

ISSN 2226-0099

Міністерство освіти і науки України
Херсонський державний аграрно-економічний університет



Таврійський науковий вісник

Сільськогосподарські науки

Випуск 136
Частина 1



Видавничий дім
«Гельветика»
2024

*Рекомендовано до друку вченою радою Херсонського державного аграрно-економічного університету
(Протокол № 8 від 30.05.2024)*

Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки / Херсонський державний аграрно-економічний університет. Одеса : Видавничий дім «Гельветика», 2024. Вип. 136. Ч. 1. 336 с.

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

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

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

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

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 геоecології 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 Ін-ту 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 гідробиології та іхтіології, Національний університет біоресурсів та природокористування України.

ЗЕМЛЕРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО, ОВОЧІВНИЦТВО ТА БАШТАННИЦТВО

AGRICULTURE, CROP PRODUCTION,
VEGETABLE AND MELON GROWING

УДК 633.358:631.811

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.1>

ВПЛИВ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ ТА БІОСТИМУЛЯТОРІВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ ГОРОХУ

Аверчев О.В. – д.с.-г.н.,

професор кафедри землеробства,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

Кочешакова Т.С. – аспірантка кафедри землеробства,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

В статті наведено результати досліджень з вивчення впливу мікроелементів та біостимуляторів на продуктивність сортів гороху в умовах дослідного поля Херсонського державного аграрно-економічного університету упродовж 2019–2021 років.

В дослідях вивчали сорти гороху, занесені до «Реєстру сортів України» в останні десятиріччя, а насіннєвий матеріал, не є дефіцитним для виробників нашої зони. Сорти Оплот, Модус та Світ – вітчизняної селекції адаптовані до умов Степу, належать до групи середньостиглих, з вегетаційним періодом 70–72 дні.

Представлені сорти, належать до так званого без листкового «вусатого» типу, для якого характерно утворення в верхньому ярусі замість листків їхньої видозміни – вусів, у яких також проходить активний фотосинтез – 40–47 % від загальної асиміляції.

За результатами проведених досліджень встановлено, що подвійний обробіток посівів гороху сумішшю бору та молібдену давав прибавку врожаю насіння в межах 0,19–0,49 т/га (7,1–17,3 %). Обробіток препаратом «Хелафіт» забезпечував прибавку врожаю зерна гороху у досліджуваних сортах в межах 0,17–0,52 т/га (8,1–20,3 %). Найбільший вагомий вплив на підвищення продуктивності гороху виявився варіант з препаратом «Біо-гель», застосування якого при подвійному обробітку вегетуючих посівів забезпечувало додатковий вихід зерна на рівні 0,44–0,70 т/га (18,3–26,3 %). Максимальний додатковий урожай – 0,70 т/га (26,3 %) був одержаний у варіанті з сортом Світ при густоті 0,9 млн/га, у сорту Оплот – 0,64 т/га (21,3 %) з густотою 0,9 млн/га та в сорту Модус – 0,57 т/га (22,3 %).

За роки досліджень найбільший рівень середньої урожайності був у сорту Оплот і становив 3,64 т/га при густоті посівів 0,9 млн/га, та у сорту Світ – 3,50 т/га, з густотою 1,2 млн/га, в той час, як сорт Модус сформував максимальний середній урожай за роки досліджень при застосуванні цього препарату на рівні 3,12 т/га з густотою 1,2 млн/га.

Ключові слова: сорти гороху, густина посівів, мікроелементи та біостимулятори, урожайність.

Averchev O.V., Kovshakova T.S. The influence of trace elements and biostimulants on the productivity of pea varieties

The article presents the results of research on the influence of microelements and biostimulants on the productivity of pea varieties in the experimental field of Kherson State Agrarian and Economic University during 2019–2021.

The experiments studied pea varieties listed in the Register of Varieties of Ukraine in recent decades, and seed material that is not in short supply for producers in our zone. The Oplot, Modus and Svit varieties are domestic breeding varieties adapted to the conditions of the Steppe, belonging to the group of mid-season varieties with a growing season of 70–72 days.

The presented varieties belong to the so-called leafless «mustachioed» type, which is characterized by the formation of their modification in the upper tier instead of leaves – mustaches, which also undergo active photosynthesis – 40–47 % of the total assimilation.

According to the results of the research, it was found that double treatment of pea crops with a mixture of boron and molybdenum gave an increase in seed yield in the range of 0.19–0.49 t/ha (7.1–17.3 %). Treatment with «Helafit» provided an increase in the yield of pea grain in the studied varieties in the range of 0.17–0.52 t/ha (8.1–20.3 %). The most significant impact on increasing the productivity of peas was the variant with the preparation «Bio-gel», the use of which in the double cultivation of vegetative crops provided an additional grain yield of 0.44–0.70 t/ha (18.3–26.3 %). The maximum additional yield – 0.70 t/ha (26.3 %) was obtained in the variant with the Svit variety at a density of 0.9 million/ha, in the Oplot variety – 0.64 t/ha (21.3 %) with a density of 0.9 million/ha and in the Modus variety – 0.57 t/ha (22.3 %).

During the years of research, the highest level of average yield was in the Oplot variety and amounted to 3.64 t/ha with a density of 0.9 million/ha, and in the Svit variety – 3.50 t/ha, with a density of 1.2 million/ha, while the Modus variety formed the maximum average yield over the years of research when using this preparation at the level of 3.12 t/ha with a density of 1.2 million/ha.

Key words: *pea varieties, crop density, trace elements and biostimulants, yield.*

Постановка проблеми. На даний час в усьому світі і зокрема в Україні гостро стоїть проблема виробництва білка рослинного походження. Одним із шляхів її вирішення є збільшення виробництва високобілкових культур родини Бобових (Fabaceae) до якої належать чина, сочевиця, арахіс, соя, горох та інші. Особливе місце для незрошуваних угідь Півдня України займає горох посівний (*Pisum sativa*), який здатний формувати врожай на рівні 2,0–3,6 т/га [1, 14].

З цією метою, в наших дослідках вивчали сорти гороху, занесені до «Реєстру сортів України» в останні десятиріччя, а насіннєвий матеріал, не є дефіцитним для виробників нашої зони. Сорти Оплот, Модус та Світ – вітчизняної селекції адаптовані до умов Степу, належать до групи середньостиглих, з вегетаційним періодом 70–72 дні [2].

Представлені сорти, належать до так званого без листкового «вусатого» типу, для якого характерно утворення в верхньому ярусі замість листків їхньої видозміни – вусів, у яких також проходить активний фотосинтез – 40–47 % від загальної асиміляції [2, 3].

Важливе значення має те, що вуса сусідніх рослин у верхньому ярусі міцно переплітаються між собою і практично не дають полягати стеблам навіть при високій врожайності. В останні роки майже всі вирощувані сорти гороху в Україні відносяться до «вусатого» типу, які в більшості випадків за продуктивністю не поступаються, або переважають традиційні сорти «листового» типу [10, 12].

В Україні з кожним роком все більшого поширення набуває тенденція, впровадження елементів біологізації при вирощуванні сільськогосподарських культур, шляхом впровадження в технологічний процес біостимуляторів та мікроелементів [3]. В Херсонському державному аграрно-економічному університеті з 2015 року проводять досліді з вивчення впливу біостимуляторів «Біо-гель» та «Хелафіт» на продуктивність пшениці озимої, соняшнику, а з 2018 року і гороху.

Результати досліджень вказують на значну ефективність використання цих препаратів [15].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В сучасних умовах господарювання важливим стає впровадження екологічно безпечних технологій для вирощування зернових та зернобобових культур. Особливо в контексті вирощування гороху, використання біологічних препаратів для підтримки здоров'я рослин та збільшення їх продуктивності важливе в екстремальних умовах навколишнього середовища.

Вагомий внесок у вивчення ефективності впровадження науково обґрунтованих технологій та прогресивних агротехнічних заходів вирощування зернобобових культур і гороху зокрема, у тому числі застосування біологічних препаратів, здійснили такі дослідники, як професори Гамаюнова В. В. [6] та Жуйков О. Г. [8] вивчали питання щодо вдосконалення сортової агротехніки для умов Півдня України.

Проблемами підбору сортів гороху та доз мінеральних добрив займалися Лихочвор В. В., Андрушко М. О. [11]. За даними більшості наукових публікацій високі дози азотних добрив значно знижують процес азотфіксації, а іноді і припиняють його [9, 13]. Тому у своїх дослідженнях мінеральні добрива ми вносили нормою N40P60, в тому числі: N30P50 – під оранку на зяб у вигляді сульфату амонію та гранульованого суперфосфату, та N10P10 – при посіві у вигляді нітроамфоски, що дозволяло отримувати дружні сходи за всі роки досліджень. Стосовно густоти посівів, то як і оригінатори сортів, так і дослідники залежно від зон та умов вирощування пропонують різну густоту сівби – від 0,8 млн/га до 1,2 млн/га та 1,5 млн/га [6, 11].

Враховуючи зміни клімату, покращення якості сортових ресурсів гороху та необхідність розробки адаптивних технологій його вирощування, важливо глибше дослідити раціональне використання біологічних препаратів з метою підвищення ефективності виробництва зерна гороху в конкретних природно-кліматичних умовах зони південного Степу України.

Постановка завдання. Метою проведення досліджень було визначення впливу стимуляторів росту та мікроелементів, густоти посівів сортів гороху на його продуктивність.

Виклад основного матеріалу досліджень. Експериментальні дослідження впливу мікроелементів та біостимуляторів на продуктивність сортів гороху в умовах дослідного поля Херсонського державного аграрно-економічного університету протягом 2019–2021 років.

За роки досліджень кількість опадів змінювалась від до мм за рік, а в період вегетації гороху (квітень – липень) випадало у 2019 р – 334 мм, 2020 – 248 мм та в 2021 р – 370 мм, що значно вплинуло на його продуктивність.

Для значної частини зони Півдня України основними є темно-каштанові ґрунти. Характерною ознакою темно-каштанового ґрунту є невеликий гумусовий горизонт (25–30 см), невисокий вміст гумусу (1,7–1,9 %) та слабка грудкувата структура. Вміст гумусу в ґрунті дослідних ділянок складав у середньому 1,90–2,10 % [4, 5, 16].

Вміст основних елементів живлення в орному шарі ґрунту є недостатнім для одержання високих урожаїв сільськогосподарських культур. Забезпеченість ґрунту доступними поживними речовинами характеризується такими агрохімічними показниками: вміст легкогідролізуючого азоту – 2,8–4,3 мг, нітратів – 0,28–1,36 мг, поглиненого амонію – 0,38–0,42 мг, рухомих форм фосфору (за Мачигінім) – 3,6–4,0 мг, обмінного калію – 25,4–29,2 мг/100 г ґрунту. Місткість поглинання

катіонів темно-каштанових ґрунтів становить 22,3–24,6 мг-екв. на 100 г ґрунту. Натрію міститься 0,9–1,1 мг-екв. на 100 г ґрунту, реакція ґрунтового розчину нейтральна або слабо лужна (рН водного витягу 7,0–7,2), на глибині 50 см рН до 7,2–7,5 і на 100 см – до 7,5–7,8 [7, 16].

Схема досліду:

Фактор А – сорти гороху:

1. Оплот
2. Світ
3. Модус

Фактор В – обробіток посівів стимуляторами:

1. Вода – контроль
2. Біо-гель
3. Хелюфіт
4. Бор + Молібден

Фактор С – густина посівів:

1. 0,900 млн/га
2. 1,200 млн/га
3. 1,500 млн/га.

Проведення польового досліду супроводжувалось фенологічними спостереженнями, аналізом рослинних зразків і ґрунту.

Фіксувались дати настання та проходження основних фенофаз: сходи, фаза трьох листків, вусоутворення, бутонізація, цвітіння, налив насіння, молочна та воскова стиглість, технічна стиглість насіння, повна стиглість насіння з вологою 14 % [3, 14]. Польові досліді й лабораторні дослідження виконували відповідно до методики польових дослідів і методичних рекомендацій щодо їх проведення в незрощуваних умовах. Досліді закладені методом розщеплених ділянок відповідно до методики польових дослідів з вивчення агротехнічних прийомів вирощування сільськогосподарських культур. При плануванні та проведенні досліджень керувались загальноприйнятими методичними вказівками, посібниками та ДСТУ [14].

Повторність досліду – чотириразова. Посівна площа ділянки – 75 м², облікова – 50 м². Всі спостереження проводили на всіх варіантах досліду у двох несуміжних повтореннях. Густиоту стояння рослин визначали безпосередньо на ділянках в період сходів і перед збиранням врожаю, шляхом підрахунку рослин в рядках по діагоналі ділянки [13, 14]. Лінійний приріст та інші біометричні виміри визначали на завчасно закріплених рослинах у двох несуміжних повтореннях.

Збирання й облік урожаю проводили в фазі повної стиглості зерна з допомогою комбайна «Сампо-130» методом зважування. Дані врожайності приводили до стандартної вологості насіння 14 %. Результати обліку врожаю піддавали дисперсійному аналізу із застосуванням ПЕОМ [4, 16].

Дані які вказують на продуктивність сортів гороху залежно від досліджуваних факторів приведено в таблиці 1.

Густина посівів 1,2 млн/га була оптимальною на контрольних варіантах (обробка посівів водою) і сприяла одержанню врожаю для сортів Модус – 2,55 т/га, та Світ – 2,82 т/га. Для сорту Оплот на контролі кращою була густина 0,9 млн/га з врожайністю 3,0 т/га. Подібна залежність урожайності сортів гороху спостерігалась і в варіантах досліду з застосуванням обробки посівів біостимуляторами та мікроелементами.

Подвійна обробка посівів гороху сумішшю бору та молібдену давала прибавку врожаю насіння в межах 0,19–0,49 т/га (7,1–17,3 %). Найбільшим цей показник

був у гороху сорту Світ при густоті 1,2 млн/га (0,49 т/га – 17,3 %), у сорту Модус максимальний приріст врожаю складав 0,44 т/га, або 16,9 % при густоті 1,2 млн/га, а в сорту Оплот – 0,31 т/га, тобто 10,3 % на загущеності посівів 0,9 млн/га.

