поверхні листків, вміст фотоактивних пігментів, особливо хлорофілу і фотосинтетичний потенціал рослин.

Урожайність сортів картоплі залежить від процесу фотосинтезу рослин у вегетаційний період. В процесі росту і розвитку рослин картоплі формується певна кількість листків, в результаті чого забезпечується певний потенціал фотосинтетичної поверхні. Аналізування показнику листової поверхні насаджень картоплі є важливою ознакою формування врожаю. Листки є органами рослини, які добре пристосовані до поглинання сонячного світла. Основна функція проходження процесу фотосинтезу належить мезофілу листка. Як наслідок процесу фотосинтезу формується приблизно 94% загальної біопродуктивності рослини, за аналізуванням асиміляційної діяльності листової поверхні листків (таблиця 1). Такий показник лежить в основі аналізу чистої продуктивності фотосинтезу.

За результатами досліджень представлені показники показують, що площа листової поверхні сортів картоплі, за проаналізованими параметрами збільшувалася в залежності від застосування біостимуляторів росту рослин. За представленими результатами спостережень, які відображені в таблиці можна обґрунтувати формування листового потенціалу відповідно фаз росту і розвитку рослин досліджуваних сортів картоплі залежно від застосування біостимуляторів.

За варіантами дослідження показники за листовою поверхнею різнилися, у певних варіантах досить суттєво. У процесі вегетаційного періоду фізіологічний

розвиток сортів картоплі найменшими показниками відзначено у фазі сходів. Далі значення листової поверхні сортів картоплі змінювалося і сформувалася більша площа листової поверхні і найбільшими результатами відзначено рослини у фазі цвітіння, а згодом до відмирання вегетативної маси теж помітне зменшення. У відповідності варіантів до застосування біостимуляторів показники листової поверхні збільшувалися, про що свідчать представлені дані за проведеними результатами досліджень.

Таблиця 1

**Листкова поверхня рослин від застосування біостимуляторів, тис.м²/га
(середнє 2022–2024 рр.)**

Варіанти дослідів	Площа листків, тис.м ² /га			
	сходи	бутонізація	цвітіння	«зелена ягода»
Княгиня				
Без застосування (контроль)	7,1	14,2	20,6	20,1
Гумат калію	8,2	16,3	24,3	21,8
Імперіум	9,4	18,7	26,3	23,6
Тотем	10,7	20,5	27,3	27,7
Родина				
Без застосування (контроль)	9,3	15,8	25,6	18,8
Гумат калію	10,4	18,5	29,7	23,1
Імперіум	11,6	21,0	31,3	25,5
Тотем	12,0	23,4	34,7	28,3

За аналізом показника площі листової поверхні сорту картоплі Княгиня на контролі, тобто без застосування біостимулятора площа листової поверхні становила 7,1 тис.м²/га, тоді як у варіанту застосування Гумат калію збільшилася на 1,1 тис.м²/га, де становила 8,2 тис.м²/га. У інших варіантів такий показник охарактеризовано за варіанту застосування біостимулятора Імперіум, де становила вище як від контролю на 2,3 тис.м²/га, що в загальному складала 9,4 тис.м²/га, також і від попереднього представленого варіанту на 1,2 тис.м²/га. вище. Найбільшим показником охарактеризованих результатів дослідження простежено за варіанту застосування Тотем, де площа складала 10,7 тис.м²/га, тоді як на контролі більше на 3,6 тис.м²/га, а також вище і від попередньо представлених значень за варіантами застосування біостимуляторів.

У фазі бутонізації значення площі листової поверхні дещо збільшилося, де помітно за варіанту контролю що становила 14,2 тис.м²/га. У інших варіантів при застосуванні біостимуляторів показники аналогічно попередньому змінювалися. У варіанту застосування біостимулятора Гумат калію у сорту картоплі Княгиня площа листової поверхні складала 16,3 тис.м²/га, теж було збільшення за варіанту застосування біостимуляторі Імперіум, де складала 18,7 тис.м²/га вище від контролю на 4,5 тис.м²/га. Найвищим показником листової поверхні у сорту картоплі Княгиня відзначено у варіанту застосування біостимулятора Тотем, де складала 20,5 тис.м²/га, що в цілому також вище від варіанту на контролі на 6,3 тис.м²/га.

У період цвітіння картоплі сорту Княгиня листова поверхня була найвищою, але досить різнилася від варіантів застосування біостимуляторів. У варіанту контролю без застосування біостимуляторів площа листової поверхні становила тільки 20,6 тис.м²/га. У інших варіантів при застосуванні біостимуляторів за різних схем їх використання помітне зростання самого показника, тоді як у варіанту застосування Гумат калію листова поверхня становила 24,3 тис.м²/га, також збільшеною виявилася за варіанту застосування біостимулятора Імперіум у фазі цвітіння – 26,3 тис.м²/га. Найвищим показником площі листової поверхні відзначений варіант дослідження застосування біостимулятора Тотет, а саме 27,3 тис.м²/га, де на 6,7 тис.м²/га вище від контрольного варіанту без застосування біостимуляторів.

По завершенні вегетації і розвитку картоплі, а саме під час відмирання картоплиння, або «зелена ягода» площа листової поверхні у дослідженого сорту картоплі Княгиня на варіанті без застосування біостимулятора складала 20,1 тис.м²/га. У решти досліджених варіантів площа листової поверхні зростала, що свідчать представлені результати спостережень за варіанту застосування Гумат калію становила 21,8 тис.м²/га, Імперіум – 23,6 тис.м²/га і при застосуванні біостимулятора Тотет – 27,7 тис.м²/га. На вказаному третьому варіанті аналізування від застосування біостимулятора Тотет площа листової поверхні у дослідженні сорту Княгиня є найвищою навіть при порівнянні із даним показником у фазі цвітіння.

За аналізом іншого дослідженого сорту картоплі Родинна показник площі листової поверхні у порівнянні з сортом картоплі Княгиня продемонстрував інші показники, навіть на варіанті контролю без застосування біостимуляторів. В результаті проведених спостережень такі особливості можна пояснити відносно сортового потенціалу сортів картоплі, а саме як габітусу самого куща в вегетаційний період. Площа листової поверхні рослин картоплі у фазі сходів без застосування біостимуляторів становила 9,3 тис.м²/га. У інших варіантів застосування біостимуляторів площа листової поверхні збільшувалася на всіх варіантах, а саме при застосуванні Гумат калію площа листової поверхні складала 10,4 тис.м²/га, за варіанту застосування Імперіум складала 11,6 тис.м²/га, а також високим показником відзначений варіант застосування Тотет, що становила 12,0, що в цілому вище від контролю на 2,7 тис.м²/га.

Площа листової поверхні у фазі бутонізації відзначилася вищими показниками у порівнянні, як у фазі сходів. За варіанту без застосування біостимуляторів становила 15,8 тис.м²/га. У інших варіантів застосування біостимуляторів, а саме Гумат калію листова поверхня складала 18,5 тис.м²/га, а на варіанті застосування Імперіум листова поверхня картоплі сорту Родинна складала 21,0 тис.м²/га, що на 5,2 тис.м²/га більше від контролю. У варіанту застосування Тотет показник листової поверхні рослин картоплі сорту Родинна становила 23,4 тис.м²/га, що за аналізом досліджених варіантів виявилася найбільшою, а від контролю без застосування біостимуляторів на 7,6 тис.м²/га вище.

Представлений показник площі листової поверхні за фазами оцінювання в фазі цвітіння проаналізовано найвищим у порівнянні з іншими фазами, про що свідчить найвище формування продуктивності рослин картоплі сорту Родинна. Листова поверхня на варіанті контролю без застосування біостимулятора становила 25,6 тис.м²/га. У інших досліджених варіантів застосування Гумат калію значення листової поверхні підраховано 29,7 тис.м²/га, що на 4,1 тис.м²/га більше від контролю без застосування біостимуляторів. У решти варіантів відмітне збільшення показника площі листової поверхні, про що свідчить застосування Імперіум – 31,3 тис.м²/га. Найвищим показником листової поверхні

(34,7 тис.м²/га) простежені рослини картоплі сорту Родинна на варіанті застосування Тотем.

В період «зеленої ягоди» відмирання бадилля площа листової поверхні дещо зменшилася порівняно із аналізом даного показника у фазі цвітіння, що свідчить про накопичення урожаю бульб картоплі. Листова поверхня на контролі без застосування біостимулятора росту рослин у сорту картоплі Родинна складала 18,8 тис.м²/га. У інших варіантів від застосування біостимуляторів показник за листовою поверхнею збільшувався, тоді як від застосування біостимулятора Імперіум – 23,1 тис.м²/га, від застосування Гумат калію значення показника становило 25,5 тис.м²/га. Найбільше значення площі листової поверхні у сорту картоплі Родинна у даній фазі спостерігалась при застосуванні біостимулятора Тотем, що в загальному відзначено 28,3 тис.м²/га, тоді як на 9,5 тис.м²/га більше від контролю без застосування біостимуляторів.

Висновки і пропозиції. В результаті проведених досліджень визначення площі листової поверхні залежно від застосування біостимуляторів росту рослин у сортів картоплі спостерігалась на варіанті з Тотем. За аналізом експериментальних даних при цьому сорт картоплі Родинна у порівнянні з сортом Княгиня характеризується вищим показником листової поверхні завдяки своїм сортовим особливостям.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Положенець В.М., Чернілевський М.С., Немерицька Л.В. та ін. Агроєкологічні основи вирощування картоплі. Київ: Свет, 2008. 196 с.
2. Біорегуляція мікробнорослинних систем / за ред. Г.А. Іутинської, С.П. Пономаренко. Київ : Нічлава, 2010. 464 с.
3. Бондарчук А.А., Колтунов В.А., Кравченко О.А. Картопля: вирощування, якість, збереження. Київ : КИТ, 2009. 232 с.
4. Світельський М.М., Котюк Л.А., Романюк А.А. та ін. Ботаніка з основами екології / за заг. ред. М. М. Світельського. 2-ге вид. Житомир : Рута, 2015. 376 с.
5. Недільська У.І. Потенціал ранніх сортів картоплі за продуктивністю та її складовими. *Збірник наукових праць ПДАТУ*. 2014. № 22. С. 35–38.
6. Недільська У.І. Фотосинтетична продуктивність рослин картоплі залежно від сорту. *Збірник наукових праць ПДАТУ*. 2015. № 23. С. 143–149.
7. Коваленко О. Л., Коваленко О. А. Застосування регуляторів та стимуляторів росту рослин при розмноженні оздоровленого насіннєвого матеріалу картоплі в умовах Полісся України. *Луб'яні та технічні культури*. 2014. Вип. 3. С. 122–126.
8. Картоплярство: методика дослідної справи / за ред. А. А. Бондарчука, В. А. Колтунова. Вінниця : Твори, 2019. 652 с.

УДК 631.879

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.2.32>

ВИКОРИСТАННЯ СУПУТНЬО-ПЛАСТОВОЇ ВОДИ ТА БІШОФІТУ ЯК ЕКОЛОГОБЕЗПЕЧНОГО ЗАСОБУ ЗАХИСТУ РОСЛИН В ПОСІВАХ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

Писаренко П.В. – д.с.-г.н., професор,
завідувач кафедри екології, збалансованого природокористування
та захисту довкілля,

Полтавський державний аграрний університет

Самойлік М.С. – д.е.н.,
професор кафедри екології, збалансованого природокористування
та захисту довкілля,

Полтавський державний аграрний університет

Диченко О.Ю. – к.с.-г.н.,
доцент кафедри екології, збалансованого природокористування
та захисту довкілля,

Полтавський державний аграрний університет

Гусинський Д.В. – аспірант кафедри екології, збалансованого
природокористування та захисту довкілля,

Полтавський державний аграрний університет

Ластовка В.П. – аспірант кафедри екології, збалансованого
природокористування та захисту довкілля,

Полтавський державний аграрний університет

Шпирна В.Г. – аспірант кафедри екології, збалансованого природокористування
та захисту довкілля,

Полтавський державний аграрний університет

Нині, використання екологобезпечних ресурсозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур є досить актуальним питанням. Тому, метою проведення даної роботи стало визначення оптимальної концентрації супутньо-пластової води та бішофіту як екологобезпечного засобу захисту рослин в посівах озимої пшениці.