Таблиця 1
Вплив біостимуляторів та мікроелементів на урожайність сортів гороху за різних густот посівів в 2019–2021 роках

№ п/п	Фактор С Варіанти обробки посівів	Результати досліджень по роках				Прибавка відносно контролю	
		2019 р	2020 р	2021 р	Середнє	т/га	%
1	2	3	4	5	6	7	8
Фактор А – сорт Оплот							
Фактор В – густина посівів 1,5 млн/га							
1	Вода-контроль	3,26	2,21	2,86	2,78	0	0
2	Мо + Во	3,46	2,42	3,02	2,97	0,19	7,1
3	Біогель	3,91	2,70	3,58	3,39	0,61	22
4	Хелафіт	3,48	2,47	3,15	3,03	0,25	9,0
густина посівів 1,2 млн/га							
1	Вода-контроль	3,37	2,25	3,05	2,89	0	0
2	Мо + Во	3,67	2,57	3,31	3,18	0,29	10,0
3	Біогель	3,96	2,72	3,58	3,42	0,53	18,3
4	Хелафіт	3,64	2,55	3,36	3,18	0,26	10,0
густина посівів 0,9 млн/га							
1	Вода-контроль	3,50	2,36	3,14	3,00	0	0
2	Мо + Во	3,84	2,70	3,39	3,31	0,31	10,3
3	Біогель	4,17	2,87	3,87	3,64	0,64	21,3
4	Хелафіт	3,94	2,75	3,64	3,44	0,44	14,7
сорт Модус							
густина посівів 1,5 млн/га							
1	Вода-контроль	2,40	1,77	2,17	2,11	0	0
2	Мо + Во	2,72	1,88	2,43	2,34	0,23	10,9
3	Біогель	2,88	2,08	2,72	2,56	0,45	21,3
4	Хелафіт	2,64	1,80	2,39	2,28	0,17	8,1
густина 1,2 млн/га							
1	Вода-контроль	2,92	2,08	2,66	2,55	0	0
2	Мо + Во	3,44	2,41	3,10	2,98	0,44	16,9
3	Біогель	3,55	2,52	3,30	3,12	0,57	22,3
4	Хелафіт	3,52	2,47	3,21	3,07	0,52	20,3
густина 0,9 млн/га							
1	Вода-контроль	2,78	1,91	2,49	2,39	0	0
2	Мо + Во	3,02	2,15	2,70	2,62	0,23	9,6

Закінчення табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8
3	Біогель	3,29	2,28	2,96	2,83	0,44	18,4
4	Хелафіт	3,04	2,13	2,75	2,64	0,25	10,5
сорт Світ							
густота 1,5 млн/га							
1	Вода-контроль	2,82	2,09	2,23	2,38	0	0
2	Мо + Во	3,11	2,26	2,76	2,71	0,33	13,9
3	Біогель	3,36	2,53	3,05	2,98	0,60	25,2
4	Хелафіт	3,24	2,34	2,93	2,83	0,45	18,9
густота 1,2 млн/га							
1	Вода-контроль	3,36	2,22	2,90	2,82	0	0
2	Мо + Во	3,88	2,61	3,45	3,31	0,49	17,3
3	Біогель	4,06	2,73	3,71	3,50	0,68	24,1
4	Хелафіт	3,91	2,55	3,28	3,25	0,43	15,2
густота 0,9 млн/га							
1	Вода-контроль	3,13	2,24	2,60	2,66	0	0
2	Мо + Во	3,52	2,43	3,12	3,02	0,36	13,5
3	Біогель	3,88	2,72	3,49	3,36	0,70	26,3
4	Хелафіт	3,61	2,52	3,26	3,13	0,47	17,7

Найменша істотна різниця ($НІР_{05}$) в середньому за роки досліджень становила: по фактору А – 0,05 т/га, по фактору В – 0,05 т/га, по фактору С – 0,06 т/га, по взаємодії факторів АВС – 0,18 т/га.

Подвійний обробіток посівів гороху сумішшю бору та молібдену давала прибавку врожаю насіння в межах 0,19–0,49 т/га (7,1–17,3 %). Найбільшим цей показник був у гороху сорту Світ при густоті 1,2 млн/га (0,49 т/га – 17,3 %), у сорту Модус максимальний приріст врожаю складав 0,44 т/га, або 16,9 % при густоті 1,2 млн/га, а в сорту Оплот – 0,31 т/га, тобто 10,3 % на загущеності посівів 0,9 млн/га.

Препарат Хелафіт в наших дослідках посідав в рейтингу стимуляторів середнє місце, забезпечуючи прибавку врожаю зерна гороху у досліджуваних сортів в межах 0,17–0,52 т/га (8,1–20,3 %).

Найбільшим довісок був: у сорту Модус (0,52 т/га – 20,3 %) при густоті посівів 1,2 млн/га, у сорту Світ – 0,45 т/га – 18,9 % при густоті 1,5 млн/га, та у сорту Оплот – 0,44 т/га, або 14,7 %, а мінімальним (0,17 т/га – 8,1 %) у сорту Модус з густотою 1,5 млн/га. Що вказує на перспективність використання препарату Хелафіт при вирощуванні гороху в умовах Півдня України.

Найбільш вагомий вплив на підвищення продуктивності гороху давав препарат Біо-гель, застосування якого для подвійної обробки вегетуючих посівів забезпечувало додатковий вихід зерна на рівні 0,44–0,70 т/га (18,3–26,3 %).

Максимальний додатковий урожай – 0,70 т/га (26,3 %) був одержаний у сорту Світ при густоті 0,9 млн/га, у сорту Оплот – 0,64 т/га (21,3 %) з густотою 0,9 млн/га та в сорту Модус – 0,57 т/га (22,3 %).

За роки досліджень найбільший рівень середньої урожайності був у сорту Оплот і становив 3,64 т/га при густоті посівів 0,9 млн/га, та у сорту Світ – 3,50 т/га, з густотою 1,2 млн/га, в той час, як сорт Модус сформував максимальний середній урожай за роки досліджень при застосуванні цього препарату на рівні 3,12 т/га з густотою 1,2 млн/га. Приведені показники свідчать про високу ефективність застосування даного препарату для обробки посівів гороху.

Одним з основних показників при вирощуванні гороху на насіння є його схожість, від якої залежать його висока кондиційність (таблиця 2).

Аналіз таблиці 2 свідчить, схожість кондиційного насіння гороху не залежала від застосування мікроелементів та досліджуваних біостимуляторів і була в межах першого класу ДСТУ.

Таблиця 2

Вплив біостимуляторів та мікроелементів на схожість насіння сортів гороху при різній густоті посівів, % (середнє за 2019–2021 р.р.)

№ п/п	Густота посівів	Варіанти обробки посівів			
		Вода-контроль	Мо + Во	Біогель	Хелафіт
1	2	3	4	5	6
Сорт Оплот					
1	1,5 млн/га	95	96	96	96
2	1,2 млн/га	96	96	97	97
3	0,9 млн/га	95	96	96	96
Сорт Модус					
4	1,5 млн/га	95	96	96	96
5	1,2 млн/га	96	96	97	97
6	0,9 млн/га	96	96	96	96
Сорт Світ					
7	1,5 млн/га	95	96	96	96
8	1,2 млн/га	96	97	97	97
9	0,9 млн/га	95	96	96	97

Варіювання HP_{05} за час проведення дослідів було в межах: по фактору А – 0,35–0,54 %; по фактору В – 0,41–0,62 %; по фактору С – 0,36–0,56 %; по взаємодії факторів АВС – 1,23–1,87 %

Отже, застосування для двократної обробки вегетуючих сортів гороху суміші бору та молібдену і біостимуляторів Хелафіту та Біо – гелю значно збільшує його урожайність (на 7–26 %), масу 1000 зерен (на 6–17 %) і не впливає на посівну якість насіння.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Результати проведених досліджень свідчать, що подвійний обробіток посівів гороху сумішшю бору та молібдену призводила до збільшення врожаю насіння в межах від 0,19 до 0,49 тонн на гектар (що відповідає відсоткам від 7,1 до 17,3 %). Препарат Хелафіт показав середні результати у рейтингу стимуляторів, збільшуючи врожай гороху на від 0,17 до 0,52 тонн на гектар (від 8,1 до 20,3 %). Найбільший ефект

на підвищення продуктивності гороху спостерігався при застосуванні препарату Біо-гель, що призводило до додаткового врожаю від 0,44 до 0,70 тонн на гектар (від 18,3 до 26,3 %).

Найвищу прибавку врожайності – 0,70 т/га (26,3 %) отримано в варіанті де висівався сорт Світ та при густоті 0,9 млн/га, у сорту Оплот – 0,64 т/га (21,3 %) з густотою 0,9 млн/га та в сорту Модус – 0,57 т/га (22,3 %). За роки досліджень найбільший рівень середньої урожайності був у сорту Оплот і становив 3,64 т/га при густоті посівів 0,9 млн/га, та у сорту Світ – 3,50 т/га, з густотою 1,2 млн/га, в той час, як сорт Модус сформував максимальний середній урожай за роки досліджень при застосуванні цього препарату на рівні 3,12 т/га з густотою 1,2 млн/га.

Отже, для підвищення продуктивності гороху важливо продовжувати дослідження з використанням мікроелементів та біостимуляторів, а також вдосконалювати агротехніку, щоб забезпечити оптимальні умови для росту і розвитку рослин. Такі заходи допоможуть підвищити врожайність гороху і забезпечити стабільне виробництво цієї цінної сільськогосподарської культури.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Аверчев О. В., Ковшакова Т. С., Алмашова В. С., Онищенко С. О. Застосування екологічно безпечних агротехнологій при вирощуванні гороху в умовах посушливого клімату Півдня України. *Міжнародна науково-практична online – конференція молодих учених «Науково практичні основи формування інноваційних агротехнологій – новітні підходи молодих вчених»* (19 травня 2020 року, Херсон), С. 19–22.
2. Міністерство аграрної політики та продовольства України. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2018 рік. Реєстр є чинним станом на 06.03.2018. Київ. 447 с. URL: <https://www.rivneprod.gov.ua/wp-content/uploads/2019/05/Derzhavnyj-reyestr-sortiv-roslyn-prydatnyh-dlya-poshyrennya-v-Ukrayini-na-2018-rik.pdf> (дата звернення: 13.12.2023)
3. Аверчев О. В., Онищенко С. О., Алмашова В. С., Ковшакова Т. С. Сучасні технології вирощування гороху в умовах сучасних кліматичних змін. *Міжнародна науково-практична конференція «Вплив кліматичних змін та просторовий розвиток територій Землі: наслідки та шляхи вирішення»* (11–12 червня 2020 року, Херсон), С. 96–98.
4. Аверчев О. В., Аверчева Н. О. Напрями підвищення ефективності використання земельних ресурсів у фермерських господарствах. *Економіка і держава*. 2020. № 5. С. 15–22.
5. Гамаюнова В. В., Філіп'єв І. Д., Сидякіна О. В. Сучасний стан та проблеми родючості ґрунтів південного регіону України. *Таврійський науковий вісник: зб. наук. праць*. Херсон : Айлант, 2005. Вип. 40. С. 130–135.
6. Гамаюнова В. В., Туз М. С. Вплив елементів технології вирощування на продуктивність сортів гороху в південному Степу. *Збірник наукових праць «ННЦ Інститут землеробства НААН»*. 2016. № 1. С. 46–57.
7. Ґрунтові ресурси Херсонської області, їхня продуктивність та раціональне використання / В. А. Дем'юхін, В. Г. Пелих, М. І. Полупан та ін. – Київ : Колодіб, 2007. 132 с.
7. Жуйков О. Г., Лагутенко К. В. Горох посівний в Україні – стан, проблеми, перспективи. *Таврійський науковий вісник: землеробство, рослинництво, овочівництво та баштанництво*. Херсон. 2017. № 98.
8. Коблай С. В. Накопичення надземної біомаси та адаптивність до умов степової зони різних за морфо типом сортів гороху. *Збірник наукових праць Селекцій-*

но-генетичного інституту – національного центру насінництва і селекції. 2009. Вип. 14(54). С. 143–150.

9. Ковшакова Т. С., Аверчев О. В. Розробка елементів органічних технологій вирощування гороху в умовах Півдня України. *II Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених з нагоди Міжнародного дня науки та Дня працівника сільськогосподарства «Сучасна наука: стан та перспективи розвитку у сільському господарстві»* (10 листопада 2020 року, Херсон), С. 43–45.

10. Лихочвор В. В., Андрушко М. О. Вплив норм висіву гороху на елементи структури та врожайності зерна. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 4. С. 51–57. DOI: 10.31210/visnyk2019.04.06

11. Лихочвор В. В., Проць Р. Р. Горох. Львів. *Українські технології*. 2002. 68 с.

12. Онищенко С. О., Ковшакова Т. С. Вплив біологізації агротехніки вирощування гороху на вміст гумусу в ґрунті на Півдні України. *V Всеукраїнська науково-практична конференція «Управління та раціональне використання земельних ресурсів в новостворених територіальних громадах: проблеми та шляхи їх вирішення»* (04–05 березня 2021р., Херсон), С. 326–329.

13. Аверчев О. В., Ковшакова Т. С. Вплив біологізації елементів агротехніки сортів гороху за різної густоти шляхом обробки посівів біостимуляторами та мікроелементами на його біометричні показники в незрошуваних умовах південного степу України : *Scientific monograph. Development trends of the world agriculture in the XXIst century: the view of the modern scientific community*. Riga, Latvia : Baltija Publishing, 2022. С. 28–59.

14. Аверчев О.В., Ковшакова Т.С. Вплив біостимуляторів та мікроелементів на фенологічні показники сортів гороху в умовах Півдня України *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки / Херсонський державний аграрно-економічний університет. Видавничий дім «Гельветика»*, 2022. Вип. 123. С. 3–8.