Проведеними нами дослідженнями було встановлено, що рослини пшениці озимої в фазу куцнення – початку виходу в трубку не чутливі до обробки новими екологічно-безпечними речовинами, а саме: супутньо-пластовою водою та бішофітом. Разом з цим, помічені значні опіки листків рослин бур'янів, головним чином зимуючих і ранніх ярих, які являються основними бур'янами посівів даної культури.

На протязі декількох років нами проводились польові досліді, щодо визначення впливу фітотоксичності супутньо-пластової води і бішофіту на бур'яни, які зростають в посівах пшениці озимої. Встановлені результати свідчать, що найбільше зменшення біомаси рослин бур'янів 88,6% спостерігалось на ділянках, оброблених 100%-ою концентрацією бішофіту та 85,5% при використанні 100%-ої концентрації супутньо-пластової води.

Зменшення кількості бур'янів на посівах пшениці озимої призводить до підвищення конкурентоздатності культурних рослин та покращання умов їх збирання. Із зменшенням забур'яненості посівів спостерігається підвищення урожайності пшениці озимої.

В середньому за роки проведення досліджень урожай пшениці озимої склав: на контролі – 33,2 ц/га, після обробки її гербіцидом дезормон (2,5 кг/га) – 40,0 ц/га, що на 6,8 ц/га більше, ніж на контролі. Урожайність культури після обробки супутньо-пластовою водою (100% концентрації) склала 40,5 ц/га, що на 7,3 ц/га більше контролю. Найбільший приріст урожаю пшениці озимої отримано при використанні бішофіту спостерігався при обприскуванні посівів 75%-ю концентрацією (38,7 ц/га, що на 5,5 ц/га

більше контролю та на 1,8 ц/га менше, ніж при використанні супутньо-пластової води (100%-ої концентрації).

Таким чином, підвищення врожаю пшениці озимої відбувається як за рахунок ефективного контролю забур'янення так і оптимізації живлення рослин за рахунок мікроелементів. В цьому плані супутньо-пластова вода вигідно відрізняється від бішофіту не лише великим різноманіттям мікроелементів, а і присутністю органічних речовин та фітогормонів.

Ключові слова: пшениця озима, бішофіт, супутньо-пластова вода, урожайність, бур'яни.

Pysarenko P.V., Samoilik M.S., Dychenko O.Yu., Husynskyi D.V., Lastovka V.P., Shpyrna V.H. Use of satellite-layer water and bishofyte as an environmentally safe means of plant protection in winter wheat cropping

Nowadays, the use of environmentally friendly resource-saving technologies for growing crops is a very relevant issue. Therefore, the purpose of this work was to determine the optimal concentration of co-layer water and bischofite as an environmentally friendly means of plant protection in winter wheat crops.

Our research has shown that winter wheat plants in the tillering phase – the beginning of the emergence into the tube are not sensitive to treatment with new environmentally friendly substances, namely: co-layer water and bischofite. At the same time, significant burns of the leaves of weed plants, mainly wintering and early spring, which are the main weeds of crops of this crop, were observed.

For several years, we have conducted field experiments to determine the phytotoxicity of associated layer water and bischofite on weeds growing in winter wheat crops. The results show that the greatest reduction in weed biomass of 88.6% was observed in areas treated with 100% concentration of bischofite and 85.5% when using 100% concentration of associated layer water.

Reducing the number of weeds in winter wheat crops leads to an increase in the competitiveness of cultivated plants and improvement of their harvesting conditions. With a decrease in weed infestation of crops, an increase in winter wheat yield is observed.

On average, over the years of research, the yield of winter wheat was: in the control – 33.2 c/ha, after treatment with the herbicide Desormon (2.5 kg/ha) – 40.0 c/ha, which is 6.8 c/ha more than in the control. The yield of the crop after treatment with associated layer water (100% concentration) was 40.5 c/ha, which is 7.3 c/ha more than in the control. The greatest increase in winter wheat yield was obtained when using bischofite when spraying crops with a 75% concentration (38.7 c/ha, which is 5.5 c/ha more than the control and 1.8 c/ha less than when using associated stratified water (100% concentration). Thus, the increase in winter wheat yield occurs both due to effective weed control and optimization of plant nutrition due to microelements. In this regard, associated stratified water favorably differs from bischofite not only in a large variety of microelements, but also in the presence of organic substances and phytohormones.

Key words: winter wheat, bischofite, associated strata water; yield, weeds.

Постановка проблеми. Сучасні інтенсивні технології вирощування сільсько-господарських культур ґрунтуються на використанні високих доз мінеральних добрив та хімічних засобів захисту рослин. Це призводить до накопичення в рослинах, ґрунті шкідливих, у тому числі канцерогенних, речовин, здійснює негативний вплив на біологічну активність ґрунту, змінюючи його мікробний ценоз, погіршує якість продукції та в кінцевому підсумку представляє собою загрозу для продовольчої та екологічної безпеки суспільства, порушує стале функціонування агро-екосистем. Рекомендований арсенал гербіцидів забезпечує зниження забур'яненості посівів і підвищення урожайності, проте з екологічної і економічної точок зору являється не завжди прийнятним для господарств. Тому, необхідний пошук нових підходів щодо застосування гербіцидів і альтернативних заходів захисту рослин в землеробстві.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблемам екологізації сільськогосподарського виробництва присвячено багато наукових праць. Екологічні

проблеми використання земель у сільському господарстві України досліджували Третяк А.М., Будзяк О.С., Писаренко В.М. [1-4]; екологічний стан агроландшафтів – Дедов О.В., Дмитренко В.Л., Корніцька О.І., Писаренко П.В., Фесенко А.М., Таргоня В.С. [5-9]; питання удосконалення структури, оптимізації, екологізації та ефективності використання сільськогосподарських земель – Саблук П.Т., Ходаківська О.В., Тараріко О.Г., Вороненко В.І., Тарасова В.В., Калініченко А.В. [10-14] та ін.

У той же час у зв'язку з економічною та екологічною нестабільністю в цілому та в сільському господарстві зокрема, з особливою гостротою постає питання екологізації землеробства, формування сталих агроєкосистем. Дане питання посилюється сучасними екологічними, економічними і соціальними проблемами, пов'язані з наслідками воєнних дій на Україні. Недобір продовольчого зерна може викликати світову продовольчу кризу, адже внаслідок воєнних дій на території України посівні площі скорочуються. Виникає потреба в максимальному залученні земель в сільськогосподарський обіг на території України з метою забезпечення екологічної та продовольчої безпеки, сталого функціонування агроєкосистем.

Тому, суть екологічного землеробства і полягає у формуванні сталих агроєкосистем, які відповідають принципам функціонування природних екосистем, що включають природні функції саморегуляції при мінімізації антропогенного впливу на агроценози. В зв'язку з цим необхідно забезпечити ефективне використання позитивних факторів навколишнього середовища, насамперед шляхом збільшення їх питомої ваги в процесі продукування основних біологічних компонентів, більш повно використати саморегулюючий механізм агроєкосистем та сільськогосподарських ландшафтів.

Як зазначають Писаренко В.М., Татаріко О.Г. [15-17] пригнічення збудників хвороб, шкідників і бур'янів повинно здійснюватися з мінімальним навантаженням для навколишнього природного середовища через підбір сівозмін, підбір сортів, диференційованим підходом у обробці ґрунту, правильному використанні добрив і використання безпечних для зовнішнього середовища засобів захисту рослин, орієнтованого строго на екологічно та економічно обґрунтовані пороги шкодочинності. У науковій літературі також рекомендуються такі методи як: вибіркова обробка ділянок, обробка країв полів, ланцюгове обприскування, внесення гранульованих пестицидів разом з насінням [17].

Попередні дослідження, проведені Писаренком П.В., Цовою Ю.А. [18-20] дозволили встановити, що найбільш стійкими до обробки супутньо-пластовою водою та бішофіту є зернові культури, серед яких найбільш вагоме місце займають такі культури як пшениця озима, кукурудза, просо. Такі зернові культури як ярий та озимий ячмінь і овес менш стійкі до обробки супутньо-пластовою водою, тому що, вони більш чутливі до високої концентрації солей натрію і хлору, як на ранніх фазах розвитку, так і на більш пізніх. На цих культурах можливе використання супутньо-пластової води з родовищ, де концентрація іонів натрію і хлору менша.

Таким чином, можна констатувати, що вивчення питання використання супутньо-пластової води та бішофіту у системі захисту рослин потребує подальшого дослідження. Враховуючи перспективність попередніх досліджень щодо використання супутньо-пластової води та бішофіту у системі захисту рослин, яка в той же час є джерелом макро- і мікроелементів, та може виступати як середовище живлення для корисних мікроорганізмів, доцільно розширити науковий пошук інноваційних екологобезпечних засобів захисту рослин.

Постановка завдання. Об'єктами досліджень були супутньо-пластова вода та бішофіт, такі як Полтавський бішофіт (природний мінерал, головним чином це хлорид магнію ($MgCl_2 \times 6H_2O$)) та супутньо-пластова вода (попутний продукт видобутку нафти), їх складові – біохімічно та хімічно активні речовини, ґрунт, пшениця озима та найбільш поширені в зоні Лісостепу бур'яни. Для досліджень використовувались супутньо-пластові води (СПВ) Решетниківського газонафтового родовища, що розташоване в Полтавській області (Україна) та за критерієм мінералізації належать до високомінералізованих. За іонним складом СПВ належить до хлор-кальцієвого типу, містить до 5% органічних речовин, тобто відноситься до вод із малих їх вмістом. Для дослідження використано насіння пшениці озимої (Диканька).

Протягом 2017-2023 рр. на дослідних полях Полтавського державного аграрного університету (ПДАУ, м. Полтава) проводилися дослідження щодо СПВ та бішофіту на посівах пшениці озимої.

Фітотоксичність супутньо-пластової води та бішофіту для культурних рослин (пшениці озимої) і бур'янів визначалась ваговим методом.

Облік бур'янів проводився кількісно-ваговим методом, який полягає в накладанні облікових площадок ($0,5 \text{ м}^2$) в 10 місцях по діагоналі кожної ділянки досліду [21].

Облік наземного забур'янення культур суцільного посіву – в строки рекомендовані для проведення обробки гербіцидами і перед збиранням врожаю. Під час обліку наземного засмічення всі бур'яни підраховувались, виривались, висушувались до повітряно-сухого стану і зважувались.

Облік врожаю зернових культур здійснювали збиранням снопового зразка в 3-х кратній повторності на облікових ділянках в фазі повної стиглості зерна. Структуру урожаю визначали за методикою польового досліду [22].

Висновки про всю сукупність даних робили на основі статистики вибіркової сукупності за допомогою кореляційного, регресійного, дисперсійного аналізів. Одержані дані були піддані статистичній обробці.

Виклад основного матеріалу дослідження. З метою встановлення оптимальних фаз обробітку пшениці озимої супутньо-пластовою водою та бішофітом були проведені польові дослідження, результати яких наведені нижче (табл. 1).

Таблиця 1

Реакція пшениці озимої, в різних фазах розвитку, на обробку бішофітом і супутньо-пластовою водою (середнє за 2017-2023 рр.)

Фаза розвитку	Концентрація бішофіту				Концентрація СПВ			
	100%	75%	50%	25%	100%	75%	50%	25%
Сходи	+	+	+	+	-	-	-	-
Кущення	+	-	-	-	-	-	-	-
Вихід в трубку	+	+	+	+	+	+	-	-
Колосіння	++	++	++	+	+	+	+	-
Цвітіння	+++	++	++	+	++	++	++	+
Молочна стиглість	+++	+++	++	+	+++	+++	++	+
Воскова стиглість	+++	+++	++	+	+++	+++	++	+

Умовні позначення: – – не пошкоджуються; + – слабо пошкоджуються; ++ – пошкоджуються середньо; +++ – сильно пошкоджуються.

З наведених даних в таблиці 1 видно, що обробка бішофітом різних концентрацій, у ранніх фазах розвитку, має певну, хоча і не дуже серйозну фітотоксичну дію на пшеницю озиму, на відміну від обробки супутньо-пластової води. Найбільш оптимальною фазою, згідно наших досліджень, для обробки посівів пшениці озимої як бішофітом так і СПВ є кушіння – вихід у трубку. При чому, використання 100-ї (природної) концентрації спричиняє незначні опіки листової поверхні, які залежать від погодно-кліматичних умов на момент проведення обприскування.