15. Аверчев О.В., Ковшакова Т.С. Вплив стимуляторів росту та мікроелементів на формування азотофіксуючого апарату гороху в умовах Півдня України *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки/ Херсонський державний аграрно-економічний університет. Видавничий дім «Гельветика»*, 2023. Вип. 134. С. 67–71.

УДК 631.147:338.432

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.2>

ОРГАНІЧНЕ ВИРОБНИЦТВО В УКРАЇНІ: СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

Аверчев О.В. – д.с.-г.н.,

професор кафедри землеробства,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

Нікітенко М.П. – аспірант, асистентка кафедри землеробства,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

У статті розглянуто питання сучасного стану ринку органічної продукції та її виробництва в Україні, наведені рекомендації стосовно впровадження елементів органічного землеробства у сільське господарство.

Наведено аналіз досліджень наукової спільноти щодо використання мікробіологічних засобів захисту рослин та комплексів біодобрив

Мета досліджень полягала у встановленні впливу впровадження елементів біологічного землеробства на ділянках, що постраждали від воєнних дій або зазнали пошкодження внаслідок небалого ставлення до ґрунтів. Наведено переваги за використанням біоінтенсивних технологій та заходів які допомагають відновити пошкодженні ґрунти а також створити умови для вирощування екологічно-чистої рослинної продукції, забезпечуючи при цьому охорону навколишнього середовища та стійкість сільськогосподарського виробництва. Наведена сучасна класифікація біодобрив, яка спрощує та допомагає структурувати широкий спектр різновидів біологічних препаратів.

За оглядом проведених спостережень та наведеного аналізу статистичних даних було визначено площі зайняті під виробництвом органічної продукції у світовому масштабі та в межах України. Проаналізовано експортні можливості нашої країни та обсяги внутрішнього ринку органічної продукції.

В результаті досліджень надані рекомендації щодо ключових аспектів для подальшого успішного ведення та розвитку органічного ринку в Україні. Початок перехідного періоду у виробництві органічної сільськогосподарської продукції визначається кількістю часу, необхідною для переходу виробника від традиційного методу вирощування до органічного, з урахуванням вимог сертифікації органічного виробництва. Цей період може варіюватися залежно від конкретних умов і типу культури. Відповідальність за визначення початку перехідного періоду та його відповідність вимогам органічного виробництва покладається на орган сертифікації.

Ключові слова: органічне землеробство, ґрунтова мікрофлора, біодобрива, органічна рослинна продукція.

Averchev O.V., Nikitenko M.P. Organic production in Ukraine: current state and development prospects

The article examines the current state of the market for organic products and their production in Ukraine, and gives recommendations regarding the introduction of elements of organic farming into agriculture.

An analysis of the scientific community's research on the use of microbiological means of plant protection and biofertilizer complexes is given

The purpose of the research was to determine the impact of the introduction of elements of biological agriculture on areas affected by war or damaged due to careless treatment of soils. The advantages of using biointensive technologies and measures that help restore damaged soils and create conditions for growing ecologically clean plant products, while ensuring environmental protection and sustainability of agricultural production, are given. A modern classification of biofertilizers is presented, which simplifies and helps to structure a wide range of varieties of biological preparations.

Based on the review of the observations and the analysis of the statistical data, the areas occupied by the production of organic products on a global scale and within the borders of

Ukraine were determined. The export possibilities of our country and the volumes of the domestic market of organic products were analyzed.

As a result of the research, recommendations were provided regarding key aspects for further successful management and development of the organic market in Ukraine. The beginning of the transition period in the production of organic agricultural products is determined by the amount of time required for the transition of the producer from the traditional method of cultivation to organic, taking into account the requirements of the certification of organic production. This period may vary depending on specific conditions and type of culture. The certification body is responsible for determining the beginning of the transition period and its compliance with the requirements of organic production.

Key words: *organic farming, soil microflora, biofertilizers, organic plant products.*

Постановка проблеми. Сучасний темп життя та світові кризові ситуації: пандемія, воєнні дії та економічний спад, впливають на здоровий стан населення. З кожним роком органічні продукти стають все більш популярними, оскільки люди частіше піклуються про своє здоров'я та переймаються про вплив на довкілля. Органічні стандарти щодо рослинної продукції вимагають від фермерів використовувати лише спеціально сертифіковані органічні ґрунти для вирощування своїх культур. Це означає, що земля повинна бути відповідно оброблена та доглянута без використання хімічних добрив, пестицидів або генетично модифікованих організмів (ГМО).

Сертифікація землі включає перевірку на відповідність органічним стандартам, які регулюються міжнародними або національними організаціями з сертифікації органічних продуктів. Такий процес включає аналіз ґрунту на вміст хімічних речовин та перевірку відповідності вимогам щодо використання добрив, пестицидів та інших вирощувальних методів. Отримання сертифіката на землю підтверджує, що вона відповідає стандартам органічного виробництва і може використовуватись для вирощування органічних культур.

Ситуація з українськими землями, за два роки війни, неоднозначна, оскільки фактичний стан земель суттєво залежить від регіону країни. Земельний фонд внаслідок воєнних дій, зокрема на території, де проводились активні бойові дії та використання значної кількості зброї завдають шкоди ґрунту внаслідок чого зменшується його продуктивність.

Першочергова задача, яка постає для агрономів та фермерів – це очищення забруднених родючих ґрунтів, для подальшого їх використання у землеробстві. На деокупованих землях необхідно впроваджувати заходи, які направлені на підтримку та збереження родючості. Застосовуючи індивідуальний підхід до кожної ділянки, проводиться визначення ступеня деградації та визначаються ревіталізаційні заходи. Комплексний аналіз ґрунту повинен проводитись не тільки за хімічними та фізичними показниками, а також за його біологічною складовою, що включає всю біоту ґрунту та його біологічні властивості і характеристики. Саме вивчення ґрунтових мікроорганізмів та їхньої ролі в екосистемі є дуже важливою складовою науки про ґрунти і екології загалом. Ґрунтові мікроорганізми, такі як бактерії, гриби, амеби та інші, відіграють ключову роль у біогеохімічних процесах, які відбуваються у ґрунті. Адже саме мікроорганізми розкладають органічні речовини, що допомагає утримувати родючість ґрунту, та забезпечують доступ рослин до необхідних поживних речовин. Деякі мікроорганізми здатні очищувати ґрунт від токсичних речовин та забруднювачів, які потрапляють туди з різних причин. Розуміння взаємодії між ґрунтовими мікроорганізмами і рослинами дозволяє розробляти ефективніші методи сільськогосподарського виробництва, включаючи біологічне землеробство та використання біологічних добрив та засобів

захисту рослин. У результаті біологічне землеробство стає важливим інструментом для створення стійких та екологічно безпечних систем вирощування продуктів харчування.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Розвиток органічного виробництва вимагає постійної наукової підтримки та досліджень для вирішення викликів, пов'язаних з ефективністю, якістю та сталістю цієї форми сільськогосподарської діяльності. Органічне виробництво сприяє сталому використанню природних ресурсів та збереженню біорізноманіття, що є важливим для довгострокової стійкості екосистем. Останні дослідження провідних вчених зосереджені на вивченні впливу органічного виробництва на довкілля, зокрема, на якість ґрунту, воду та біорізноманіття.

Так важливу роль у розвитку програми Soil Health та в підтримці концепції ґрунтів як живих систем займає Гарольд ван Ес, професор Корнельського університету (Нью-Йорк, США) Його робота направлена на розуміння ґрунтів як складних та живих екосистем [1]. Українські вчені у своїх наукових роботах пропонують використовувати мікробіологічні засоби захисту рослин [2] та неодноразово підкреслюють ефективну дію біодобрив не тільки на педосферу, але і на екологічний стан агроландшафтів [3]. Активно проводяться дослідження, які спрямовані на вивчення якості органічних продуктів та їх безпеки для споживачів. Що включають в себе аналіз вмісту поживних речовин, вмісту залишків пестицидів та інших хімічних речовин у продукції. В умовах воєнних дій актуальним є дослідження, які проводяться щодо врегулювання ситуації деградаційних процесів ґрунту за допомогою застосування біологічних біодобрив та засобів захисту рослин [4].

Мета дослідження. Визначити ефективні методи впровадження елементів біологічного землеробства на ділянках, які постраждали від воєнних дій та зазнали інших видів пошкоджень внаслідок недбалого ставлення до ґрунтів при веденні сільського господарства. Здійснити впровадження відповідних заходів ревіталізації ґрунту з метою отримання екологічно-чистої рослинної продукції включаючи охорону навколишнього середовища.

Під час дослідження застосовано різноманітні наукові методи, включаючи метод порівняння; аналітичний та статистичний метод, а також методи аналізу, синтезу, індукції та дедукції для формулювання загальних висновків та узагальнення інформації з метою отримання чітких та конкретних результатів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Ґрунтова мікрофлора відіграє важливу роль у формуванні та підтримці життєздатності ґрунту. Різноманіття мікроорганізмів, такі як бактерії, гриби, віруси та ціанобактерії, входять до складу ґрунтової мікрофлори та виконують різні функції що сприяють збереженню та покращенню якості ґрунту. Їх дія впливає на розклад органічних речовин, доступність поживних речовин для рослин, здійснюють захист від хвороб та шкідників, стабілізацію ґрунтової структури та інші аспекти.

Серед основних мікроорганізмів ґрунту, актиноміцети та бактерії беруть участь у процесах розкладання органічних речовин, а також у циклі нітрогену та інших поживних речовин. Ціанобактерії (водорості) відомі тим, що здатні фіксувати атмосферний азот та перетворювати його в форму, доступну для рослин. Також вони можуть виробляти органічні речовини, які стають джерелом живлення для інших мікроорганізмів. Мікроскопічні гриби (включаючи плісняву) мають здатність до розкладання органічних решток, таким чином, сприяють вуглецевому циклу та утворенню гумусу. Різноманітні протисти, нематоди, а також деякі багатоклітинні організми відіграють свою роль у взаємодії з ґрунтом та рослинами.

Така різноманітність допомагає забезпечити стійкість ґрунту до стресів, забруднення, проявів ерозії і сприяє створенню сприятливого середовища для росту рослин. Тому збереження та підтримка різноманітності ґрунтової мікрофлори є важливим аспектом збереження здоров'я ґрунту та органічного виробництва сільськогосподарських культур.

Тепліші кліматичні умови, які зазвичай спостерігаються в південних регіонах, сприяють інтенсифікації мікробіологічних процесів у ґрунті. Підвищення температури сприяє збільшенню швидкості хімічних реакцій та метаболічних процесів у мікроорганізмів, що призводить до збільшення їхньої біологічної активності. Підвищення температурного оптимуму на 10°C значно прискорює процеси розкладання органічних речовин, циклізацію поживних речовин, фіксацію азоту та інших мікробіологічних процесів. Такі умови призводять до швидшого вивільнення поживних речовин, які стають доступними для рослин, а також до активізації росту та розвитку рослин.

Проте важливо також зазначити, що екстремальні температури, особливо висока температура, має негативний вплив на деякі мікроорганізми, знижуючи їхню активність або навіть призводячи до їхньої загибелі. Таким чином, баланс та збереження оптимальних умов для мікробіологічних процесів у ґрунті є ключовими для забезпечення його здоров'я та стійкості.

Для поновлення мікробіоти ґрунту в органічному землеробстві використовують біопрепарати, які містять живі мікроорганізми, або їхні метаболічні продукти, що призначені для використання у сільському господарстві. Серед основних мікроорганізмів які містяться в біопрепаратах є такі як ризобіактерії, які сприяють фіксації атмосферного азоту, мікоризні гриби – сприяють збільшенню доступності мінеральних елементів для рослин, бактерії-антагоністи, які конкурують зі шкідниками та патогенами та інші корисні організми, які покращують ріст рослин, збільшують врожайності та допомагають у боротьбі зі шкідниками та хворобами, а також для поліпшення якості ґрунту та його охорони.

Біодобрива класифікуються за різними критеріями, до уваги беруться їхнє походження, склад, спосіб використання та ефективність. За походженням розрізняють біодобрива органічного або мінерального походження. Якщо біодобрива були виготовлені з природних джерел, таких як тваринні і рослинні відходи, компости, гумус і бактеріальні препарати – це органічні, якщо біодобрива містять поживні речовини, які зазвичай отримують з мінеральних джерел, таких як фосфати, калійні солі і азотні сполуки – мінеральні.

За складом та вмістом поживних речовин біодобрива поділяються на азотні, фосфорні та калійні – все залежить від переважної кількості основного елемента ще існують комплексні біодобрива, які містять комбінацію серед різних поживних речовин.

За способом застосування біодобрива бувають прямого застосування, коли без додаткових заходів вноситься органіка у вигляді компосту, перегною або мульчі; рідинні – застосовуються шляхом поливу або підживлення рослин під час поливу; гранульовані або порошкоподібні біодобрива застосовуються шляхом розсипання на ґрунт перед посівом або під час розпушування ґрунту.

За мікробіологічним складом поділяються на біопрепарати та біорегулятори. Перші містять живі мікроорганізми, що сприяють поліпшенню структури ґрунту, біологічному розкладанню органічних речовин та іншим корисним процесам, а другі – корисні мікроорганізми, такі як бактерії та гриби, які сприяють збільшенню врожайності та стійкості рослин до стресів. Надана класифікація може

перетинатися, і найчастіше біодобрива використовуються у різних комбінаціях для досягнення найкращих результатів у сільському господарстві та садівництві. Використання біопрепаратів допомагає зменшити використання хімічних добрив та пестицидів, зменшити негативний вплив на навколишнє середовище та забезпечити стійкий та ефективний зріст рослин.

Окрім біологічних добрив, які застосовують для підживлення ґрунтової біоти та забезпечують рослини необхідними поживними елементами, ефективним є застосування біологічних засобів захисту рослин. Використання біологічного захисту рослин стає все більш актуальним і цінним методом в сільському господарстві. У провідних країнах світу фермери використовують біологічні препарати широкого спектра дії, адже біологічні агенти захисту рослин зазвичай не мають токсичного впливу на людей, тварин та навколишнє середовище, що робить їх безпечними для використання навіть у більш чутливих екологічних системах. Збереження екологічної рівноваги та родючості ґрунту проявляється у повному розкладанні біопрепаратів та їх залишки не забруднюють ґрунт, воду та повітря токсичними речовинами, сприяють створенню стійких та стабільних екосистем, що працюють у гармонії з природою і мають потенціал для ефективного контролю шкідників та хвороб у довгостроковій перспективі.

В органічному землеробстві рослинна продукція вирощується без використання синтетичних пестицидів та добрив, а також без генетично модифікованих організмів. Це дозволяє отримувати продукцію, яка більш природна та відповідає вимогам екологічного виробництва. Користь вживання органічної рослинної продукції очевидна, вона вирощується без використання синтетичних пестицидів, гербіцидів та штучних добрив, зменшуючи ризик впливу на здоров'я споживачів через відсутність хімічних залишків у їжі. Органічні продукти містять більше вітамінів, мінералів та антиоксидантів порівняно з продуктами, які вирощуються за допомогою хімічних пестицидів та добрив. Оскільки органічні продукти вирощуються у більш природних умовах, вони часто мають більш яскравий смак та аромат.

За даними проведеного дослідження Дослідним інститутом органічного сільськогосподарства (FiBL., Швейцарія) у партнерстві із SAFOSO AG (Швейцарія) найбільшу кількість органічних сільськогосподарських угідь відводиться в Австралії та Океанії та складає 53,2 млн га, друге місце за площею займають Європейські країни у загальному значенні близько 18,5 млн га, у Північній та Південній Америці загальна площа угідь складає 13,1 млн га. Серед країн світу в яких найбільшу кількість відведеної площі під органічні сільськогосподарські землі стали: Австралія – 53 млн. га, Індія – 4,7 млн. га та Аргентина 4,1 млн. га, Китай та Франція по 2,9 млн. га, а також щороку відбувається збільшення на 10–20% кількості площ, які відводяться під органічне виробництво в усьому світі.

За приведеними офіційними статистичними оглядами IFOAM (Міжнародної федерації рухів екологічного сільськогосподарства) навела результати моніторингового спостереження у 2022 році, в якому зазначено, що загальна площа сільськогосподарських земель (органічних та перехідного періоду) в Україні склала 263 тис. га, що становить 1% від загальної площі сільськогосподарських земель (зокрема 246 тис. га з органічним статусом). Кількість органічних операторів становила 461, серед них було 418 сільгоспвиробників [10]. Проте за останні роки 2022–2023 рр. спостерігається спад кількості операторів та площ під органічним виробництвом, і це пояснюється великими втратами земель та матеріально-технічної бази та зменшення трудових ресурсів. Більшість українських органічних

господарств були розташовані в Київській, Одеській, Херсонській, Полтавській, Вінницькій, Закарпатській, Львівській, Житомирській областях (рис. 1).

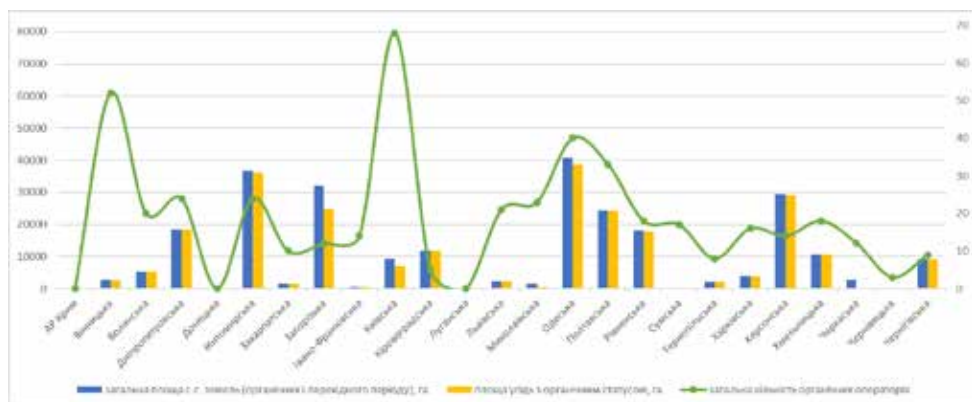


Рис. 1. Зайнятість в органічному виробництві за областями України

Експортні можливості України щодо постачання органічної продукції за 2021 рік у загальному обсязі склали 261 тис. тонн, що еквівалентно близько 222 млн доларів США. Як відомо, що понад 80% було експортовано до країн Європи. Попри повномасштабну війну, за даними аналізу ТОВ «Органік Стандарт» за 2022 рік Україна здійснила експорт понад 225 тис. тонн органічної продукції до країн Європи. Обсяги експорту органічної продукції залізницею та автомобільним транспортом збільшилися, але зменшилися обсяги експорту суднами.



Рис. 2. Динаміка стану органічного ринку України

На внутрішньому ринку України у 2021 році було реалізовано майже 9,8 тис. тонн органічної продукції власного виробництва, що становило загальну суму близько 33 млн. доларів США. У 2022 році реалізацію органічних продуктів було зменшено до 6 тис. тонн загальною сумою на 17 млн. дол. США. Органічний ринок було представлено овочами та фруктами, зерновими і круп'яними виробами, борошном, насінням; соками і напоями та пюре, олією в асортименті, яйцями, молочною та м'ясною продукцією тощо. Найбільшими каналами збуту органічних продуктів виступають мережі супермаркетів у різних містах України.

Висновки та пропозиції. В результаті ведення органічного землеробства зменшується вміст хімічних залишків у рослинній продукції, оскільки при її вирощуванні не використовуються синтетичні пестициди та добрива. Органічне землеробство сприяє збереженню родючості ґрунту через використання органічних добрив та методів, спрямованих на підтримку здоров'я ґрунтового покриву. У довгостроковій перспективі правильне ведення органічного господарства призводить до підвищення родючості ґрунту та стабільнішого виробництва.

Одним із важливих питань для розвитку органічного ринку в Україні є необхідність у розробці чітких та вимогливих стандартів для виробництва, обробки та маркування органічних продуктів, з метою унормувати процеси виробництва та забезпечити високу якість органічної продукції.

Важливо встановити процедури сертифікації, які були б доступні та ефективні для виробників, а також забезпечували відповідність їхньої діяльності вимогам органічних стандартів. Необхідно забезпечити ефективний контроль з боку державних органів та сертифікаційних органів для перевірки відповідності виробників органічним стандартам, що включатиме нагляд за процесом виробництва, обробки та маркування продукції.

Важливо проводити інформаційні кампанії серед виробників та споживачів щодо переваг органічної продукції, правил вирощування та використання органічних продуктів. Забезпечення високої якості органічної продукції та її відповідності встановленим стандартам є важливим для збереження довіри споживачів та розвитку ринку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Басанець О. 10 способів покращення стану ґрунтів. Головний сайт для агрономів SuperAgronom.com [Електронний режим доступу] <https://superagronom.com/articles/407-10-sposobiv-pokraschennya-stanu-gruntiv> (дата звернення 14.04.2024 р.).
2. Благодарь К.С. Мікробіологічні засоби захисту рослин. Актуальні питання біотехнології, екології та природокористування. Полтава, 2023. С. 109-110.
3. Флакєй В. В. Вплив біологічних добрив на екологію ґрунтів та покращення їх родючості. Мікробіологія в сучасному сільськогосподарському виробництві: мат-ли XV наук. конф. молодих вчених. Чернігів, 2022. С. 91-93.
4. Бунас, А. А., Ткач, Є. Д., Дворецький, В. В. Біологічні засоби захисту рослин в Україні під час воєнного стану. Редакційна колегія, 36. 2023.
5. Dunham Trimmer's Global Biocontrol Report Market Overview, Trends, Drivers and Insights, 2019. URL: <https://dunhamtrimmer.com/reports/global-biocontrol-market-report/>
6. Аверчев О.В., Нікітенко М.П. Органічне рослинництво як альтернативне виробництво безпечних якісних продуктів. Сучасна наука: стан та перспективи розвитку. матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції. 2022 р. м. Кропивницький. С. 28-30.
7. Аверчев О.В., Нікітенко М.П. Біологічне землеробство на посівах проса Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки / Херсонський державний аграрно-економічний університет. Херсон. 2021 р. Вип. 119. С 3-8.
8. Бойко Л.О. Органічне виробництво продукції як пріоритетний напрям розвитку агробізнесу. Проблеми і перспективи економічного розвитку в умовах модернізаційних процесів в Україні та світі : матеріали всеукр. наук.-практ. конф., 2023 р., В 2х частинах. Ч.1. Кропивницький : РВЛ ЦНТУ, 2023. С. 33-34.
9. Сидякіна О. В. Сучасний стан родючості ґрунтів півдня України та шляхи його покращення. Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції

ції «Світові рослинні ресурси: стан та перспективи розвитку», Вінниця, 2019. С. 216-218.

10. Щорічний довідника в галузі органічного сільського господарства. Світ органічного сільського господарства 2023. станом на 31.12.2021. Дослідний інститут органічного сільського господарства (FiBL, м.Фрік, Швейцарія) та IFOAM – Organics International. <https://organicinfo.ua/infographics/organic-farmland-world-2023/>

11. Regulation (EC) No 1107/2009 of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009 concerning the placing of plant protection products on the market and repealing Council Directives 79/117/EEC and 91/414/EEC. URL: <https://eurlex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32009R1107>.

УДК 631.53.04.:633.361(292.485)(477.4)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.3>

ФОРМУВАННЯ ГУСТОТИ ТРАВСТОЮ ЕСПАРЦЕТУ ПОСІВНОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ВПЛИВУ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ

*Аврамчук Б.І. – здобувач кафедри рослинництва,
Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Культура еспарцет на сучасному етапі набуває поширення в інтенсивному кормовиробництві. Вона виокремлюється серед інших культур високою урожайністю, кормовими якостями, посухостійкістю, проявляє себе як цінний фітомеліорант. Це високопластична культура, яка стійка проти патогенів, добре пристосована до різних ґрунтово-кліматичних умов. Відрізняється високим вмістом кормового білка, – в 1 кг зеленого еспарцету міститься 0,22 к. од., 31 г перетравного протеїну, 2,7 г кальцію, 0,7 г фосфору, 50 мг каротину, кальцію 0,9–1,5 %, магнію 0,2–0,3 %, ряд мікроелементів – міді 1,5–2,5 %, кобальту 0,2–0,3 %, сірки 0,1–0,2 %, незамінних амінокислот – лізину 2,8 г/кг, метіоніну 1–2 г/кг.

Ці показники значно покращують якість молока, молочних продуктів, а також сприяють підвищенню приросту живої маси великої рогатої худоби та свиней. Зважаючи на наведене вище, можна стверджувати, що запровадження вирощування еспарцету у створенні кормових угідь значно підвищить продуктивність та зменшить собівартість заготівлі високоякісних і збалансованих кормів.

Метою досліджень було встановити комплексний вплив елементів технології: норм висіву, способів сівби та удобрення на формування густоти рослин еспарцету посівного. Найбільшою кількістю рослин у варіанті без добрив нами відмічено при ширині міжрядь 30 см, яка коливалася від 367 до 384 шт./м², найменший показник був при ширині міжрядь 7,5 см на контролях 356–371 шт./м². За ширини міжрядь 15 см кількість рослин зростала від 362 до 374 шт./м², за ширини міжрядь 45 см спостерігалося зменшення кількості порівняно з шириною міжрядь 30 см 363–374 шт./м².

Вплив норм висіву був неоднаковим. Так при 5 млн шт./га нами відзначена найменша густина рослин. Збільшення норми висіву до 6 млн шт./га сформувало оптимальну густоту травостою за якої випадання рослин було найменшим. Проте збільшення норми висіву до 7 млн шт./га не підвищило досліджуваній показник, а навіть децю зменшило.

Ключові слова: густина, норма висіву, спосіб сівби, удобрення, еспарцет посівний.

Avramchuk B.I. Formation of plant density in esparcet sowings as affected by elements of cultivation technology

Esparcet is becoming a widespread crop in intensive feed production. It stands out among other crops with high yield and feed qualities, drought resistance, and is a valuable crop for phytoremediation. It is a highly plastic crop that is resistant to pathogens and well adapted to different soil and climatic conditions. It is characterised by high protein content. 1 kg of green biomass of esparcet contains 0.22 feed units, 31 g of digestible protein, 2.7 g of calcium, 0.7 g of phosphorus, 50 mg of carotene, 0.9–1.5% of calcium, 0.2–0.3% of magnesium, and a number of trace elements, such as copper (1.5–2.5%), cobalt (0.2–0.3%), sulphur (0.1–0.2%), essential amino acids (lysine 2.8 g/kg and methionine 2 g/kg).

These indicators significantly improve the quality of milk, dairy products, and also contribute to an increase in the live weight gain of cattle and pigs. In view of the above, it can be argued that the introduction of esparcet into green feed production will significantly increase productivity and reduce the cost of harvesting high-quality and balanced feed.

The purpose of the research was to establish the complex influence of the cultivation technology elements (sowing rate, sowing method, and application of fertiliser) on the formation of plant density of esparcet sowings. We recorded the highest plant density in the treatment without fertilisers at a row width of 30 cm, which ranged from 367 to 384 plants/m², while the lowest plant density was at a row width of 7.5 cm in the control treatments, where it ranged from 356 to 371 plants/m². At a row width of 15 cm, plant density increased from 362 to 374 plants/m², while at a row width of 45 cm, there was a decrease in the plant density compared to the row width of 30 cm (363–374 plants/m²).

The impact of the sowing rate was uneven. Thus, at a sowing rate of 5 million seeds/ha, we recorded the lowest plant density. An increase in the sowing rate to 6 million seeds/ha ensured the optimal plant density of esparcet sowings, at which the loss of plants was the smallest. However, an increase in the sowing rate to 7 million seeds/ha did not increase the studied indicator, even slightly reduced it.