Слід зазначити що, такі опіки відмічаються на краях листа і зникають через 3-5 днів в залежності від погодно-кліматичних умов. Використання природних розсолів та мінералів різних концентрацій у пізніші фази розвитку рослин не доцільне – пошкодження листової поверхні сягає значних розмірів і може призвести до пошкодження листової поверхні та зниження урожайності.

Встановлено, що рослини пшениці озимої в фазу кушіння та початку виходу в трубку не чутливі до обробки супутньо-пластовою водою та бішофітом. Проте, були помічені значні опіки листків рослин бур'янів, головним чином зимуючих і ранніх ярих, які являються основними на посівах досліджуваної культури, а саме: грицики звичайні, талабан польовий, суріпиця звичайна та ін. У зв'язку з цим, проводились польові досліді по дослідженню ступеня фітотоксичності супутньо-пластової води і бішофіту проти бур'янів, які зростають в посівах пшениці озимої. Результати досліджень представлені в таблиці 2. Норми витрати природних розсолів та мінералів, при використанні їх як гербіцида, становила: супутньо-пластова вода – 350 л/га, бішофіт – 200 л/га.

За даними таблиці 2 видно, що після обробки посівів в фазу весняного кушіння – початку виходу в трубку, коли рослини пшениці не чутливі до природних розсолів та мінералів, пошкодження листової поверхні бур'янів сягає значних розмірів. Найбільш суттєва загибель листової поверхні спостерігалась після обробки природних розсолів та мінералів 100-75% концентрації.

Таблиця 2

Фітотоксичність природних розсолів та мінералів для бур'янів, які засмічують посіви пшениці озимої (середнє за 2017-2023 рр.)

Назва рослин	Концентрація СПВ, %			Концентрація бішофіту, %			Гербіцид дезормон (2,5 кг/га)
	100	75	50	100	75	50	
Пошкодження листової поверхні, %							
Грицики звичайні	90,8	89,8	53,7	92,2	91,1	75,0	97,8
Талабан польовий	88,9	83,2	38,6	90,3	90,2	65,3	98,0
Суріпиця звичайна	94,2	86,9	40,4	96,2	95,5	61,7	98,5
Осот рожевий	71,5	55,7	30,5	65,6	64,9	56,2	96,9

Аналізуючи дані таблиці 3 видно, що на контролі кількість бур'янів більша аніж після обробки різними концентраціями супутньо-пластовою водою та бішофітом. Найбільше зменшення біомаси рослин бур'янів спостерігалось 88,6% на ділянках, оброблених 100%-ою концентрацією бішофіту та 85,5% при використанні 100%-ої концентрації СПВ.

Таблиця 3

Забур'яненість посівів озимої пшениці після обробки супутньо-пластовою водою та бішофітом (середнє за 2017-2023 рр.)

<i>Варіанти дослідів</i>	<i>Біомаса бур'янів, г</i>		<i>Зниження сухої біомаси, %</i>
	<i>сиря маса</i>	<i>повітряно-суха маса</i>	
Контроль (без обробки)	49,2	8,3	-
СПВ 100% концентрації	9,6	1,1	85,5
СПВ 75% концентрації	11,9	1,9	84,1
СПВ 50% концентрації	13,2	2,1	84,1
Бішофіт 100% концентрація	9,8	1,1	88,8
Бішофіт 75% концентрація	10,2	1,5	85,3
Бішофіт 50% концентрація	11,8	1,8	84,7
НІР 0,05	0,25	0,6	

Зменшення кількості бур'янів на посівах призводить до підвищення конкурентоздатності культурних рослин та покращання умов збирання. Із зменшенням забур'янення посівів спостерігається підвищення урожайності озимої пшениці (табл. 4).

Таблиця 4

Вплив обробки різними концентраціями супутньо-пластовою водою та бішофітом на продуктивність пшениці озимої

<i>Варіанти дослідів</i>	<i>2017</i>	<i>2018</i>	<i>2019</i>	<i>2020</i>	<i>2021</i>	<i>2022</i>	<i>2023</i>	<i>Середнє</i>
1. Контроль (без обробки)	34,4	41,1	39,5	19,8	25,4	36,9	35,4	33,2
2. Гербіцид дезормон, 2,5 кг/га	41,4	47,4	45,7	22,3	32,8	44,2	46,2	40,0
3. СПВ, 100% – концентрації	42,9	47,6	45,3	24,2	32,9	45,6	44,8	40,5
4. СПВ, 75% – концентрації	41,9	46,9	44,9	24,0	31,5	44,2	42,7	39,4
5. СПВ, 50% – концентрації	37,0	41,0	41,5	21,9	27,4	42,9	37,8	35,6
6. Бішофіт, 100% – концентрації	41,5	48,1	44,5	20,1	25,7	34,6	39,2	36,2
7. Бішофіт, 75% – концентрації	42,2	49,5	46,2	21,5	26,4	40,2	45,2	38,7
8. Бішофіт 50% – концентрації	38,9	41,4	42,6	20,3	22,4	38,1	40,2	34,8
НІР 0,05	1,3	2,3	1,9	1,8	1,8	1,5	2,0	-

З представлених даних таблиці 4 видно, що в середньому за сім років урожай пшениці озимої склав: на контролі – 33,2 ц/га, після обробки її гербіцидом дезормон (2,5 кг/га) – 40,0 ц/га, що на 6,8 ц/га більше, ніж на контролі. Урожайність після обробки СПВ (100% концентрації) склала 40,5 ц/га що на 7,3 ц/га більше контролю. Найбільша прибавка урожаю при використанні бішофіту спостерігалася при обприскуванні посівів 75%-ю концентрацією (38,7 ц/га, що на 5,5 ц/га більше контролю та на 1,8 ц/га менше ніж при використанні СПВ 100%-ої концентрації). Використання бішофіту 100%-ої концентрації призводило як до загибелі бур'янів так і до деякого пригнічення культурних рослин, що в свою чергу не могло не позначитися на урожайності (36,2 ц/га, що на 3,0 ц/га більше ніж на контролі).

Механізм підвищення урожайності пшениці озимої визначено після проведення аналізів структури урожаю (таблиця 5).

Аналізуючи дані представлені в таблиці 5, можна зробити висновок, що після обробки пшениці озимої СПВ 100%-ої концентрації збільшилися довжина колоса (6,9 на контролі до 8 см після обробки), число зерен в колосі (з 21,6 шт. на контролі до 29,3 шт. після обробки), маса з одного колоса (з 0,9 г на контролі до 1,4 г після обробки) і як наслідок, зросла маса 1000 зерен до 49,6 г проти контролю 41,9 г. При використанні бішофіту 75% концентрації довжина колосу склала 7,5 см, (на 0,6 см більше ніж на контролі), число зерен у колосі 27,4 шт. (проти 21,6 шт. на контролі) та маса 1000 насінин 47,8 г (проти 41,6 г на контролі та 49,6 г при використанні СПВ 100% концентрації).

Таблиця 5

Структура урожаю пшениці озимої, обробленої супутньо-пластовою водою та бішофітом різних концентрацій

<i>Варіанти дослідів</i>	<i>Показники структури урожаю</i>				
	<i>висота рослин, см</i>	<i>довжина колоса, см</i>	<i>число зерен в колосі, штук</i>	<i>маса зерна в одному колосі, г</i>	<i>маса 1000 зерен, г</i>
1. Контроль (без обробки)	59,9	6,9	21,6	0,9	41,6
2. СПВ 100% концентрації	68,9	8,0	29,3	1,4	49,6
3. СПВ 75% концентрації	69,8	7,6	26,0	1,2	46,0
4. СПВ 50% концентрації	64,9	7,2	25,0	1,1	44,8
5. Бішофіт 100% концентрації	60,2	7,0	24,9	1,1	44,6
6. Бішофіт 75% концентрації	69,9	7,5	27,4	1,3	47,8
7. Бішофіт 50% концентрації	62,7	7,1	24,5	1,1	43,9
<i>НІР 0,05</i>	-	-	0,5	-	0,9

Висновки і пропозиції. Проведеними нами дослідженнями встановлено, що озима пшениця в фазу кушення – початку виходу в трубку не чутлива до обробки новими екологічно-безпечними речовинами – супутньо-пластовою водою та бішофітом. Разом з цим, помічені значні опіки листків рослин бур'янів, які являються основними видами на посівах пшениці озимої (грицики звичайні, талабан польовий, суріпиця звичайна та ін.). В зв'язку з цим нами на протязі багатьох років проводились польові досліді по дослідженню ступеня фітотоксичності супутньо-пластової води і бішофіту проти бур'янів, які зростають в посівах пшениці озимої.

Нами встановлено, що найбільше зменшення біомаси рослин бур'янів 88,6% спостерігалось на ділянках, оброблених 100%-ою концентрацією бішофіту та 85,5% при використанні 100%-ої концентрації СПВ. Зменшення кількості бур'янів

на посівах призводить до підвищення конкурентоздатності культурних рослин та покращання умов збирання. Із зменшенням забур'яненості посівів спостерігається підвищення урожайності пшениці озимої.

В середньому за роки досліджень урожай пшениці озимої склав: на контролі – 33,2 ц/га, після обробки її гербіцидом дезормон (2,5 кг/га) – 40,0 ц/га, що на 6,8 ц/га більше, ніж на контролі. Урожайність після обробки СПВ (100% концентрації) склала 40,5 ц/га, що на 7,3 ц/га більше контролю. Найбільший приріст урожаю при використанні бішофіту спостерігався при обприскуванні посівів 75%-ю концентрацією (38,7 ц/га, що на 5,5 ц/га більше контролю та на 1,8 ц/га менше, ніж при використанні СПВ 100%-ої концентрації).

Підвищення врожаю пшениці озимої відбувається як за рахунок ефективного контролю забур'янення так і оптимізації живлення рослин за рахунок мікроелементів. В цьому плані супутньо-пластова вода вигідно відрізняється від бішофіту не лише великим різноманіттям мікроелементів, а і присутністю органічних речовин та фітогормонів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Третяк А.М., Будзяк О.С., Третяк В.М. Екологія землекористування: навч. посіб. Київ: Інститут екологічного управління та збалансованого природокористування, 2017. 178 с.
2. Будзяк В.М. Будзяк О.С. Екологізація землекористування. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2012. № 4. С. 34–37.
3. Дедов О.О., Дедов О.В. Проблеми поліпшення екологічного стану сільськогосподарських ландшафтів Поділля та шляхи їх вирішення. *Наукові записки Вінницького педуніверситету*. Сер. Географія. 2011. № 22. С. 27–32.
4. Писаренко В. М., Писаренко П. В., Писаренко В. В. Агроекологія: навч. посіб. Полтава, 2008. 256 с.
5. Дмитренко В.Л., Махортов Ю.А. Оптимизация структуры агроландшафтов. *Земледелие*. 1998. № 3. С. 18–19.
6. Фесенко А.М., Солошенко О.В., Гаврилович Н.Ю. Агроекологія: навч. посіб. Харків: ХНТУСГ, 2013. 291 с.
7. Корніцька О.І. Органічне виробництво: основні напрями наукового забезпечення. *Агроекологічний журнал*. 2011. № 3. С. 26–30.
8. Таргоня В.С. Екологізація землеробства: концепція розвитку. *Новини агротехніки*. 2007. № 4. С. 40–41.
9. Писаренко П.В., Самойлік М.С., Диченко О.Ю., Серета М.С., Погосян А.А. Медико-біологічна та токсикологічна оцінка використання біопрепаратів у землеробстві. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Вип. 1 (100), 2021. С. 187–196.
10. Тараріко О.Г., Сиротенко О.В., Ільєнко Т.В. Космічний моніторинг посушливих явищ. *Вісник аграрної науки*. 2012. № 10. С. 16–20.
11. Вороненко В.І. Науковометодичні підходи до оптимізації та ефективного використання земельних ресурсів. *Ефективна економіка*. 2012. № 7. С. 1–5.
12. Саблук П.Т. Економічний механізм АПК у ринковій системі господарювання. *Економіка АПК*. 2007. № 2. С. 3–10.
13. Ходаківська О.В. Екологізація сільськогосподарських земель: сучасний вимір та перспективи розвитку. *Економіка АПК*. 2011. № 10. С. 23–30.
14. Тарасова В.В. Екологічність агровиробництва в Україні. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. 2011. Т. 1. № 1 (28). С. 189–196.

15. Антонєць С.С., Антонєць А.С., Писаренко В.М. Органічне землеробство: з досвіду ПП «Агроєкологія» Шишацького району Полтавської області: практ. рекомендації. Полтава, 2010. С. 195–196.
16. Тараріко Ю.А., Бердніков О.М. Формування біоенергетичних агроєкосистем в зоні Полісся України: науково-технічне забезпечення аграрного виробництва. Київ, 2012. 46 с.
17. Тараріко Ю.О. Формирование стахих агроєкосистем: теорія і практика. Київ: Аграрна наука, 2005. 508 с.
18. Pysarenko P., Samojlik M., Galytska M., Tsova Y., Kalinichenko A. Ecotoxicological assessment of mineralized stratum water as an environmentally friendly substitute for agrochemicals. *Agronomy Research*. 2022 Vol. 20. № 4. P. 785–792. doi.org/10.15159/AR.22.045
19. Цьова Ю.А. Вплив пробіотиків та супутньо-пластової води на посівні якості пшениці озимої та ячменя. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 127. С. 114–121.
20. Писаренко П.В., Самойлік М.С., Диченко О.Ю., Цьова Ю.А. Використання суміші СПВ та пробіотичних препаратів як основного добрива на посівах сільськогосподарських культур. *Journal of Innovations and Sustainability*. 2022. Vol. 6, No. 3. P. 252–261.
21. Писаренко В.М., Писаренко П.В., Горб О.О. Формування родючості ґрунту в умовах органічного землеробства. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 3. С. 85–91.
22. Доспєхов Б.А. Методика польового досвіду (з основами статистичної обробки результатів досліджень). М.: Колос, 1973. 336 с.

УДК 504.05.631

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.2.33>

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОЇ СТАБІЛЬНОСТІ ТЕРИТОРІЇ ТА РІВНЯ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ЗЕМЕЛЬНІ РЕСУРСИ БЕРЕЗНІВСЬКОЇ МІСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ

Прищепа А.М. – д.с.-г.н., професор,
директор,

Навчально-науковий інститут агроекології та землеустрою
Національного університету водного господарства та природокористування

Ковальчук Н.С. – к.с.-г.н., доцент,

доцент кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища
та лісового господарства,

Національний університет водного господарства та природокористування

Щур О.В. – аспірант кафедри екології, технології захисту навколишнього
середовища та лісового господарства,

Національний університет водного господарства та природокористування

Стаття присвячена оцінці екологічної стабільності території та рівня антропогенного навантаження на земельні ресурси Березнівської міської територіальної громади. Визначено нерівномірне демографічне навантаження на території МТГ. Проведена типізація населених пунктів, виявила, що більше 45% населення проживає в населених пунктах з чисельністю менше 1000 осіб. Визначено, що в громаді є 5 населених пунктів із чисельністю населення менше 100 осіб.

Аналіз земельних ресурсів показав, що 56% площі займають землі лісогосподарського призначення, а 39% – сільськогосподарські землі. Оцінка екологічної рівноваги проводилась за показником Р, який визначає співвідношення площі ріллі до загальної площі ріллі, лісів, луків, пасовищ, чагарників та водойм. Встановлено, що він дорівнює 32, і свідчить про добрий стан агроландшафтів. Для визначення питомої ваги екологічно стабільних угідь (ЕСУ) було обчислено відношення площі лісів, луків, пасовищ, чагарників, боліт і водойм до загальної площі угідь, і показник ЕСУ дорівнює 76, що також підтверджує про добрий стан агроландшафтів. Екологічний стан агроландшафтів за співвідношенням угідь оцінено в 2 бали, що відповідає I-му екотипу, характеризуючи його як досить стійкий. Проведена оцінка екологічної стабільності за коефіцієнтом екологічної стабільності (Кес), та встановлено що він дорівнює 0,73 і вказує на середній рівень екологічної стабільності території, а коефіцієнт антропогенного навантаження (Кан), який розраховувався на основі впливу людської діяльності на екосистему, дорівнює 2,73, свідчаючи про низький рівень антропогенного тиску. Отримані результати вказують на те, що територія має середню екологічну стабільність, а рівень антропогенного навантаження є на допустимому рівні, що дозволяє зберігати екологічний баланс. Однак, для підтримки цього стану на території вести збалансоване лісове господарство.

Ключові слова: екологічна стійкість території, Березнівська МТГ, екологічний стан агроландшафтів, антропогенне навантаження.

Pryshchepa A.M., Kovalchuk N.S., Shchur O.V. Evaluation of environmental stability of the territory and the level of anthropogenic load on land resources of the berezne city territorial community

The article focuses on the assessment of the environmental stability of the territory and the level of anthropogenic load on the land resources of the Berezne City Territorial Community. The study identifies uneven demographic pressure across the community's territory. Typification of settlements revealed that over 45% of the population resides in settlements with fewer than 1,000 inhabitants, and five settlements have populations of less than 100.

An analysis of land resources showed that 56% of the area is allocated to forest lands, while agricultural lands occupy 39%. The assessment of ecological balance was conducted using the P indicator, which measures the ratio of arable land to the total area of arable land, forests, meadows, pastures, shrubs, and water bodies. The calculated P value was 32, indicating a good condition of agro-landscapes.

To determine the proportion of ecologically stable lands (ESL), the ratio of forest, meadow, pasture, shrub, wetland, and water body areas to the total land area was calculated. This resulted in an ESL value of 76, further confirming the good condition of agro-landscapes. Based on land-use ratios, the ecological condition of agro-landscapes was scored at 2 points, corresponding to the first eco-type, which characterizes the territory as relatively stable.

The environmental stability coefficient (ESC) was used to evaluate ecological stability, yielding a value of 0.73, indicating a moderate level of environmental stability. The anthropogenic load coefficient (ALC), calculated based on human activity's impact on the ecosystem, was 2.73, reflecting a low level of anthropogenic pressure.

The results indicate that the territory demonstrates moderate ecological stability and an acceptable level of anthropogenic load, allowing for the preservation of ecological balance. However, balanced forest management should be implemented within the territory to maintain this condition.

Key words: *environmental stability of the territory, Berezne City Territorial Community, ecological condition of agro-landscapes, anthropogenic load.*

Постановка проблеми. Інтеграція екологічних аспектів у стратегії сталого розвитку малих міст та їх територіальних громад є надзвичайно важливим питанням, оскільки вони визначають взаємозв'язок між розвитком людських поселень, промисловості, сільського господарства і збереженням навколишнього середовища [1]. Без урахування цих аспектів можна сприяти виснаженню природних ресурсів, забрудненню навколишнього середовища, а також зниженню якості життя.

Для забезпечення сталого розвитку малих міст та їх територіальних громад важливо регулярно проводити оцінку екологічної стабільності. Це дозволяє зрозуміти, які зміни в навколишньому середовищі, спричинені людською діяльністю, можуть вплинути на довгострокову життєздатність екосистем та життєдіяльність місцевих громад. Такий підхід сприяє створенню більш збалансованих і адаптованих до змін умов для майбутнього розвитку територій. Оцінка екологічної стабільності та рівня впливу людської діяльності на земельні ресурси є надзвичайно важливою не тільки для великих міських територій, а й для сільських населених пунктів. В умовах інтеграції міських і сільських територій в єдину громаду, такі оцінки дозволяють більш точно враховувати специфіку кожної з цих частин території. Міста, з їхньою концентрацією населення та промислових об'єктів, потребують особливої уваги до питань забруднення, використання земель та інфраструктурних навантажень. Сільські населені пункти, в свою чергу, можуть бути більш вразливими до змін природного середовища, таких як деградація ґрунтів чи втрата біорізноманіття. Комплексний підхід до оцінки екологічної стабільності на всіх рівнях громади допомагає оптимізувати використання природних ресурсів та зберегти екологічну рівновагу, сприяючи сталому розвитку як міських, так і сільських територій.

Антропогенне навантаження охоплює всі форми взаємодії людини з природними ресурсами, такі як зміни в землекористуванні, вплив промисловості, транспорту, сільського господарства та інших факторів. Підвищення рівня антропогенного навантаження може спричинити деградацію земель, забруднення водних та атмосферних ресурсів, а також зниження різноманіття видів.

Екологічна стабільність характеризує здатність екосистеми зберігати свою структуру та ефективно функціонувати навіть в умовах зовнішнього тиску. Оцінка

цієї стабільності дозволяє вчасно виявляти негативні зміни та розробляти стратегії для збереження природних ресурсів.

Такі оцінки є необхідними для прийняття ефективних управлінських рішень, що сприяють сталому використанню природних ресурсів та збереженню довкілля на довгострокову перспективу.

Огляд літературних джерел [2–9] показав, що у своїх роботах В.М. Гуцуляк, О.Г. Тараріко, В.В. Лавров, Н.А. Макаренко та О.О. Ракоїд представляли результати інтегральної екологічної оцінки природно-антропогенних ландшафтів, детально аналізуючи вплив людської діяльності на природні ландшафти, визначаючи рівень їх трансформації. Вони також розробили рекомендації щодо поліпшення якості земель та запропонували механізми підвищення ефективності їх використання, а також методи для збереження екологічної рівноваги.

На наш погляд такі підходи можна ефективно застосовувати для малих міст і сільських територій, де часто спостерігаються найбільші екологічні виклики. Це дозволить розробляти заходи щодо збереженню родючості земель, підвищенню їх продуктивності та інтеграції екологічних стандартів у аграрне виробництво, що, у свою чергу, забезпечує сталий розвиток цих територій.

Постановка завдання. Мета дослідження провести оцінку екологічної стабільності території та рівня антропогенного навантаження на земельні ресурси Березнівської міської територіальної громади.

Основні завдання дослідження полягають у наступному: оцінка екологічного стану агроландшафтів шляхом аналізу співвідношення основних типів угідь, визначення рівня екологічної стабільності та антропогенного навантаження на територію; розробка рекомендацій щодо вдосконалення використання земель сільськогосподарського призначення.

Виклад основного матеріалу дослідження. Березнівська міська територіальна громада (МТГ) знаходиться у східній частині Рівненської області і має площу 1,187 тис. км². Березнівська міська територіальна громада сформована навколо малого міста Березне, яке є адміністративним та економічним центром цієї території. Місто об'єднує навколишні сільські населені пункти, що сприяє розвитку як міської, так і сільської інфраструктури. Завдяки такій структурі громада має можливість реалізувати комплексний підхід до розвитку території, враховуючи потреби як урбанізованих, так і сільських територій, що дозволяє ефективно використовувати ресурси та забезпечувати сталий розвиток усіх її складових.

При оцінці екологічної стабільності та розвитку території громади важливо враховувати демографічні показники, оскільки вони мають безпосередній вплив на структуру земельного фонду, використання природних ресурсів і навантаження на екосистему. Зміни в чисельності населення, міграційні процеси, вікова структура та рівень урбанізації можуть суттєво впливати на рівень антропогенного навантаження. Наприклад, зростання чисельності населення в місті може призвести до збільшення потреб у житлових, промислових та комунальних землях, що, в свою чергу, може викликати зміни в екологічному стані території. Водночас, якщо сільські населені пункти зазнають скорочення населення, це може призвести до зменшення оброблюваних земель, але й збільшення площ відпочинку, лісових та інших природних територій. Таким чином, демографічні показники допомагають прогнозувати майбутні зміни в навантаженні на природні ресурси та коригувати стратегії сталого розвитку громади.

Типізація сільських населених пунктів Березнівської МТГ представлено у табл. 1, рис. 1.

Таблиця 1

Типізація СНП агросфери ЗВУ за кількістю мешканців

Кількість жителів, осіб	% від загальної кількості населення	Демографічна ситуація
Великі поселення		
Понад 5 000 м. Березне	25,9	Задовільна та середня
3001–5000 с. Городище	7,7	
2001–3000 с. Бистричі, с. Зірне, с. Моквин, с. Вітковичі	19	
1001–2000	33	
501–1000	9,5	
Середні		
200–500	3,3	Задовільна
Малі		
менше 200	1,6	погана

Встановлено, що на території громади крім малого міста Березне, котре має населення 13126 осіб є с. Городище з чисельністю населення 3916 осіб. с. Бистричі, с. Зірне, с. Моквин, с. Вітковичі мають чисельність населення відповідно 2747, 2546, 2397, 2068 осіб. Визначено, що є 5 населених пунктів із чисельністю населення менше 100 осіб. Нами проаналізована структура земельних ресурсів громади (рис. 1) та встановлено, що до 56% площі становлять землі лісогосподарського призначення, а сільськогосподарські землі – 39%.