Key words: *plant density, sowing rate, method of sowing, fertiliser, esparcet.*

Постановка проблеми. У життєдіяльності травостою еспарцету посівного одним серед важливих показників продуктивності є густина рослин, яка залежить від умов середовища та технологічних прийомів. Густина рослин являє собою не тільки каркас просторової побудови надземної частини рослин, а й зумовлює потужність їх кореневої системи. Тому посіви, оптимізовані за кількістю та рівномірністю розміщення рослин і стебел, мають сприятливіші умови ґрунтового, світлового і повітряного живлення. Це особливо важливе щодо зменшення екологічної напруги при вирощуванні за інтенсивними технологіями [2, с. 17–23; 9, с. 8–16].

За менших норм висіву підвищується стійкість до вилягання, відбувається за рахунок пагонів коренева система ефективніше використовує мінеральні добрива, поліпшується індивідуальний розвиток кожної рослини, фітосанітарний стан посівів, зменшується внутривидова боротьба між рослинами, підвищується польова схожість, зимостійкість [4, с. 306–312; 8, с. 249–256].

Оптимальну норму висіву, поряд з іншими агротехнічними чинниками, А. А. Ничипорович розглядає, як спосіб утворення максимально досконалої оптико-фізіологічної системи посівів для формування урожаю.

Проблема формування високопродуктивних посівів передусім пов'язана із завданням створення на полі стеблостою оптимальної щільності. Тобто кількість рослин на одиниці площі, яка зумовлює повне змикання рослин і дозволяє з найбільшою ефективністю використовувати площу живлення й освітлену поверхню листків, що забезпечує найвищу продуктивність фотосинтезу та максимальну врожайність за даних умов [1, с. 16–24; 3, с. 63–71; 5, с. 301–306].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Повне розкриття біологічного потенціалу продуктивності рослин залежить від площі живлення і її форми.

Ці чинники визначають рівень конкурентної боротьби рослин в посіві і значною мірою впливають на показники асиміляційної продуктивності культур. Густота посівів тісно пов'язана з площею листової поверхні рослин, яка за рахунок процесів фотосинтезу, перетворює сонячну енергію органічну речовину [7, с. 62–67].

Продуктивність травостою тісно залежить від кількості рослин та продуктивних стебел. Площа живлення та фотосинтетична активність відіграє важливу роль у житті рослин, оскільки поглинає сонячне світло, яке за допомогою фотосинтезу потім перетворюється на цукри. Показник густоти показує здатність рослин до фотосинтезу, його ще називають «зелена кров рослин» [6, с. 35–44].

Для формування оптимальних показників густоти посівів важливо передбачити оптимальний розподіл рослин по площі живлення, який забезпечується способом сівби і нормою висіву насіння. Вдало підібрані оптимальні варіанти поєднання цих технологічних чинників, за умов достатнього зволоження і поживного режиму, може забезпечити максимальну продуктивність рослин. Тому, вивчення комплексного впливу норм висіву насіння та способів сівби та удобрення на густоту травостою еспарцету посівного є актуальним питанням, яке потребує детального вивчення.

Мета досліджень: встановити оптимальну густоту рослин еспарцету посівного залежно від впливу елементів технології вирощування: норми висіву, способів сівби та удобрення.

Матеріали та методи досліджень. Польові дослідження проводилися протягом 2011–2013 рр. на дослідних ділянках ВП НУБіП «Агрономічна дослідна станція», що знаходиться в селі Пшеничному, Васильківського району, Київської області, Правобережного Лісостепу України.

Грунт на дослідному полі – чорнозем типовий малогумусний, за гранулометричним складом крупнопилувато – середньосуглинковий. До складу мінеральної твердої фази ґрунту входить 37% фізичної глини; 63% піску. Щільність ґрунту в рівноважному стані 1,16–1,25 г/см³. Вміст гумусу – 4,58%.

Схема досліді передбачала вивчення дії та взаємодії трьох факторів: А – норма висіву; В – спосіб сівби; С – удобрення. Агротехніка у досліді – загальноприйнята для умов Правобережного Лісостепу України. Площа облікових ділянок – 25 м², повторність чотириразова.

В умовах Правобережного Лісостепу України на чорноземах типових для забезпечення оптимальної густоти рослин еспарцету посівного застосовували наступні елементи технології: Висівали еспарцет посівний із різними нормами 5;6;7 млн шт./га, різними способами сівби 7,5; 15; 30; 45 см та різним фоном удобрення: (контроль без добрив); P₆₀ K₉₀; N₃₀ P₆₀ K₉₀; N₄₅ P₆₀ K₉₀. Підживлення мінеральними добривами початок весняної вегетації та після першого укусу. Для ефективного заробляння мінеральних добрив у ґрунт та знищення ґрунтової кірки застосовувати ротажну борону. У виконанні експериментальної частини досліджень використовували рекомендації Єщенко В.О. [10, с. 37–42].

Статистичну обробку отриманих результатів виконували в програмі Microsoft Office Excel.

Результати досліджень. У проведених дослідженнях вивчалася формування густоти травостою еспарцету посівного залежно від досліджуваних факторів: способів сівби, норм висіву та удобрення (табл. 1).

Таблиця 1

**Густина травостою еспарцету посівного
в середньому за 2011–2013 роки, шт./м²**

Ширина міжрядь, см	Доза добрив, кг/д.р.	Норми висіву, млн шт./га		
		5	6	7
7,5	Без добрив	356	371	366
	P ₆₀ K ₉₀	365	382	376
	N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	373	390	384
	N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	370	387	381
15	Без добрив	362	374	370
	P ₆₀ K ₉₀	376	387	384
	N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	388	394	390
	N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	382	390	387
30	Без добрив	367	384	378
	P ₆₀ K ₉₀	376	392	387
	N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	390	407	401
	N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	386	402	397
45	Без добрив	363	379	374
	P ₆₀ K ₉₀	373	389	383
	N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	385	401	396
	N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	381	396	391
	Середнє	375	386	394
	Sx	2	2	4
	V%	2,6	2,6	4,3
	S	10	10	17
	НІР ₀₅	7	7	13

Найбільшою кількістю рослин на контролях нами відмічено при ширині міжрядь 30 см, яка коливалася від 367 до 378 шт./м², найменший показник був при ширині міжрядь 7,5 см на контролях 356–371 шт./м². За ширини міжрядь 15 см кількість рослин зростала від 362 до 374 шт./м², за ширини міжрядь 45 см спостерігалось зменшення кількості порівняно з шириною міжрядь 30 см 363–374 шт./м².

Вплив норм висіву був неоднаковим. Так при 5 млн шт./га нами відзначена найменша густина рослин. Збільшення норми висіву до 6 млн шт./га сформувало оптимальну густоту травостою за якої випадання рослин було найменшим. Проте збільшення норми висіву до 7 млн шт./га не підвищило досліджуваній показник, а навіть дещо зменшило (рис. 1).

Висновки. Встановлено найбільшу густоту рослин ми зафіксували на варіантах із внесенням добрив при ширині міжрядь 30 см. Порівняно з контролем без внесення добрив 367–384 шт./м², при внесенні P₆₀ K₉₀ – 376–392 шт./м². Різниця знаходилася в межах 8–9 рослин. При внесенні добрив N₃₀ P₆₀ K₉₀ густина рослин була найвищою, що становила 390–407 шт./м², різниця з контролем становила 23 шт./м². Збільшення норми добрив до N₄₅ P₆₀ K₉₀ не сприяло збільшенню

густоти, а навіть дещо її зменшило до 381–391 шт./м², різниця з контролем була 7–14 шт./м².

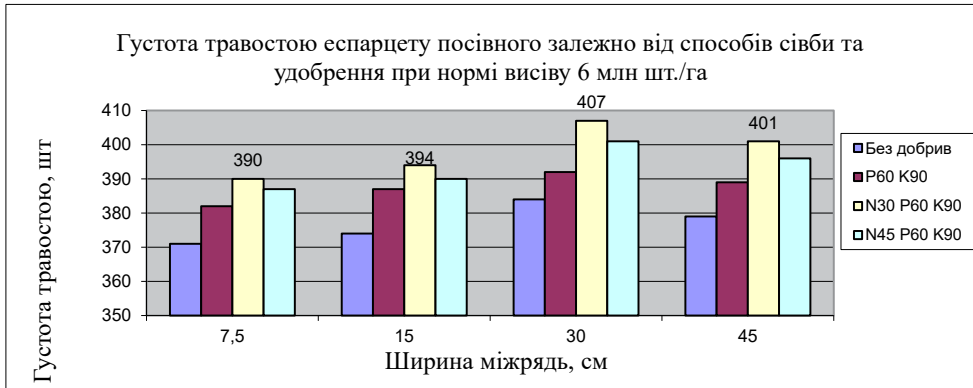


Рис. 1. Густота травостою еспарцету посівного залежно від способів сівби та удобрення при нормі висіву 6 млн шт./га

Отже найвищу густоту травостою за 2011–2013 роки еспарцету посівного ми досягли: за ширини міжрядь 30 см, нормі висіву 6 млн шт./га та удобренні N₃₀ P₆₀ K₉₀, що становила 407 шт./м².

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Демидась Г.І., Свистунова І.В., Лихошерст Е.С. Інтенсивність наростання вегетативної маси еспарцету залежно від видового складу та мінерального живлення. *Науковий вісник НУБіП України. Серія: Агронія*. 2018. Вип. 294. С. 16-24.
2. Демидась Г.І., Лихошерст Е.С., Свистунова І.В., Еспарцет -перспективна культура в кормовиробництві. *Науковий вісник НУБіП України. Серія: Агронія*. 2017. Вип. 269. С. 17-23.
3. Квітко Г.П., Поліщук В.А., Мазур В.А., Протопіш І.Г., Демидась Г.І. та ін. Багаторічні трави як фактор стабільного розвитку землеробства України. *Землеробство. Міжсвідомчий тематичний науковий збірник*. 2013. Вип. 85. С. 63-71.
4. Лихочвор В.В. Мінеральні добрива та їх застосування. Львів: Українські технології. 2008. С. 306-312.
5. Боговін А.В., Слюсар І.Т., Царенко М.К. Трав'яністі біоценози, їхнє поліпшення та раціональне використання. К. Аграрна наука. 2005. С. 301-306.
6. Коваленко В. П., Зінченко О.І., Демидась Г.І. Деякі аспекти кормовиробництва в теорії і практиці. *Earth Bioresources and Life Quality*. 2013. № 3. Р. 35-44.
7. Коваленко В. П., Бойко М.І., Вивчення різноманітності генетичних ресурсів люцерни посівної у залежності від умов вирощування. *Науковий вісник НУБіП України*. № 243. 2020. С. 66-72.
8. Коваленко В. П., Коковіхін С.В., Гальченко Н.М. Науково-практичні засади вирощування бобових трав в умовах Лісостепу і Степу України: монографія. Херсон. Айлайт, 2019. С. 249-256.
9. Оліфірович В. О. Продуктивність багаторічних агрофітоценозів залежно від складу травосумішок і режиму їх використання. *Вісник аграрної науки*. № 3 (780). 2018. С. 8-16.
10. Основи наукових досліджень в агрономії / В.О. Єщенко, П.Г. Копитко, В.П. Опришко, П.В. Костогриз. К.: Дія, 2005. 288 с.

УДК 631.5:633.13

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.4>

БІОЛОГІЧНОАКТИВНІ РЕЧОВИНИ ТА ЇХ ВПЛИВ НА УРОЖАЙНІСТЬ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО

Андрейченко О.Г. – к.с.-г.н.,

старший викладач кафедри загального землеробства,

Центральноукраїнський національний технічний університет

У статті наведено результати проведених досліджень у 2021–2023 рр., метою яких було встановити вплив біопрепаратів, регуляторів росту та мікродобрива на урожайність ячменю ярого в умовах північного Степу. Ґрунт дослідних ділянок чорнозем звичайний середньогумусний глибокий важкосуглинковий. Схема досліду передбачала обробку насіння перед сівбою біопрепаратами діазофіт (200 мл/га н. в.) та поліміксобактерин (150 мл/га н. в.) та варіант без обробки, згодом по вегетації у фазу куцїння проводили обприскування посівів регуляторами росту агростимулін та біосил (по 10 мл/га) і мікродобривом реаком (4 л/га). Попередник – соя. Інші технологічні процеси вирощування були загальноприйнятими. Клімат зони помірно-континентальний. Характеризується інтенсивним підвищенням температури весною, також тривалими бездощовими періодами. Що впливає на отримання дружних сходів, може з'явитися асинхронність пагонів. Подальші бездощові періоди також мають вплив на виповненість зерна. Але при використанні біологічноактивних речовин негативний вплив погодних умов на рослини зменшуються, рослини стають більш витривалими.

Під час проведення досліджень було визначено, що польова схожість збільшується на 1,5 % за рахунок обробки насіння біологічноактивним препаратом діазофіт нормою 200 мл на гектарну норму висіву.

Більшу масу зерна 0,99 з колоса та 1,68 г з рослини отримали у варіанті, де використовували поліміксобактерин при обробці насіння і обприскування посівів реакомом у фазі куцїння, порівняно до контролю приріст становив 17,9 та 15,1 % відповідно. Спостерігалася більша виповненість зерна у такому ж варіанті порівняно з контролем. Маса 1000 зерен становила 45,8 г, що на 7,5 % перевищувало показник у контрольному варіанті.

Ячмінь ярий в умовах нестійкого зволоження північного Степу у контрольному варіанті формував урожайність на рівні 3,90 т/га, тоді як проведення таких заходів як обробка насіння мікробним препаратом поліміксобактерин та проведення обприскування посівів у фазу куцїння препаратом реаком, що містить в собі мікроелементи, можливо збільшити продуктивність культури на 15,6 %, тобто до рівня 4,51 т/га.

Ключові слова: ярий ячмінь, біопрепарат, мікродобриво, регулятор росту, урожайність.