Екологічний стан сільськогосподарських ландшафтів оцінювали за ступенем порушення рівноваги (Р) у співвідношенні основних типів угідь, зокрема за відношенням площі ріллі до загальної площі ріллі, лісів, луків, пасовищ, чагарників та водойм. Встановлено, що показник Р дорівнює 32, що відповідає діапазону 20–36, що свідчить про добрий стан агроландшафтів.

Для визначення питомої ваги екологічно стабільних угідь (ЕСУ) було обчислено відношення суми площ лісів, луків, пасовищ, чагарників, боліт і водойм до загальної площі угідь. Показник ЕСУ дорівнює 76, що знаходиться в діапазоні 60–80 і свідчить про добрий стан агроландшафтів.

Екологічний стан агроландшафтів за співвідношенням угідь оцінено в 2 бали, що відповідає I-му, досить стійкому екотипу.

Розрахунок коефіцієнтів екологічної стабільності (K_{ec}) територій та антропогенного навантаження (K_{an}) проводили за методикою О.О. Ракоїд. Чим вищий Кес, тим стабільніша екосистема, оскільки вона здатна краще витримувати зміни і негативний вплив, зберігаючи свою функціональність і біорізноманіття. Високий Кес може свідчити про наявність значної кількості природних або екологічно стабільних територій, таких як ліси чи водойми, що знижує антропогенне навантаження на територію. Коефіцієнт антропогенного навантаження (K_{an}) – це показник, що відображає ступінь впливу людської діяльності на екосистему та навколишнє середовище. Він дозволяє оцінити рівень зміни природних умов внаслідок антропогенної діяльності, наприклад, сільського господарства, індустріалізації, урбанізації тощо.

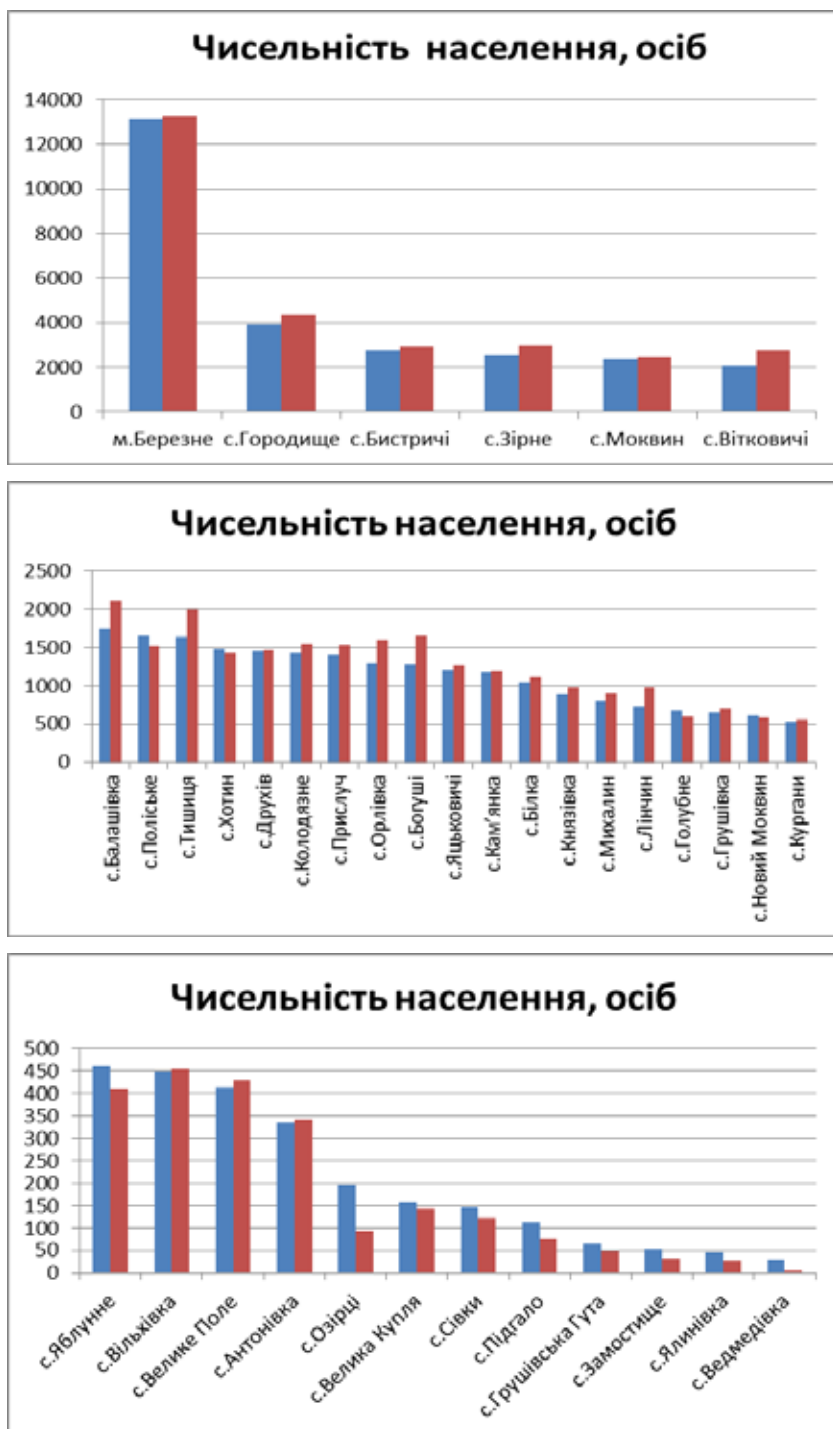


Рис. 1. Чисельність населення

■ – постійне; ■ – наявне



Рис. 2. Структура земельних ресурсів Березнівської МТГ

Екологічну стабільність території визначали за коефіцієнтом стабільності Кес, який обчислюється як відношення суми добутків площ угідь і-го виду на коефіцієнт екологічної стабільності цього виду до загальної площі угідь. Показник Кес дорівнює 0,73, що вказує на середній рівень екологічної стабільності території та середній рівень антропогенне навантаження. Значення Кес склало 0,73, що характеризує екологічна стабільність території – середньо стабільна, рівень антропогенного навантаження – середній

Антропогенний тиск на довкілля визначали за коефіцієнтом антропогенного навантаження (Кан), який розраховувався як відношення суми добутків площ угідь з певним рівнем антропогенного навантаження на оціночні бали відповідних угідь до загальної площі угідь. Значення Кан склало 2,73. Територія екологічно стабільна, рівень антропогенного навантаження – низький.

Коефіцієнти екологічної стабільності (Кес) та антропогенного навантаження (Кан) відображають різні аспекти екологічного стану агроландшафтів, що дозволяє оцінити як загальний рівень стабільності території, так і ступінь впливу людської діяльності на навколишнє середовище.

Узагальнені результати оцінки екологічного стану агроландшафтів представлено у табл. 2.

Коефіцієнт екологічної стабільності (Кес) вказує на здатність території підтримувати свій екологічний баланс в умовах природних та антропогенних змін та свідчить про те, що екосистема на цій території здатна витримувати деякі зміни, але потребує уваги для забезпечення її довгострокової стійкості. Такий рівень стабільності зумовлений як природними факторами, так і рівнем розвитку в основному лісового господарства та інших видів діяльності, що можуть впливати на екосистеми. Коефіцієнт антропогенного навантаження (Кан), свідчить про середній рівень антропогенного тиску на довкілля та вказує на певний ступінь втручання людини у природні процеси, але не на настільки високий рівень, щоб це призвело до суттєвих негативних наслідків для екосистеми. Отже, різні значення цих

коефіцієнтів показують, що, хоча територія має середню екологічну стабільність (К_{ес}), рівень антропогенного навантаження є прийнятним (К_{ан}), і це дозволяє підтримувати добрий стан агроландшафтів без значних екологічних ризиків.

Таблиця 2

Оцінка екологічного стану агроландшафтів за комплексом показників

Екологічний стан агроландшафтів					
Оцінка екологічного стану агроландшафтів за співвідношенням угідь					
показники	Р	ЕСУ	Стан агроландшафтів	Оцінка, бал	Екотип території
Нормативне	20–36	64–80	Добрий	2	I
Фактичне	32	76	Добрий	2	I

Оцінка екологічного стану території за показниками К _{ес} і К _{ан}				
Показники	Коефіцієнт екологічної стабільності К _{ес}	Коефіцієнт антропогенного навантаження К _{ан}	Екологічна стабільність території	Рівень антропогенного навантаження
Нормативне	0,51–0,66	2,1–3,0	Середньо стабільна	Середній
Фактичне		2,73	Середньо стабільна	Середній
Нормативне	≥0,67	1,0–2,0	Екологічно стабільна	Низький
Фактичне	0,73		Екологічно стабільна	Низький

Висновки і пропозиції. Таким чином, отримані результати підтверджують, що територія характеризується середньо стабільним екологічним станом з низьким антропогенним тиском, що дозволяє підтримувати її природні ресурси та сприяє подальшому сталому розвитку агроландшафтів. Це створює умови для підтримки існуючого екологічного балансу та подальшого розвитку агроландшафтів. Для збереження і покращення існуючих природних ресурсів потрібно звертати увагу на лісгосподарський комплекс МТГ та вчасно проводити лісопоновлювальні роботи. Подальші дослідження повинні зосередитися на диференційованому підході до оцінювання міських та сільських територій Березнівської МТГ, моніторингу змін у рівні антропогенного навантаження, вивченні впливу змін клімату та розробці рекомендацій щодо сталого використання земельних ресурсів для забезпечення екологічної стабільності в майбутньому.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Garkavyi V. Theoretical basis of the development of a strategy for sustainable development of agriculture. *International Science Journal of Management, Economics & Finance*, 2023. 2(4). С. 56–64. <https://doi.org/10.46299/j.isjmef.20230204.07>
2. Гуцуляк В. М., Максименко Н. В., Дудар Т. В. Ландшафтна екологія : підручник. Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2015. 284 с.
3. Тараріко О.Г., Ільєнко Т.В., Кучма Т.Л. Шляхи досягнення нейтрального рівня ерозійної деградації ґрунтів в агроландшафтах України. *Моніторинг та*

індикатори нейтрального рівня деградації земель в Україні : Збірник статей / під ред. Л.Д. Проценка. Простір-М, 2018, с. 55–67.

4. Тараріко О. Г., Сиротенко О. В., Ільєнко Т. В., Кучма Т. Л. Формування збалансованих агроландшафтів на принципах ґрунтозахисної контурно-меліоративної системи землекористування. *Землеробство*. 2015. № 1 С. 13–18.

5. Тараріко О.Г., Ільєнко Т.В. Прогнозування впливу погодних умов на урожай зернових. *Землеробство*. 2015. № 2. С. 66–72.

6. Екологічні проблеми землеробства / І. Д. Примаєв, Ю. П. Манько та ін. Київ : Центр учбової літератури, 2010. 456 с.

7. Пасічник Н. А., Тараріко О. Г., Ясінська Н. О., Опришко О. О. Міське сільське господарство – як складова концепції енергоефективної громади. *Агроєкологічний журнал*. 2022. № 1. 58–67.

8. Нетробчук, І. Оцінка антропогенного навантаження та екологічної збалансованості ландшафтів річкової долини верхньої Прип'яті в межах Волинської області. *Науковий вісник Чернівецького університету. Географія*. 2012. 612–613. С. 133–137.

9. Методичні рекомендації з комплексної агроєкологічної оцінки земель сільськогосподарського призначення / За ред. кандидата сільськогосподарських наук. О.О. Ракоїд. Київ : Логол, 2008, 51 с.

10. Методичні рекомендації щодо проведення комплексної агроєкологічної оцінки сільської територіальної громади для підготовки її переходу до сталого розвитку.

УДК 631.527.581.143:633.11

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.2.34>

АНАЛІЗ ЗРАЗКІВ *TRITICUM AESTIVUM* L. ЗА ПОКАЗНИКАМИ СЕЛЕКЦІЙНИХ ІНДЕКСІВ

Чуприна Ю.Ю. – PhD з екології,

доцент кафедри екології та біотехнологій в рослинництві,

Державний біотехнологічний університет

Головань Л.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри екології та біотехнологій в рослинництві,

Державний біотехнологічний університет

Клименко І.В. – к.с.-г.н.,

асистент кафедри екології та біотехнологій в рослинництві,

Державний біотехнологічний університет

Коляда О.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри екології та біотехнологій в рослинництві,

Державний біотехнологічний університет

Чуприна Є.В. – студент III курсу факультету біотехнологій,

Державний біотехнологічний університет

У статті представлено результати багаторічних досліджень із оцінки зразків пшениці м'якої ярої за допомогою селекційних індексів, які дозволяють комплексно враховувати агрономічні, фізіологічні та якісні показники. Основну увагу приділено вивченню урожайності, якості зерна (вміст білка, клейковини) та стійкості до абіотичних стресів (посуха, високі температури). Застосування селекційних індексів забезпечує системний підхід до вибору зразків із найвищим адаптивним потенціалом, що є надзвичайно важливим в умовах зміни клімату та зростання вимог до якісних характеристик продукції.

Дослідження проводилися у зоні Лісостепу України, яка є однією з основних для вирощування пшениці м'якої ярої. Польові випробування включали 12 зразків, які проходили оцінку за трьома ключовими індексами: індекс урожайності, індекс якості зерна та індекс стійкості до стресів. Методика розрахунку індексів базувалася на вагових коефіцієнтах, які відображають значущість кожного показника для загальної ефективності зразку.

За результатами досліджень виділено найбільш продуктивні зразки, що забезпечують стабільний урожай навіть за несприятливих погодних умов. Зокрема, зразок А показав високі показники урожайності (5,8 т/га) та якісних характеристик (вміст білка – 14,5%, клейковини – 30%), тоді як зразок С проявив максимальну стійкість до посухи та високих температур (індекс стійкості – 0,85).

Практичне значення роботи полягає у впровадженні селекційних індексів у методологію агрономічної оцінки сортів, що дозволяє покращити точність селекції та прискорити процес виведення нових сортів. Отримані результати можуть бути використані як основа для прийняття рішень у сільськогосподарській практиці та при розробці нових сортів, здатних адаптуватися до умов змінного клімату.

Таким чином, проведена оцінка сортів пшениці м'якої ярої підтвердила ефективність використання селекційних індексів як інструменту для виділення високопродуктивних і адаптивних сортів, які відповідають сучасним вимогам аграрного сектору.

Ключові слова: пшениця яра, індекс, зразок, цінність, оцінка, адаптація.

Chupryna Yu. Yu., Holovan L. V., Klymenko I. V., Koliada O. V., Chupryna Ye. V. Analysis of *Triticum aestivum* L. samples by breeding indices

The article presents the results of many years of research on the evaluation of soft spring wheat varieties using breeding indices, which allow for a comprehensive consideration of agronomic, physiological and quality indicators. The main attention is paid to the study of yield, grain quality (protein, gluten content) and resistance to abiotic stresses (drought, high temperatures). The use

of breeding indices provides a systematic approach to the selection of varieties with the highest adaptive potential, which is extremely important in the context of climate change and increasing requirements for product quality characteristics.

The research was conducted in the Forest-Steppe zone of Ukraine, which is one of the main ones for growing soft spring wheat. Field trials included 12 varieties that were evaluated according to three key indices: yield index, grain quality index and stress resistance index. The methodology for calculating the indices was based on weight coefficients that reflect the significance of each indicator for the overall efficiency of the variety.

According to the results of the research, the most productive varieties were identified, ensuring a stable harvest even under adverse weather conditions. In particular, variety A showed high yield (5.8 t/ha) and quality characteristics (protein content – 14.5%, gluten – 30%), while variety C showed maximum resistance to drought and high temperatures (resistance index – 0.85).

The practical significance of the work lies in the introduction of breeding indices into the methodology of agronomic evaluation of varieties, which allows improving the accuracy of selection and accelerating the process of breeding new varieties. The results obtained can be used as a basis for decision-making in agricultural practice and in the development of new varieties capable of adapting to changing climate conditions.

Thus, the assessment of soft spring wheat varieties confirmed the effectiveness of using breeding indices as a tool for selecting highly productive and adaptive varieties that meet the modern requirements of the agricultural sector.

Key words: *spring wheat, index, sample, value, assessment, adaptation.*

Постановка проблеми. Пшениця м'яка яра є однією з найважливіших зернових культур, яка відіграє ключову роль у забезпеченні продовольчої безпеки багатьох країн, зокрема України. Її висока пластичність і адаптивні властивості дозволяють вирощувати культуру в різних кліматичних зонах, проте на фоні глобальних змін клімату виникає низка викликів для сучасного сільського господарства. Зокрема, спостерігається збільшення тривалості посушливих періодів, підвищення температурного режиму та часті прояви екстремальних погодних явищ. Це вимагає впровадження нових підходів до селекції зразків, які забезпечать їхню стабільну продуктивність і якість зерна за умов змінного клімату.

У сучасній селекції одним із найбільш ефективних підходів є застосування селекційних індексів, які дозволяють комплексно оцінювати зразки за кількома ключовими показниками одночасно. Такий підхід дозволяє зменшити суб'єктивність оцінки, забезпечити точний добір найбільш перспективних зразків і сприяти впровадженню у виробництво високопродуктивних і адаптивних зразків. Зокрема, селекційні індекси враховують урожайність, якість зерна, стійкість до абіотичних стресів (посуха, високі температури, посилення солонцевості ґрунтів) та інші характеристики, що мають вирішальне значення для аграрного сектору.

Розвиток методів оцінки зразків пшениці за допомогою індексного аналізу в Україні є актуальним завданням, оскільки забезпечення продовольчої безпеки та конкурентоспроможності вітчизняного зерна на світовому ринку залежить від виведення зразків із підвищеною адаптивністю та продуктивністю. До того ж, враховуючи потреби сучасного ринку, що вимагає не лише високої врожайності, але й стабільних якісних показників, індексний аналіз стає невід'ємним інструментом для селекціонерів.

Мета даного дослідження полягає у проведенні комплексної оцінки зразків пшениці м'якої ярої за селекційними індексами, що дозволить виявити найбільш перспективні зразки для їх подальшого впровадження у виробничу практику. Завданнями дослідження є визначення продуктивності, якості зерна та адаптивного потенціалу зразків, а також оцінка їхньої стійкості до стресових умов.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В останні роки значна увага приділяється дослідженню впливу селекційних індексів на підвищення продуктивності й адаптивності сортів м'якої ярої пшениці. У наукових роботах дослідники зосереджуються на ключових аспектах адаптації рослин до змін клімату [1, с. 35]. У публікаціях наголошується на важливості вибору сортів, стійких до посухи, високих температур та інших екстремальних умов. Роботи багатьох авторів, зокрема у вітчизняних виданнях, висвітлюють селекцію посухостійких сортів із використанням таких індексів, як відношення ефективного використання води та коефіцієнт транспірації [2, с. 45–47]. Вивчення впливу патогенів, таких як фузаріоз, іржа та септоріоз, залишається актуальним. Дослідження демонструють застосування селекційних індексів для відбору стійких сортів із високою імунною відповіддю [3, с. 124]. Сучасні дослідження інтегрують генетичний аналіз і біотехнологічні підходи, такі як геномне редагування та маркерно-асоційована селекція, що значно підвищує ефективність створення нових сортів. У публікаціях окремо розглядаються результати вирощування сортів у різних агрокліматичних умовах, що дозволяє виявляти найпродуктивніші сорти для конкретних зон [4, с. 45–51].

Сучасна наукова література демонструє широкий спектр підходів до оцінки сортів м'якої ярої пшениці. Особливий акцент робиться на інтеграції традиційних методів селекції з новітніми технологіями, що дозволяє не лише підвищити врожайність і якість зерна, але й забезпечити стійкість до змінних умов середовища.

Формулювання цілей статті. Дослідити досягнення в селекції сортів, спрямовані на підвищення врожайності, якості зерна та стійкості до стресових факторів. Визначити найбільш інформативні селекційні індекси для характеристики продуктивності, якості зерна, стійкості до хвороб і несприятливих умов [10, с. 12–15].

Полеві дослідження проводили у 2020–2023 рр. на ННВЦ «Дослідне поле Докучаєвське» Державного біотехнологічного університету. Дослідне поле розташоване у північно-східній частині Харківської області.

В якості вихідного матеріалу використовували 12 зразків *Triticum aestivum* та *Triticum durum*; малопоширені: *monococcum*, *aethiopicum*, *spelta*, які є перспективними для вирощування в умовах Лісостепу України. Вихідний матеріал був отриманий з Національного центру генетичних ресурсів рослин України (НЦГРРУ) який володіє рядом господарсько-цінних ознак. Зразки інтродуковані з різних еколого-географічних районів, які відрізнялися за такими показниками, як потенціал урожайності, адаптивні властивості та якість зерна (табл. 1, 2).

Таблиця 1
Характеристика досліджуваних зразків *Triticum aestivum* та *Triticum durum*

№ п/п	Номер національного каталогу	Номер реєстрації установи	Назва зразка	Різновид	Країна походження
1	UA 0100098	IR 08517S	<i>Sunnan</i>	<i>var. lutescens</i>	SWE
2	UA 0105661	IR 12049S	CIGM.250-	<i>var. erythrospermum</i>	MEX
3	UA0201431	IR 14943S	Нурли	<i>var. hordeiforme</i>	KAZ

Таблиця 2

Характеристика досліджуваних зразків роду *Triticum* L.

№ п/п	Номер національного каталогу	Вид	Різновид	Країна походження
4	UA0300104	<i>monococcum</i>	<i>var. vulgare</i>	BGR
5	UA 0300221	<i>monococcum</i>	<i>var. monococcum</i>	AZE
6	UA 0300223	<i>monococcum</i>	<i>var. vulgare</i>	ALB
7	UA 0300254	<i>monococcum</i>	<i>var. monococcum</i>	ARM
8	UA 0300282	<i>monococcum</i>	<i>var. monococcum</i>	HUN
9	UA 0300310	<i>monococcum</i>	<i>var. hohensteinii</i>	GEO
10	UA 0300311	<i>monococcum</i>	<i>var. nigricultum</i>	SYR
11	IU070589	<i>aethiopicum</i>	<i>var. nigriviolaceum</i>	ERI
12	UA0300238	<i>spelta</i>	<i>var. subbaktiaricum</i>	UZB

Примітка: * SWE – Швеція; KAZ – Казахстан; MEX – Мексика; BGR – Болгарія; AZE – Азейбарджан; ALB – Албанія; ARM – Вірменія; HUN – Угорщина; GEO – Грузія; SYR – Сирійська Арабська Республіка; UZB – Узбекистан; ERI – Еритрея.

Методи проведення досліджень. Випробування проводилися в чотирьох повторностях за рандомізованим блоковим методом. Площа облікової ділянки становила 10 м². Догляд за посівами здійснювався відповідно до загальноприйнятих технологій вирощування пшениці в регіоні. Урожайність: визначали після збирання врожаю шляхом перерахунку маси зерна на стандартну вологість (14%). Маса 1000 зерен: вимірювали за допомогою електронних ваг після відбору середньозваженої проби зерна. Якість зерна: аналізували за такими параметрами, як вміст білка (за методом К'ельдаля) та кількість і якість клейковини (метод механічного замішування).

Вивчення стійкості до стресів: Стійкість до посухи оцінювали шляхом порівняння показників урожайності у сприятливих і стресових умовах. Розрахунок проводився за коефіцієнтом стійкості до посухи (K_{sp}), який визначали за формулою:

$$K_{sp} = \frac{U_{p_{спр}}}{U_{р_{спр}}},$$

де: $U_{p_{спр}}$ – урожайність у стресових умовах,

$U_{р_{спр}}$ – урожайність у сприятливих умовах.

Розрахунок селекційних індексів: Для комплексної оцінки зразків використовували наступні індекси:

Індекс урожайності ($I_{ур}$):

$$I_{ур} = 0,5 \times U_{р} + 0,3 \times M_{1000} + 0,2 \times K_{sp}.$$

Індекс якості зерна ($I_{як}$):

$$I_{як} = 0,6 \times B + 0,4 \times K,$$

Комплексний індекс ($I_{комп}$):

$$I_{комп} = 0,4 \times I_{ур} + 0,4 \times I_{як} + 0,2 \times K_{sp}.$$

Методи статистичної обробки: Дані аналізували за допомогою програми *Statistica 12.0*. Для оцінки достовірності різниць між середніми використовували дисперсійний аналіз (ANOVA). Критерій значущості встановлювали на рівні $p < 0,05$.