Andreichenko O.H. Biologically active substances and their influence on spring barley yield

The article presents the results of research conducted in 2021–2023 to determine the effect of biological products, growth regulators, and microfertilizers on spring barley yields in the northern Steppe. The soil of the experimental plots is ordinary medium-humus deep heavy loamy black soil. The scheme of the experiment included treatment of seeds before sowing with biological products diazophyt (200 ml/ha n.a.) and polymixobacterin (150 ml/ha n.a.) and the option without treatment, then during the vegetation in the tillering phase, crops were sprayed with growth regulators agrostimulin and biosil (10 ml/ha) and microfertilizer reacom (4 l/ha). The predecessor was soybean. Other technological processes of cultivation were generally accepted. The climate of the zone is temperate continental. It is characterized by an intense increase in temperature in the spring, as well as long dry periods. This affects the emergence of friendly seedlings, and asynchrony of shoots may appear. Subsequent dry periods also have an impact on grain fullness. However, when using biologically active substances, the negative impact of weather conditions on plants is reduced, and the plants become more resilient.

During the research, it was determined that field germination increases by 1.5% due to the treatment of seeds with the biologically active preparation diazophyt at a rate of 200 ml per hectare of seeding rate.

A greater grain weight of 0.99 per ear and 1.68 g per plant was obtained in the variant where polymyxobacterin was used for seed treatment and spraying of crops with reakom in the tillering phase, compared to the control, the increase was 17.9 and 15.1%, respectively. There was a higher grain fullness in the same variant compared to the control. The weight of 1000 grains was 45.8 g, which was 7.5% higher than in the control variant.

Spring barley in the conditions of unstable moisture of the northern Steppe in the control variant formed a yield of 3.90 t/ha, while such measures as seed treatment with the microbial preparation polymyxobacterin and spraying of crops in the tillering phase with the preparation reakom containing microelements can increase the productivity of the crop by 15.6%, i.e. to the level of 4.51 t/ha.

Key words: *spring barley, biological product, microfertilizer, growth regulator, yield.*

Постанова проблеми. Урожайність ячменю ярого значним чином залежить від погодних умов та агротехнічних заходів. Одним із сучасних рішень підвищення продуктивності культури є застосування біопрепаратів, регуляторів росту та мікродобрив.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Агротехнології потребують нестандартних рішень для досягнення вищих врожаїв сільськогосподарських культур. Такими є регулятори росту, мікродобрива та препарати виготовленні на основі мікроорганізмів.

Аналіз джерел літератури свідчить про те, що нині з'явилися препарати, норми внесення яких під основні культури становлять десятки грамів чи міліграмів на тону насіння або гектар посівів [1]. В сучасних технологіях регулятори росту застосовують, як при допосівній обробці насіннєвого матеріалу, так і для обприскування посівів. Вони помітно впливають на покращення посухо- і морозостійкості рослин.

Отримання сталих і високих врожаїв сільськогосподарських культур нерозривно пов'язане з родючістю ґрунту, рівень якого залежить від інтенсивності процесів життєдіяльності організмів, які його населяють. Мікрофлорі ґрунту властиві функції, фіксації молекулярного азоту з повітря, трансформація мінералів і органічних речовин у доступну для рослин форму. З'ясовано, що важливою стороною рослинно-мікробних взаємодій у ґрунті є продукування мікроорганізмами фітогормонів, антибіотиків, які стимулюють ріст рослин і захищають їх від ґрунтової інфекції та шкідників [2].

Застосування сучасних мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур позитивно діє на засвоєння інокульованими рослинами діючої речовини з добрив та істотному зростанню їхньої урожайності [3].

Використання препаратів азотфіксуючих і фосформобілізуєчих бактерій в технологіях вирощування злакових зернових культур можливе при розробці заходів, що дозволяють поєднувати бактеризацію насіннєвого матеріалу із застосуванням мінеральних добрив [4].

Впровадження у практику сільського господарства інтенсивних, високоврожайних сортів сільськогосподарських культур потребує створення у прикореневій зоні рослин дедалі вищих концентрацій легкодоступних сполук поживних елементів. При впровадженні біологічних препаратів у існуючі аграрні технології спостерігається підвищення азотфіксуючого і фосформобілізуєчого потенціалу ґрунтової біоти, зниження залежності рослин від погодних факторів (заморозків, засухи, механічних пошкоджень), зниження рівня хвороб рослин та регулювання чисельності шкідників, біологічна стимуляція росту та ін. [5].

Інокуляція насіння ячменю ярого перед сівбою активізує процес мобілізації фосфору з ґрунту, при цьому збільшується чисельність бактерій, відповідальних за цей процес. Установлено, що в разі інокуляції насіння ячменю мікробіологічними препаратами зростає чисельність фосформобілізуючих бактерій, відповідальних за процес мобілізації фосфору з ґрунтових резервів, і підвищується врожайність культури на 10–34 % [6].

Отже, доцільність використання бактеріальних препаратів у галузі рослинництва не викликає сумнівів, оскільки цей процес екологічно безпечний і економічно доцільний.

Постанова завдання. Мета дослідження. Визначення впливу регуляторів росту, мікродобрива та біопрепаратів на продуктивність ячменю ярого.

Матеріали й методика досліджень. Дослідження проводили у 2021–2023 рр. у зоні північного Степу України. Ґрунт дослідних ділянок – чорнозем звичайний середньогумусний глибокий важкосуглинковий. Застосовували для інокуляції біопрепарати діазофіт (200 мл/га н. в.) та поліміксобактерин (150 мл/га н. в.); для обприскування посівів – регулятори росту агростимулін та біосил (по 10 мл/га) і мікродобриво реаком (4 л/га). Дослід закладався методом блоків, розміщення варіантів систематичне. Повторність чотириразова. Попередник – соя. Технологія вирощування крім питань, які поставлені на вивчення, загальноприйнята для зони вирощування.

Клімат зони помірно-континентальний. Настання весни характеризується інтенсивним підвищенням температур. На території Кіровоградської області також можуть спостерігатися тривалі бездошові періоди.

Формування кущистості ячменю ярого напряму залежить від вмісту вологи в ґрунті. Так, дефіцит вологи під час кушіння викликає асинхронність розвитку пагонів та знижує проєктивну кущистість. Також посуха від фази колосіння до досягання зерна знижує його виповненість. Тому можна зазначити, що погодні умови, які мають місце в період розвитку рослин ячменю ярого мають прямий вплив на формування врожайності. Результати досліджень свідчать про те, що погодні умови, які змінювались у період вегетації, мали вплив на урожайність ячменю ярого за роками досліджень. Використання біологічно активних речовин дозволяє зменшити негативний вплив посухи, оптимізувати ріст та розвиток рослин ячменю ярого та підвищити продуктивність культури.

Результати та обговорення. Отримання дружніх сходів насіння ячменю ярого залежить від багатьох показників, наприклад, таких як температура ґрунту та його вологість, якість підготовки ґрунту, вибір кращого попередника для того щоб було в достатку поживних речовин в ґрунті, не малу роль має вибір якісного посівного матеріалу та ін. [7] Вплив на польову схожість ячменю ярого мало використання мікробних препаратів (рис. 1).

Польова схожість в середньому за роки досліджень становила 88 % у варіанті без обробки біологічними препаратами (контроль). Тоді як інокуляція препаратами діазофіт та поліміксобактерин сприяють зростанню показника на 1,5 та 1,3 %. Вищий показник був у варіанті обробки насіння перед сівбою діазофітом нормою 200 мл на гектарну норму висіву.

Використання активних речовин при вирощуванні ячменю ярого позитивно впливали на процес формування виповненості зерна як з колосу, так і з рослини.

Так, маса зерен із колоса зростала при застосуванні мікробних препаратів на 7,1–9,5 %, регуляторів росту і мікродобрива на 6,0–13,1 %, а їх поєднання на 9,5–17,9 %.

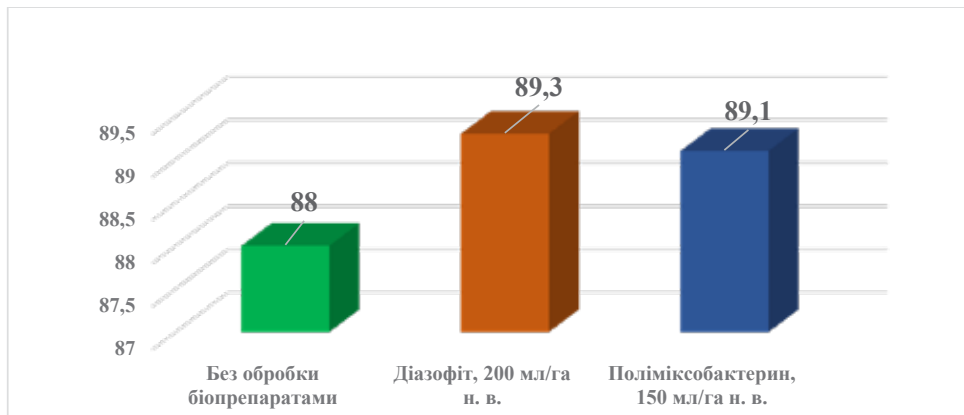


Рис. 1. Вплив інокуляції насіння перед сівбою бактеріальними препаратами на польову схожість ячменю врожаю, %

У контрольному варіанті (без обробки) маса зерна з головного колоса і з рослини складала 0,84 і 1,46 г відповідно. Більшу масу зерна 0,99 з колоса та 1,68 г з рослини отримали у варіанті, де використовували поліміксобактерин при обробці насіння і обприскування посівів реакомом у фазі кущіння (табл. 1).

Таблиця 1

Вплив біопрепаратів та регуляторів росту на масу зерна ячменю врожаю півщого, г

Інокуляція насіння біопрепаратом	Використання РРР і мікродобрива			
	контроль	Агростимулін, 10 мл/га	Біосил, 10 мл/га	Реаком, 4 л/га
з головного колоса				
Без обробки біопрепаратами	0,84	0,91	0,89	0,95
Діазофіт, 200 мл/га н. в.	0,90	0,94	0,92	0,96
Поліміксобактерин, 150 мл/га н. в.	0,92	0,97	0,96	0,99
з рослини				
Без обробки біопрепаратами	1,46	1,60	1,58	1,63
Діазофіт, 200 мл/га н. в.	1,52	1,65	1,62	1,64
Поліміксобактерин, 150 мл/га н. в.	1,54	1,66	1,66	1,68

Таким чином, можна стверджувати, що зростання показника маси зерна у ячменю врожаю можна досягти впровадженням в агротехнологічних процес біологічно активних речовин.

Маса насіння ще є важливим показником при підготовці до сівби. Виповненість зерна характеризується масою 1000 зерен і відображає його крупність, що забезпечує надійний запас поживних речовин, одержання дружних сходів і рівновеликий розвиток рослин впродовж вегетації при проростанні та ефективний біологічний розвиток рослин.

Застосування регуляторів росту та мікродобрива сприяло збільшенню маси 1000 зерен на 1,6–2,3 г порівняно з контролем (42,6 г) (рис. 2).

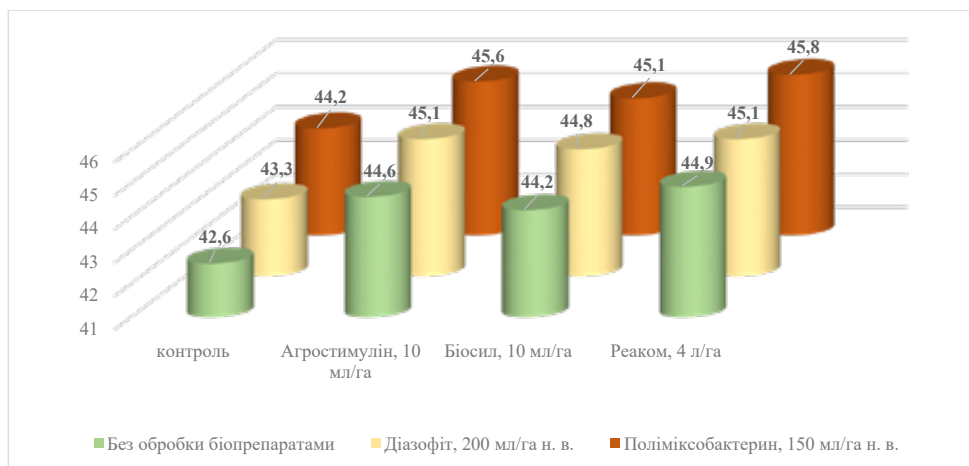


Рис. 2. Вплив біопрепаратів та регуляторів росту на масу 1000 зерен ячменю ярого, г

Обробка насіння перед сівбою біопрепаратами діазофіт та поліміксобактерин підвищувала показник порівняно з контролем на 1,6 та 3,8% відповідно. Найбільшу масу 1000 зерен (45,8 г) було отримано при обприскуванні рослин мікродобривом реаком на фоні інокуляції насіння поліміксобактерином.

Отже, від застосування біопрепаратів і мікродобрив маса 1000 зерен зростає до 7,5%, що сприяло інтенсивнішому накопиченню поживних речовин в зерні.

Використання біологічно активних речовин є одним із резервів підвищення врожайності та стійкості сільськогосподарських культур до несприятливих чинників довкілля.

Ячмінь ярий в умовах нестійкого зволоження північного Степу у контрольному варіанті становив 3,90 т/га (рис. 3).

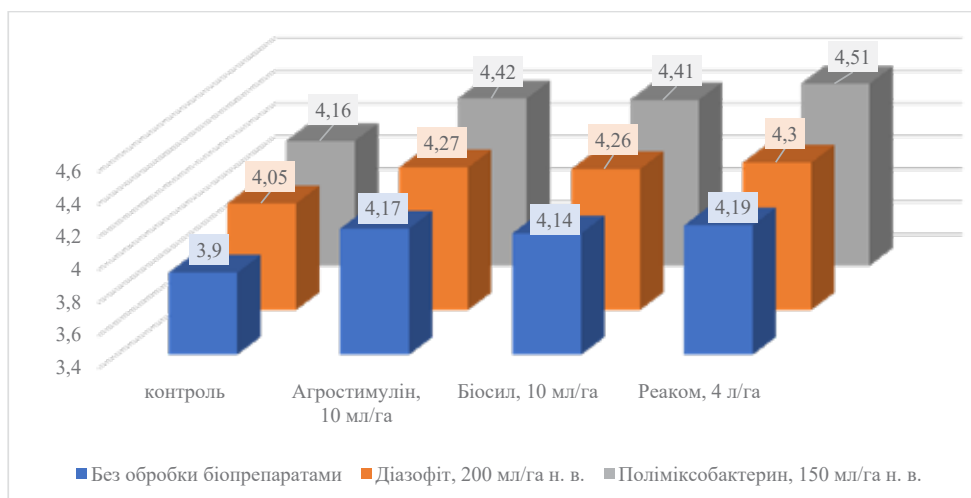


Рис. 3. Вплив біопрепаратів та регуляторів росту на врожайність ячменю ярого, т/га

Позитивний вплив на урожайність ячменю ярого мало обприскування посівів ріст регулюючими речовинами і сприяло підвищенню продуктивності культури на 6,2–6,9 %, а застосування хелатного мікродобрива реаком – на 7,4 %. Більшу урожайність (4,51 т/га) отримано при інокуляції насіння біопрепаратом поліміксобактерин і обприскування мікродобривом реаком.

Таким чином, більшу врожайність 4,51 т/га ячмінь ярий формували при поєднанні обробки насіння біопрепаратом поліміксобактерин та обприскування рослин у фазі кущіння мікродобривом реаком, що забезпечувало приріст порівняно з контролем 15,6 %.

Висновки. Отже, у вирішенні питання підвищення продуктивності ячменю ярого в посушливих умовах можливо за рахунок впровадження в технології вирощування комплексного використання біопрепаратів фосформобілізуючої дії у поєднанні з мікродобривами.

Так, при поєднанні обробки насіння біопрепаратом поліміксобактерин (150 мл/га н. в.) і обприскування посівів мікродобривом реаком (4 л/га) відмічався позитивний вплив на структуру врожаю та урожайність. Порівняно до контролю (3,90 т/га) урожайність зросла на 0,61 т/га (15,6 %).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Лихочвор В. Застосування регуляторів росту рослин на посівах зернових культур. *Пропозиція*. 2003. № 4. С. 56–57.
2. Бактерії на службі практичної агрономії URL: <https://azoter-ukraine.com.ua/bakterii-na-sluzbi-prakticnoi-agronomii>
3. Волкогон В. В., Дімова С. Б., Волкогон К. І. Вплив мікробних препаратів на засвоєння культурними рослинами поживних речовин. *Вісник аграрної науки*. 2010. № 5. С. 25–28.
4. Канпівець В. Г., Токмакова Л. М., Пищур І. М., Близнюк Н. М. Фосфор в ґрунті і шляхи його доступності рослинам. *Бюлетень ІСГМ УААН*. 1997. № 1. С. 27–28.
5. Вінюков О. О., Чугрій Г. А., Поплевко В. І., Шульц П., Скнипа Н. Л. Вплив мікробіологічних препаратів на фізіологічні процеси формування зернової продуктивності пшениці озимої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2022. № 2. С. 11–20.
6. Щербатий О. А. Роль мікробіологічних препаратів у підвищенні продуктивності ячменю. *Агрохімія і ґрунтознавство*. Харків, 2003. Вип. 64. С. 118–120.
7. Бомба М., Дудар І., Литвин О., Потопляк О. Формування врожаю сортів ячменю ярого залежно від норми висіву. *Львівський національний аграрний університет. Агрономія*. 2020. № 24. С. 67–71 (с. 67).

УДК 631.52:633.15:631.67

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.5>

ІНДЕКСИ УРОЖАЙНОСТІ ТА ЕФЕКТИВНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ У ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ РІЗНИХ ГРУП ФАО ЗА РІЗНИХ СТРОКІВ СІВБИ У ПІВНІЧНОМУ СТЕПУ УКРАЇНИ

Базиленко Є.О. – аспірант,

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства

Національної академії аграрних наук України

Марченко Т.Ю. – д.с.-г.н., доцент,

доцент кафедри захисту, генетики і селекції рослин,

Одеський державний аграрний університет

В неполивних умовах проведені дослідження зі встановлення адаптованості сучасних вітчизняних гібридів кукурудзи різних груп ФАО до агроecологічних умов Північного Степу України за різних строків сівби. Визначено вплив генотипу, строків сівби, флуктуації погодних умов на Індекс урожайності та Індекс ефективної продуктивності у гібридів кукурудзи різних груп ФАО. Встановлено, що Індекс урожайності гібридів кукурудзи має суттєвий зв'язок з генотиповими особливостями гібридів, строками сівби та погодними умовами року. Найвищим Індекс урожайності спостерігався у сприятливий за вологозабезпеченістю рік. Посушливість року призводила до різкого зниження індексу. Найбільш негативно реагували на погодні умови гібриди з ФАО 380 (Тронка) та ФАО 420 (Гілея) в біомасі яких зменшувалась зернова частка до 0,28 та 0,32 відповідно за посушливих умов. Пізні строки сівби (5 та 15 травня) призводили до зменшення Індeksu урожайності у всіх гібридів. У гібридів з більшою тривалістю періоду вегетації проявилась найбільша негативна реакція на пізні строки сівби, особливо в посушливі роки.

Коефіцієнт варіації Індeksu ефективної продуктивності, в середньому за гібридним складом, коливався від 13,2 до 25,8%. Характерним є високий вплив метеорологічних умов в роки проведення досліджень на цей показник. Найбільша мінливість Індeksu ефективної продуктивності була засвідчена у несприятливому за кількістю опадів 2022 році ($V=25,8\%$). В цьому році були зафіксовані найменші індекси, що вказує на вагомий вплив погодних умов на економіку виробництва зерна. При цьому, основний важелем, що вплинуло на зменшення індексу, була не збиральна вологість зерна, а низька урожайність. Це стосувалось, в першу чергу, пізньостиглих гібридів (Тронка та Гілея), а також пізніх строків сівби, що вплинули на підвищення вологості зерна. Тому, використовувати даний показник доцільно для гібридів кукурудзи за різних строків сівби з врахуванням погодних умов року. Жорсткі погодні умови призводять до суттєвого зменшення Індeksu ефективної продуктивності.

Розрахунковий вихід біогазу та метану мав низький рівень варіабельності (коефіцієнти варіації не перевищували 10%) за генотипового впливу, строків сівби та погодних умов. Детальне обстеження посівів кукурудзи у фазу молочно-воскової стиглості на предмет структури продуктивності качанів у посушливі роки може зорієнтувати виробників на використання сирової біомаси для виробництва біогазу та метану, що забезпечить більші прибутки порівняно з мінімальною урожайністю зерна та витратами на досушування.

Ключові слова: кукурудза, гібриди, адаптивність, посухостійкість, біомаса, індекс урожайності, зерно.

Basilenko E.O., Marchenko T.Yu. Yield indexes and effective productivity in corn hybrids of different FAO groups for different sowing periods in the Northern Steppe of Ukraine

In non-irrigated soils, an investigation was carried out to establish the adaptability of current chicken hybrids of corn and various groups of FAO to the agroecological brains of the Pivnichny Steppe of Ukraine for various lines of Sivbi. The influx of genotype, sevby lines, weather fluctuations on the Yield Index and Effective Productivity Index in corn hybrids of various FAO groups was determined. It has been established that the Yield Index of corn hybrids is closely

related to the genotypic characteristics of the hybrids, the sevbi lines and the weather patterns of the rock. The highest yield index was observed in the rivers that are friendly to water supply. The dryness of the rock led to a sharp decrease in the index. The most negative reactions to the weather were hybrids with FAO 380 (Tronka) and FAO 420 (Gilea) in the biomass of which the grain portion was changed to 0.28 and 0.32, depending on dry minds. The late harvest days (5th and 15th of May) resulted in a change in the Yield Index for all hybrids. Hybrids with a more dry growing season showed the most negative reaction to late growth, especially in dry periods.

The coefficient of variation in the index of effective productivity, on average for a hybrid warehouse, ranged from 13.2 to 25.8%. Characteristic is a high influx of meteorological minds into the investigation of this event. The greatest intensity of the Index of Effective Productivity was recorded in the unfavorable year of 2022 ($V=25.8\%$). In this series, the smallest indices were recorded, which indicates a vast influx of weather minds into the economy of grain production. In this case, the main thing is that, based on the change in the index, it was not the moisture content of the grain that was affected, but the low yield. There were, in the first place, mature hybrids (Tronka and Gilea), as well as late sevbi lines that stuck to the advances of the grain grain. Therefore, *vikoristovovat* this indicator is completely for corn hybrids for different lines of sevbi from the faith of weather minds to fate. Harsh weather conditions lead to a significant change in the Index of Effective Productivity.

The high yield of biogas and methane has a low level of variability (the coefficient of variation did not exceed 10%) for the genotypic influx, the lines of the combination and the weather minds. Detailed analysis of corn sowings in the milky-waxy stage for the structure of productivity of pumps in dry rocks can focus the vibrators on the vigor of raw biomass for the production of biogas and methane, which will ensure More income is equalized with minimal grain yield and costs for drying.

Key words: corn, hybrids, adaptability, dryness, biomass, yield index, grain.

Постановка проблеми. Виробництво зерна кукурудзи в Україні є на сьогодні основною агропромислового комплексу, тому актуальними питаннями зерновиробництва є наукове обґрунтування технологічних заходів вирощування інноваційних гібридів кукурудзи та добір адаптованих гібридів до певних агроекологічних зон та сортових агротехнологій [1].

Реалізація потенціалу продуктивності гібридів кукурудзи обмежується різними лімітованими факторами і одним із головних є вологозабезпеченість, що визначається агроекологічними зональними умовами та погодними флуктуаціями. Пристосованість гібридів до ґрунтово-кліматичних умов зони Північного Степу відображується параметрами урожайності біомаси, збиральної вологості зерна та його урожайності, стабільності прояву продуктивності за роками, посухостійкості. Удосконалення технології вирощування інноваційних вітчизняних гібридів кукурудзи в зонах з недостатньою природною вологозабезпеченістю є важливим чинником повноти реалізації генотипового потенціалу продуктивності кукурудзи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В степовій зоні без зрошення потенційна висока урожайність гібридів інтенсивного типу може бути шкідливою для реальної продуктивності, тому необхідно добирати гібриди для виробництва за принципом адаптованості до агроекологічних умов. В богарних умовах відсоток реалізації потенційних можливостей гібридів може бути значно меншим і, що важливо, зменшуватися зі зростанням генотипового потенціалу гібриду, що вказує на необхідність враховувати важливий технологічний показник гібридів – напрям та рівень генотип-середовищної реакції на екологічний градієнт, що закладається до гібриду за спеціальними селекційними програмами [2].

За результатами досліджень Вожегової Р.А. зі співавторами визначено, що у всіх гібридів, продуктивність яких вивчали, проявилася тенденція зростання виходу сухої речовини за мірою збільшення тривалості вегетаційного періоду у гібридів та густоти рослин. Урожайність зерна певною мірою пов'язана з формуванням

загальної надземної маси та групою ФАО. Дані щодо накопичення надземної маси рослинами кукурудзи свідчать, що гібриди з тривалішим періодом вегетації формують значно більше як сирої надземної маси, так і сухої речовини, ніж ранньостиглі [3].

Агротехнологічними заходами можливо визначити оптимальні умови вирощування, що забезпечують реалізацію потенціалу гібриду. Важливою умовою повноти реалізації продуктивності гібриду є висока адаптованість певного генотипу до ґрунтово-кліматичних умов регіону [4].

Сучасні гібриди інтенсивного типу можливо програмувати на певний рівень урожайності агротехнічними заходами [5]. Проте в неполивних умовах, зі значними флуктуаціями погодних умов вегетації, коливання урожайності зерна гібридів кукурудзи різних груп ФАО може бути алогічним відносно потенціалу гібриду та рівню інтенсивності технології. Більш потенційно продуктивний гібрид може значно поступатись гібриду екстенсивного типу з підвищеною посухостійкістю. Індекс урожайності є важливим показником реутилізації продуктів фотосинтезу гібридів кукурудзи у зерно. Дослідженнями Аверчева О.В. зі співавторами було доведено, що цей показник був значно нижчим у гібридів, які вирощувалися без зрошення. Характерним є те, що він зменшувався з підвищенням групи стиглості гібридів від 0,32 до 0,20. Це свідчить про те, що за неполивних умов інтенсивні гібриди кукурудзи формують переважну частку листостеблової маси у загальній біомасі рослин гібридів. [6].

Важливим результативним показником ефективності поєднання генотипу кукурудзи та технологічних елементів є Індекс урожайності (ІУ) або Коефіцієнт господарської ефективності ($K_{госп}$), що визначається відношенням маси корисної продукції (зерна) до всієї надземної сухої біомаси. Цей коефіцієнт характеризує фізіолого-біохімічні процеси рослин, що спрямовані на формування у рослин продуктів асиміляції утилітарно важливої частки біомаси (зерна). Дослідженнями Каленської С.М., Таран В.Г. встановлено, що цей Індекс може суттєво змінюватись залежно від гібридного складу, мінерального живлення, погодних умов та густоти рослин гібридів. В проведених дослідях він коливався від 0,36 до 0,52 [7].

Індекс урожаю описує здатність рослин відокремлювати загальну біомасу (асимілювати) у сформовану репродуктивну частку біомаси (зерно). Отже, це важлива риса для напряму селекції рослин та завдання для удосконалення технологій вирощування. Взаємозв'язок його з біомасою та врожайністю зерна простежується протягом тривалого терміну створення нових генотипів. Сучасні гібриди мають більший індекс продуктивності порівняно з минулими. Проте і сучасні інтенсивні гібриди мають значну варіабельність цього показника залежно від кліматичних, погодних, агротехнічних умов та їх взаємодії. Індекс урожайності у гібридів кукурудзи може коливатись від 0,20 до 0,56. Цей показник є надійним індикатором ефективності агротехнічних заходів та селекційних здобутків [8, 9]. Встановлено, що агрокліматичні умови вирощування мають значний вплив на врожайний індекс [10].