Під час дослідження враховували вплив погодних умов на результати випробувань. Крім того, значну увагу приділяли впровадженню сучасних методів аналізу зерна, що підвищило точність визначення якісних показників. Результати, отримані за трирічний період, дозволили сформувати повну картину щодо продуктивності, адаптивності та якості зерна випробуваних зразків, що забезпечило їх об'єктивну оцінку.

У процесі дослідження було отримано детальні дані щодо продуктивності, якості зерна та стійкості зразків пшениці м'якої ярої до абіотичних стресів. Представлені результати дозволяють комплексно оцінити досліджувані зразки на основі селекційних індексів.

Урожайність є ключовим показником для оцінки продуктивності зразків пшениці. У середньому за три роки досліджень урожайність зразків варіювала від 4,3 т/га до 5,2 т/га.

Найвища врожайність: зразок UA 0300221 (5,2 т/га), що зумовлено високим потенціалом продуктивності та адаптивністю до сприятливих умов. Найнижча врожайність була відмічена зразка IU070589 (4,3 т/га), що може бути пов'язано з його низькою стійкістю до посушливих умов у критичні фази розвитку.

Середній показник урожайності по всіх зразках становив 4,7 т/га. Аналіз даних показав, що різниця між зразками є статистично достовірною ($p < 0,05$).

Оцінка якості зерна за такими параметрами, як вміст білка та кількість клейковини, є важливим етапом у дослідженні та селекції пшениці. Ці показники впливають на харчову, технологічну та економічну цінність зерна. Якість зерна оцінювали за такими параметрами, як вміст білка та кількість клейковини.

Вміст білка: У середньому вміст білка по досліджуваних зразках коливався від 12,7% до 14,0%. Зразок UA 0300221 продемонстрував найвищий показник (14,0%), що є важливим для виробництва хлібопекарської продукції. Зразок UA 0300254 також мав високий вміст білка (13,9%), що дозволяє розглядати його як перспективний для регіонів із посушливим кліматом.

Дослідження показали, що кількість сирої клейковини варіювала від 24% (зразок IU070589) до 30% (зразок UA 0300221 та UA 0300254). Висока кількість клейковини у зразків є ознакою високих хлібопекарських якостей табл. 3.

Оцінка стійкості до посухи та високих температур є важливим етапом дослідження, оскільки ці фактори мають значний вплив на продуктивність і якість зернових культур, зокрема пшениці м'якої ярої. Стійкість до посухи та високих температур оцінювали на основі коефіцієнта стійкості до посухи K_{sp} (табл. 4).

Значення K_{sp} близькі до 1.0 свідчать про високу стійкість сорту до посухи. Найвищий коефіцієнт (0.98) у зразка UA 0300311, що свідчить про його мінімальні втрати урожайності у стресових умовах. Зразки UA 0300310 і IU070589 показали найнижчий коефіцієнт стійкості (0.95), що свідчить про їхню чутливість до посухи.

Аналіз показників у різні роки дозволив оцінити стабільність продуктивності зразків:

Кореляційний аналіз показав, що: врожайність має сильну позитивну кореляцію з масою 1000 зерен ($r = 0,82$) та коефіцієнтом стійкості до посухи

($r=0,78$; $r=0,78$; $r=0,78$). Якість зерна (вміст білка і клейковини) лише частково корелює з урожайністю ($r=0,58$; $r=0,58$; $r=0,58$), що вказує на необхідність врахування окремих індексів для якісної оцінки.

Таблиця 3

Вміст білка та кількість клейковини у зерні пшениці ярої

Назва зразка	Вміст білка (%)	Кількість клейковини (%)
UA 0100098	13,5	28
UA 0105661	13,2	27
UA 0201431	13,8	29
UA 0300104	13,0	26
UA 0300221	14,0	30
UA 0300223	13,7	29
UA 0300254	13,9	30
UA 0300282	13,3	27
UA 0300310	12,8	25
UA 0300311	13,4	28
IU070589	12,7	24
UA0300238	13,0	26

Джерело: власна розробка автора

Таблиця 4

Показники врожайності зразків пшениці ярої

Назва зразка	Урожайність у сприятливих умовах (т/га)	Урожайність у стресових умовах (т/га)	Коефіцієнт стійкості до посухи (Ksp)
UA 0100098	5,0	4,8	0,96
UA 0105661	4,7	4,5	0,96
UA 0201431	4,8	4,6	0,96
UA 0300104	4,5	4,3	0,96
UA 0300221	5,2	5,0	0,96
UA 0300223	4,9	4,7	0,96
UA 0300254	5,1	4,9	0,96
UA 0300282	4,6	4,4	0,96
UA 0300310	4,4	4,2	0,95
UA 0300311	4,7	4,6	0,98
IU070589	4,3	4,1	0,95
UA0300238	4,5	4,3	0,96

Джерело: власна розробка автора

Врожайність має сильну позитивну кореляцію з масою 1000 зерен ($r=0,82$; $r=0,82$; $r=0,82$) та коефіцієнтом стійкості до посухи ($r=0,78$; $r=0,78$; $r=0,78$). Вміст білка тісно корелює з кількістю клейковини ($r=0,85$; $r=0,85$; $r=0,85$), але має слабку кореляцію з урожайністю ($r=0,58$; $r=0,58$; $r=0,58$). Коефіцієнт стійкості до посухи

позитивно впливає як на урожайність ($r=0.78$), так і на інші показники, що підтверджує важливість цього параметра для адаптивної селекції. На основі проведених досліджень виділено три зразки: UA 0300221, UA 0300254 і UA 0201431, які мають високий комплексний індекс, стабільну врожайність і високу якість зерна. Ці зразки рекомендовано для подальшого впровадження в аграрну практику, особливо в умовах кліматичних змін (табл. 5).

Таблиця 5

Індекси врожайності, якості зерна та комплексний індекс

№ зразка	Назва зразка	Індекс врожайності (<i>Iур</i>), %	Індекс якості зерна (<i>Iяк</i>), %	Комплексний індекс (<i>Iкомп</i>), %
1	UA 0100098	4,8	0,80	4,3
2	UA 0105661	4,5	0,78	4,2
3	UA 0201431	4,6	0,83	4,5
4	UA 0300104	4,3	0,75	4,0
5	UA 0300221	5,0	0,85	4,7
6	UA 0300223	4,7	0,82	4,4
7	UA 0300254	4,9	0,84	4,6
8	UA 0300282	4,4	0,76	4,1
9	UA 0300310	4,2	0,70	3,9
10	UA 0300311	4,6	0,79	4,3
11	IU070589	4,1	0,72	3,8
12	UA0300238	4,3	0,74	4,0

Джерело: власна розробка автора

Таблиця демонструє значні розбіжності між зразками за селекційними індексами, що дозволяє виділити зразки з найбільшим потенціалом для виробничого впровадження. Найбільш збалансовані за продуктивністю та якістю зразки можуть бути рекомендовані для масштабного вирощування.

Найвищий комплексний індекс (4.7) спостерігається у UA 0300221, що свідчить про його збалансовані характеристики урожайності (5.0) та якості зерна (0.85), зразок UA 0300254 також має високий комплексний індекс (4.6), завдяки високим показникам урожайності (4.9) та якості зерна (0.84). Зразки UA 0100098, UA 0201431, UA 0300223 і UA 0300311 демонструють стабільно високі, але трохи нижчі, ніж у лідерів, значення комплексного індексу (4.3–4.5). Ці зразки мають достатньо високу урожайність і якість зерна, що робить їх перспективними для виробництва. Найнижчий комплексний індекс (3.8) у зразка IU070589, що обумовлено низькими показниками урожайності (4.1) та якості зерна (0.72). Зразок UA 0300310 також має низький комплексний індекс (3.9), що робить його менш придатним для виробничого впровадження. Комплексний індекс варіюється в межах від 3.8 до 4.7, що свідчить про значну варіабельність між зразками. Найбільший внесок у комплексний індекс робить Індекс урожайності (*Iур*), що підтверджується високими значеннями в лідерів. Найперспективніші зразки для використання – зразки UA 0300221, UA 0300254, UA 0201431, UA 0100098, UA 0300223, які мають високі показники за всіма індексами. Зразки UA 0300310, IU070589

і UA0300238 доцільно використовувати в селекційних програмах для покращення окремих характеристик, наприклад, якості зерна або стійкості до стресів.

Висновки. У результаті проведених досліджень встановлено, що оцінка сортів пшениці м'якої ярої за комплексом агрономічних та якісних показників є ефективним підходом для визначення перспективних сортів, які здатні забезпечити стабільну врожайність і високу якість зерна в умовах змінного клімату. Використання селекційних індексів дозволило виділити сорти з високим адаптивним потенціалом, які поєднують продуктивність, технологічну якість зерна та стійкість до стресових факторів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Бондаренко А. О. Селекційні індекси у пшениці: методологія та застосування. Київ: НАН України, 2020. 256 с.
2. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2023 рік / Міністерство аграрної політики та продовольства України. Київ: Мінагрополітики, 2023. 482 с.
3. Іванов П. П. Адаптивні властивості зернових культур. Харків: АгроНаука, 2018. 312 с.
4. Карпова Т. С. Роль білка і клейковини у формуванні хлібопекарської якості зерна пшениці. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 12. С. 45–51.
5. Клименко О. М., Петренко І. В. Генетичні аспекти стійкості пшениці до посухи. *Селекція і насінництво*. 2021. № 3. С. 28–35.
6. Костецька К. В., Чернега А. О. Сортowa продуктивність і якість зерна пшениці м'якої ярої в умовах Правобережного Лісостепу України. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2022. № 1. С. 58–63. DOI: 10.31395/2310-0478-2022-1-58-63.
7. Лозінська Т. П. Адаптивний потенціал сучасного сортименту пшениці м'якої ярої та використання його в селекції: автореф. дис. ...канд. с-г наук: 06.01.05. Харків. 2011. 23 с.
8. Методичні рекомендації з оцінки якості зерна пшениці / За ред. Гончаренка П. М. Київ: Інститут рослинництва, 2020. 124 с.
9. Музафарова В.А., Падалка Е.И., Рябчун В.К. Адаптивність зразків колекції пшениці м'якої ярої до умов північно-східного Лісостепу України. *Генетичні ресурси рослин*. 2015. № 16. С. 42–49.
10. Поліщук О. М. Агрокліматичні чинники вирощування пшениці. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2022. Вип. 97. С. 12–18.
11. Степанюк С. І. Урожайність та якість зерна м'якої ярої пшениці в умовах Лісостепу України. *Агробіологія*. 2020. № 2. С. 33–39.
12. Ткачук В. І., Савчук Л. А. Використання індексного аналізу для оцінки сортів пшениці. *Аграрна наука і практика*. 2021. Т. 10, № 4. С. 59–66.
13. Уліч Л.І., Лисікова В.М., Скиба В.В. Оцінка сортового складу пшениці ярої м'якої (*Triticum aestivum* L.) за продуктивністю та адаптивністю. *Ukrainian Institute for Plant Variety Examination*. Vol. 0, no. 1(9). pp. 37–42. doi.org/10.21498/2518-1017.1(9).2009.66253

ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК

Ананьєва Т.В.....	211	Новіков Д.І.....	136
Баган А.В.	129	Окселенко О.М.	18
Балабак А.В.	195	Опанасюк Д.В.....	11
Балабак О.А.	195	Парашук В.В.....	26
Безвіконний П.В.	38	Писаренко П.В.....	243
Бойко М.О.	178	Піковський М.Й.....	3, 51
Бойко П.М.	187	Поліщук В.О.	31
Бойко Т.О.	187	Прищедько Н.О.	136
Бурковецький О.О.	160	Прищепа А.М.	252
Василенко О.В.	195	Ревтьо О.Я.....	44
Вигера С.М.	221	Рибак О.....	202
Ворошилова Н.В.	211	Різник В.В.	51
Гамаюнова В.В.	83	Рудік О.Л.	68
Герасимчук Л.О.	202	Савчук І.М.....	227
Головань Л.В.....	260	Самойлік М.С.	243
Гусинський Д.В.	243	Семенов С.С.	76
Деревенець-Шевченко К.А.....	136	Сидякіна О.В.	83
Диченко О.Ю.	243	Смаглій В.О.	31
Доценко Л.В.....	211	Солодка Т.М.....	11
Жукова Л.В.	150	Сонько С.П.....	195
Журавель С.В.....	31	Станкевич С.В.	150
Карась О.Г.	211	Тараненко С.В.....	92
Кацевич В.В.	211	Тарасюк В.А.	38
Клименко І.В.....	260	Тирусь М.Л.	103
Ключевич М.М.	221	Ткачук О.П.	109
Коба Р.Г.....	92	Устименко В.І.	57
Коваленко С.І.....	122	Ховзун Р.В.	115
Ковальова С.П.	227	Хорошун І.В.....	122
Ковальчук Н.С.	252	Четверик О.О.	129
Коляда О.В.	260	Чуприна Є.В.	260
Куземський В.М.	109	Чуприна Ю.Ю.....	260
Ластовка В.П.	243	Шакалій С.М.....	129
Лотоцький О.В.....	68	Шевченко О.М.	136
Маленко Я.В.	211	Шевченко С.М.	136
Марініч Л.Г.	129	Шепель А.В.	145
Мирошніченко Д.М.....	3	Шишкін Б.М.	150
Мицик О.О.	136	Шпирна В.Г.....	243
Можарівська І.А.	221	Щур О.В.	252
Мороз О.С.....	11	Ювчик Н.О.....	170
Назаренко М.М.....	18, 122	Яценко Н.В.....	160
Недільська У.І.	237	Яценко Л.А.....	170
Нікітіна О.В.	195		

ЗМІСТ

ЗЕМЛЕРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО, ОВОЧІВНИЦТВО ТА БАШТАННИЦТВО	3
Мирошниченко Д.М., Піковський М.Й. Особливості розвитку борошнісої роси троянд.....	3
Мороз О.С., Солодка Т.М., Опанасюк Д.В. Вплив ресурсоощадних технологій при вирощуванні сільськогосподарських культур на властивості чорнозему типового	11
Окселенко О.М., Назаренко М.М. Спадкова мінливість за дії епімутагену Nonidet P-40 у пшениці озимої.....	18
Парашук В.В. Урожайність суцвіть нагідок лікарських залежно від способів застосування регуляторів росту рослин.....	26
Поліщук В.О., Журавель С.В., Смаглій В.О. Вплив біологічних препаратів та удобрення на формування врожаю картоплі сорту «Гранادا» за альтернативної технології вирощування	31
Потапський Ю.В., Безвіконний П.В., Тарасюк В.А. Декоративна оцінка видів та сортів роду <i>Syringa L.</i>	38
Ревтьо О.Я., Малярчук А.С. Особливості вирощування гороху посівного зернового типу за умов зміни клімату.....	44
Різник В.В., Піковський М.Й. Шкідливість стеблової форми білої гнилі соняшнику.....	51
Романчук Л.Д., Ковальова С.П., Можарівська І.А., Устименко В.І., Буднік І.П. Радіологічний моніторинг лісових екосистем Житомирського Полісся	57
Рудік О.Л., Лотоцький О.В. Перспективи застосування біопрепаратів у технології вирощування льону олійного	68
Семенов С.С. Економіка застосування препаратів для захисту рослин від шкідників	76
Сидякіна О.В., Гамаюнова В.В. Світові тенденції виробництва нуту: досвід регіонів та перспективи України	83
Тараненко С.В., Коба Р.Г. Вплив видів обробітку ґрунту та способів сівби на урожайність сої.....	92
Тирусь М.Л. Урожайність зерна амаранту (<i>Amarantus hypochondriacus</i>) залежно від способу та глибини сівби в умовах Західного Лісостепу України	103
Ткачук О.П., Куземський В.М. Розвиток процесів опустелювання орних земель в Україні	109
Ховзун Р.В. Врожайність та біометричні показники бульб картоплі залежно від застосованих біостимуляторів	115
Хорошун І.В., Назаренко М.М., Коваленко С.І. Вплив нових сполук на базі триазольних груп на показники схожості пшениці озимої.....	122
Шакалій С.М., Баган А.В., Марініч Л.Г., Четверик О.О. Вплив мікродобрив на продуктивність сорту гірчиці білої ослава	129
Шевченко С.М., Мицик О.О., Деревенець-Шевченко К.А., Шевченко О.М., Прищедько Н.О., Новіков Д.І. Оптимізація обробітку чорноземів звичайних для підвищення врожайності соняшника в умовах змін клімату	136

Шепель А.В. Термінологія в землеробстві: чи існує різниця між обробітком землі та ґрунту?	145
Шишкін Б.М., Жукова Л.В., Станкевич С.В. Хвороби качанів кукурудзи.....	150
Яценко Н.В., Бурковецький О.О. Адаптивна мінливість сортів і гібридів дині звичайної (<i>Cucumis melo</i> L.) в Правобережному Лісостепу України	160
Ященко Л.А., Ювчик Н.О. Агрофізичні показники дерново-підзолистого ґрунту за вирощування пшениці озимої у Західному Поліссі	170
ЕКОЛОГІЯ, ІХТІОЛОГІЯ ТА АКВАКУЛЬТУРА	178
Бойко М.О. Екоархітектура як інструмент покращення екологічної ситуації в міських умовах повоєнної України.....	178
Бойко Т.О., Бойко П.М. Озеленення курортних міст півдня України у повоєнному відновленні регіону в контексті сталого розвитку	187
Василенко О.В., Сонько С.П., Балабак О.А., Балабак А.В., Нікітіна О.В. Використання технологій штучного інтелекту для управління екологічною безпекою міст	195
Герасимчук Л.О., Рибак О. Наукометричний аналіз тематики «green roofs»: порівняння Scopus та Web of Science із використанням SWOT- та GAP-аналізу	202
Кацевич В.В., Ананьєва Т.В., Ворошилова Н.В., Доценко Л.В., Карась О.Г., Маленко Я.В. Ризик забруднення меркурієм сільськогосподарської продукції рослинництва в Дніпропетровській області.....	211
Ключевич М.М., Можарівська І.А., Вигера С.М. Поширені хвороби листя спельти в Поліссі України	221
Ковальова С.П., Савчук І.М. Накопичення ¹³⁷ Cs, Pb і Cd у продукції за використання гороху і пелюшки у раціонах бугайців.....	227
Недільська У.І. Екологічні аспекти формування фотосинтетичного апарату рослин	237
Писаренко П.В., Самойлік М.С., Диченко О.Ю., Гусинський Д.В., Ластовка В.П., Шпирна В.Г. Використання супутньо-пластової води та біофіту як екологічнобезпечного засобу захисту рослин в посівах пшениці озимої	243
Прищепа А.М., Ковальчук Н.С., Щур О.В. Оцінка екологічної стабільності території та рівня антропогенного навантаження на земельні ресурси Березнівської міської територіальної громади	252
Чуприна Ю.Ю., Головань Л.В., Клименко І.В., Коляда О.В., Чуприна Є.В. Аналіз зразків <i>Triticum aestivum</i> L. за показниками селекційних індексів.....	260

CONTENTS

AGRICULTURE, CROP PRODUCTION, VEGETABLE AND MELON GROWING.....	3
Myroshnychenko D.M., Pikovskyi M.Y. Features of the development of powdery mildew in roses.....	3
Moroz O.S., Solodka T.M., Opanasiuk D.V. Influence of resource-saving technologies in crop cultivation on the properties of typical black soil	11
Okselenko O.M., Nazarenko M.M. Hereditary variability under the action of epimutagen Nonidet P-40 for winter wheat.....	18
Paraschuk V.V. The yield of marigold inflorescences depending on the methods of application of plant growth regulators.....	26
Polishchuk V.O., Zhuravel S.V., Smahlii V.O. The influence of biological preparations and fertilizers on the formation of granada potato yield under alternative growing technology.....	31
Potapsky Yu.V., Bezvikonnyy P.V., Tarasiuk V.A. Decorative evaluation of species and varieties of the genus <i>Syringa L.</i>	38
Revto O.Ya., Maliarchuk A.S. Features of growing grain peas under changing climate conditions	44
Riznyk V.V., Pikovskyi M.Y. Harmfulness of the stem form of white mold to sunflower.....	51
Romanchuk L.D., Kovalova S.P., Mozharivska I.A., Ustymenko V.I., Budnik I.P. Radiological monitoring of forest ecosystems of Zhytomyr Polissya	57
Rudik O.L., Lototskiy O.V. Prospects for the use of biological preparations in the technology of growing oily flax	68
Semenov S.S. Economics of using pest control products	76
Sydiakina O.V., Hamajunova V.V. Global trends in chickpea production: regional experience and prospects for Ukraine.....	83
Taranenko S.V., Koba R.H. The influence of soil cultivation types and sowing methods on soybean yield.....	92
Tyrus M.L. Amaranth grain yield (<i>Amarantus hypochondriacus</i>) depending on the method and depth of sowing in the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine	103
Tkachuk O.P., Kuzemskyi V.M. Development of arable lands desertification processes in Ukraine	109
Khovzun R.V. Yield and biometric parameters of potato tubers depending on the applied biostimulants	115
Khoroshun I.V., Nazarenko M.M., Kovalenko S.I. Influence of new compounds on the base of triazoline groups for the similarity of winter wheat	122
Shakalii S.M., BAHAN A.V., Marinich L.H., Chetveryk O.O. The effect of microfertilizers on the productivity of the white mustard variety Oslav.....	129
Shevchenko S.M., Mytsyk O.O., Derevenets-Shevchenko K.A., Shevchenko O.M., Pryshedko N.O., Novikov D.I. Optimisation of ordinary chernozem tillage for enhancing sunflower yield under climate change conditions.....	136

Shepel A.V. Terminology in agriculture: is there a difference between soil tillage and ground tillage?.....	145
Shyshkin B.M., Zhukova L.V., Stankevych S.V. Corn cob diseases.....	150
Yatsenko N.V., Burkovetskyi O.O. Adaptive variability of ordinary melon varieties and hybrids (<i>Cucumis melo</i> L.) in the Right Bank Forest Steppe of Ukraine	160
Yashchenko L.A., Yuvchik N.O. Agrophysical parameters of sod-podzolic soil for winter wheat cultivation in Western Polissya.....	170
ECOLOGY, ICHTHYOLOGY AND AQUACULTURE	178
Boiko M.O. Ecoarchitecture as a tool for improving the environmental situation in urban conditions of post-war Ukraine	178
Boiko T.O., Boiko P.M. Greening of resort towns in southern Ukraine in the post-war reconstruction of the region in the context of sustainable development.....	187
Vasylenko O.V., Sonko S.P., Balabak O.A., Balabak A.V., Nikitina O.V. Use of artificial intelligence technologies for urban environmental security management	195
Herasymchuk L.O., Rybak O.S. Scientific analysis of the topic “green roofs”: comparison of Scopus and Web of Science using SWOT- and GAP analysis.....	202
Katsevich V.V., Ananieva T.V., Voroshilova N.V., Dotsenko L.V., Karas O.G., Malenko Ya.V. Risk of mercury contamination of agricultural crop production in the Dnipropetrovsk region	211
Kliuchevych M.M., Mozharivska I.A., Vyhera S.M. Common diseases of spelt leaves in Polissya, Ukraine	221
Kovalova S.P., Savchuk I.M. Accumulation of ¹³⁷ Cs, Pb, Cd in products from diets containing pea and wild pea for young bulls	227
Nedilska U.I. Ecological aspects of the formation of the photosynthetic apparatus of plants	237
Pysarenko P.V., Samoilik M.S., Dychenko O.Yu., Husynskyi D.V., Lastovka V.P., Shpyrna V.H. Use of satellite-layer water and bishophyte as an environmentally safe means of plant protection in winter wheat cropping.....	243
Pryshchepa A.M., Kovalchuk N.S., Shchur O.V. Evaluation of environmental stability of the territory and the level of anthropogenic load on land resources of the berezne city territorial community.....	252
Chupryna Yu.Yu., Holovan L.V., Klymenko I.V., Koliada O.V., Chupryna Ye.V. Analysis of <i>Triticum Aestivum</i> L. samples by breeding indices	260

НОТАТКИ

НОТАТКИ

НОТАТКИ

Таврійський науковий вісник

Випуск 141

Частина 2

Сільськогосподарські науки

Підписано до друку 14.02.2025 р.

Формат 70×100/16. Папір офсетний.
Умовн. друк. арк. 22,43. Зам. № 0325/267

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.