Дослідженнями Танчика С.П., Центилю Л.В. було доведено, що строки сівби гібридів кукурудзи мають вирішальне значення для підвищення ефективності виробництва зерна. Висока урожайність зерна не завжди може бути показником високої ефективності виробництва. Було встановлено, що на показники економічної ефективності виробництва зерна кукурудзи істотний вплив чинить вологість зерна під час збирання кукурудзи. На передзбиральну вологість зерна впливають

умови навколишнього середовища, і перш за все – строки сівби, завдяки яким є можливість корегувати морфо-біологічні, фізіологічні особливості гібридів, структурні елементи продуктивності [11].

Задля підвищення ефективності технологій вирощування кукурудзи та оптимізації вибору елітного типу гібриду для певних агроекологічних умов дослідниками Пащенко Ю.М., Борисов В.М, Шишкіна О.Ю. було запропоновано використовувати показник «Індекс ефективної продуктивності» (І еф. прод.), що визначається співвідношенням показників урожайності зерна і збиральної вологості. Цей показник в умовах Північного Степу та Лісостепу має тісний взаємозв'язок із рентабельністю виробництва ($r = 0,95$) і характеризує найважливіші утилітарні властивості гібридів кукурудзи та є індикатором економічної доцільності вирощування зерна в північних агроекологічних зонах [12].

Метою досліджень було встановити адаптованість сучасних вітчизняних гібридів кукурудзи різних груп ФАО до агроекологічних умов Північного Степу України за різних строків сівби. Визначити вплив флуктуації погодних умов на Індекс урожайності та Індекс ефективної продуктивності у гібридів кукурудзи.

Методи та матеріали досліджень. Польові досліді проводили впродовж 2021–2023 рр. на території ФГ «Світлана», Єланецького району Миколаївської області. Територія господарства розташована в агроекологічній зоні Північний Степ (ГТК_{v-ix} = 0,69–0,89), згідно агроекологічного районування за М.І. Полупан, В.Б. Соловей, В.А. Величко зі співавторами (2010) [13].

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем звичайний неглибокий малогумусний слабовмитий. Вміст гумусу в орному шарі ґрунту 3,17–3,41%. Попередник – пшениця озима. Дослідження проведені згідно загальноновизнаних методики польового досліді, статистичну обробку результатів досліджень здійснювали методом дисперсійного аналізу [14, 15].

Двофакторний дослід закладали методом розщеплених рендомізованих блоків. Дослідження проводили в чотириразовій повторності. Посівна площа ділянок становила 50,0 м², облікова – 30,0 м².

Фактор А – строк сівби, дата: 15.04, 25.04, 05.05, 15.05. Фактор В – різні за групами ФАО гібриди кукурудзи селекції Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН: Степовий (ФАО 190), Олешківський (ФАО 280), Тронка (ФАО 380), Гілея (ФАО 420).

Погодні умови протягом дослідження були типовими для регіону (Рис. 1).

Виклад основного матеріалу дослідження. В степовій зоні України, на фоні тенденцій до змін клімату, реалізація потенційної продуктивності гібридів кукурудзи значною мірою залежить від флуктуацій погодних умов. Урожайність біомаси гібридів також поєднана з особливостями метеорологічних умов року. Найбільша суха біомаса гібридів кукурудзи зафіксована у 2021 році за сприятливих погодних умов (табл. 1).

Максимальна біомаса була зафіксована у 2021 році у гібридів Тронка та Гілея – 19,11 та 19,22 т/га відповідно. Формування такої кількості біомаси забезпечили гібриди зі збільшеною тривалістю періоду вегетації (ФАО 380, 420). Найбільша біомаса кукурудзи у всіх групах стиглості була за сівби 5 травня. Найменша біомаса в середньому у гібридів була за раннього строку сівби 15 квітня (15,57 т/га). Варіювання урожайності біомаси за строками сівби було найбільшим у гібриду середньопізньої групи Гілея – від 15,98 до 19,22 т/га. Найбільшу стабільність урожайності біомаси проявив гібрид Степовий (ФАО 190) – 14,17...14,92.

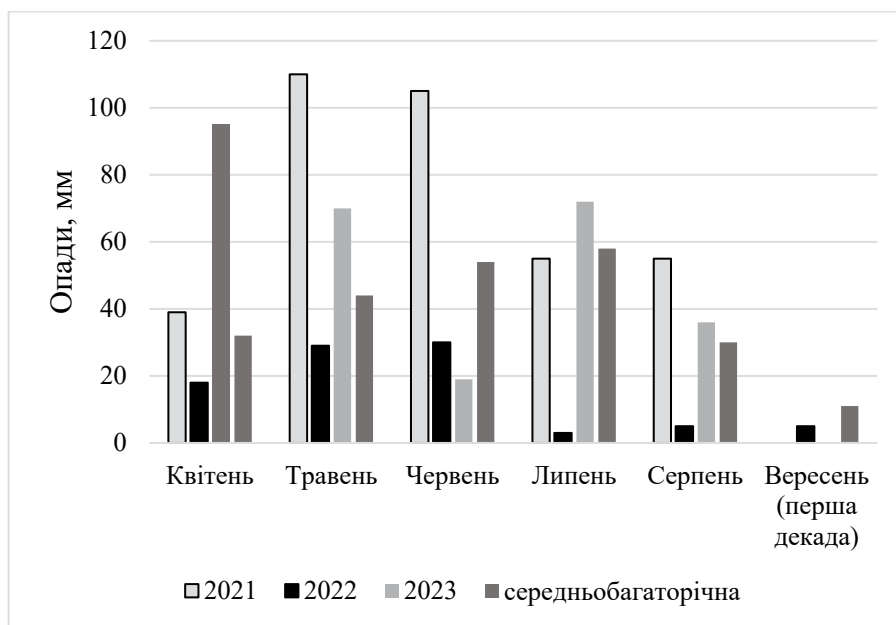


Рис. 1. Опади протягом періоду вегетації кукурудзи, мм

У посушливий 2022 рік біомаса гібридів зменшилась від 2 до 7 т/га. Найбільше втрачали біомасу від посухи гібриди Тронка та Гілея за пізніх строків сівби (05.05 та 15.05). Гібриди ранньої групи Степовий та Олешківський менше реагували на посушливі умови року і урожайність біомаси їх зменшувалась в межах 1–2 т/га.

Урожайність біомаси гібридів у 2023 році, що був більш сприятливим порівняно з 2022 роком, була аналогічною з 2021 роком. Проте, у цьому році кількість опадів у червні була недостатньою (див. Рис. 1), що позначилось на зменшенні урожайності біомаси порівняно з 2021 роком на 2 т/га у середньому за гібридами за усіх строків сівби.

Ранньостиглий гібрид Степовий (ФАО 190) максимальну врожайність зерна показав у 2021 році за сівби 25 квітня – 7,51 т/га. Мінімальна урожайність у нього була за сівби 15 травня, зниження врожайності склало 0,32 т/га. У нього була найменша реакція на строки сівби. Також мінімальною реакцією на строки сівби реагував гібрид Олешківський. Зниження урожайності з 8,67 т/га (строк сівби 05.05) до 8,11 (строк сівби 15.05) становив 0,56 т/га. Більше реагували на строки сівби гібриди Тронка та Гілея. Пониження урожайності залежно від строків сівби у них становило 1,08 т/га та 1,46 т/га відповідно. Несприятливі погодні умови 2022 року зумовили різке зниження урожайності у всіх гібридів. Найбільше падіння урожайності, порівняно з 2021 роком) спостерігалось за строку сівби 15 травня. В середньому за гібридами, урожайність зерна знизилась з 7,87 до 4,07 т/га. Найбільше реагували на погіршення погодних умов гібриди з ФАО 380 та 420 (Тронка та Гілея). У них урожайність зерна знизилась з 8,09 т/га (Тронка) до 3,91 т/га та з 7,81 т/га до 3,12 т/га (Гілея). Гібриди такого типу найбільш уразливі до недостатньої вологозабезпеченості, особливо за пізніх строків сівби. Погодні умови 2023 року були середніми за вологозабезпеченістю, тому загальна реакція гібридів також відповідала середнім показникам за 2021 та 2022 роки.

Важливим показником господарської цінності гібридів кукурудзи є Індекс урожайності (ІУ), що визначає частку зерна в загальній біомасі. Встановлено, що ІУ залежав від генотипу гібриду, строків сівби та погодних умов року (див. табл. 1). Найбільш високим він був у гібридів Степовий та Олешківський і коливався в межах 0,48...0,53 у сприятливому 2021 році. Дещо меншим він був у гібридів Тронка та Гілея (0,44...0,48). У цьому році зміщення строків сівби на більш пізні (05.05 та 05.15) призвели до незначного зменшення ІУ. Посушливі погодні умови 2022 року призвели до зниження ІУ у всіх гібридів. Найбільший негативний вплив на ІУ спричинив пізній строк сівби (15 травня). Індекс урожайності за цього строку, в середньому за гібридами, знизився до 0,32. Особлива негативна реакція за ІУ на пізні строки сівби спостерігалась у гібридів Тронка та Гілея, їх ІУ знизився до 0,28 та 0,25 відповідно. У 2023 році, який характеризувався як «середній» за погодними умовами, ІУ визначався за аналогічного впливу генотипу гібриду та строків сівби.

Таблиця 1

Урожайність сухої біомаси та Індекс урожайності гібридів кукурудзи за різних строків сівби

Строк сівби (фактор А)	Гібрид (фактор В)	Показники за роками								
		Урожайність сухої біомаси, т/га			Урожайність зерна, т/га			Індекс урожайності (ІУ)		
		2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023
15.04	Степовий	14,69	12,82	13,26	7,49	5,64	6,63	0,51	0,44	0,50
	Олешківський	15,60	13,44	15,08	8,11	6,05	7,39	0,52	0,45	0,49
	Тронка	16,06	14,28	14,41	7,71	5,57	6,63	0,48	0,39	0,46
	Гілея	15,98	13,11	12,67	7,19	4,85	5,45	0,45	0,37	0,43
	Середнє за А	15,57	13,41	13,89	7,63	5,53	6,53	0,49	0,41	0,47
25.04	Степовий	14,17	12,6	13,44	7,51	5,29	6,45	0,53	0,42	0,48
	Олешківський	17,02	16,31	15,89	8,51	7,34	7,47	0,50	0,45	0,47
	Тронка	17,60	13,63	16,57	8,45	5,59	7,62	0,48	0,41	0,46
	Гілея	17,80	13,87	13,84	8,01	5,41	6,23	0,45	0,39	0,45
	Середнє за А	16,57	14,16	14,92	8,12	5,91	6,94	0,49	0,42	0,47
05.05	Степовий	14,92	13,79	13,49	7,46	5,24	6,34	0,50	0,38	0,47
	Олешківський	18,06	15,03	16,87	8,67	6,01	7,59	0,48	0,40	0,45
	Тронка	19,11	12,46	15,74	8,79	4,61	6,77	0,46	0,37	0,43
	Гілея	19,22	12,08	15,59	8,65	4,35	6,39	0,45	0,36	0,41
	Середнє за А	17,76	13,38	15,39	8,39	5,05	6,77	0,47	0,38	0,44
15.05	Степовий	14,67	13,36	13,87	7,19	4,81	6,52	0,49	0,36	0,47
	Олешківський	17,44	11,66	16,16	8,37	4,43	7,27	0,48	0,38	0,45
	Тронка	17,59	13,96	13,29	8,09	3,91	5,58	0,46	0,28	0,42
	Гілея	17,75	12,48	10,74	7,81	3,12	4,19	0,44	0,25	0,39
	Середнє за А	16,83	12,82	14,02	7,87	4,07	5,89	0,47	0,32	0,42
	НІР₀₅	0,36	0,31	0,35	0,16	0,18	0,15			

Таким чином, можна зробити висновок, що в умовах Північного Степу Індекс урожайності гібридів кукурудзи має суттєвий зв'язок з генотиповими особливостями гібридів, строками сівби та погодними умовами року. Найвищим Індекс урожайності спостерігався у сприятливий за вологозабезпеченістю рік. Посушливість року призводила до різкого зниження індексу. Найбільш негативно реагували погодні умови гібриди з ФАО 380 (Тронка) та ФАО 420 (Гілея) у біомасі яких зменшувалась зернова частка до 0,28 та 0,32 відповідно. Пізні строки сівби (5 та 15 травня) призводили до зменшення ІУ у всіх гібридів. У гібридів з більшою тривалістю періоду вегетації проявилась найбільша негативна реакція на пізні строки сівби, особливо в посушливі роки.

Збиральна вологість зерна відіграє важливу роль в економічній ефективності вирощування кукурудзи. Додаткові витрати, перш за все, пов'язані з необхідністю досушування зерна кукурудзи, що в останні роки стало досить витратним елементом технології доробки зерна після збирання. В наших дослідженнях збиральна вологість зерна за ранніх строків сівби була на рівні, або ж менше базових стандартів – до 14%, і тільки у гібридів Тронка і Гілея за квітневої сівби вона дещо перевищувала 14% (табл. 2). Таке перевищення було характерним для років з достатнім рівнем вологозабезпеченості (2021 та 2023 рр.).

Травневі строки сівби, особливо в середині місяця (15.05), суттєво підвищували збиральну вологість зерна, особливо у гібридів з ФАО 380 та 420. Гібриди Тронка та Гілея мали збиральну вологість зерна за сівби 15 травня 16,4...25,6%. Звичайно, за такої вологості зерна необхідно було проводити штучне досушування, що вимагало додаткових фінансових витрат. Розрахунки Індексу ефективної продуктивності, що був запропонований Ю. Пашенком зі співавторами [12], показав досить широку амплітуду коливань. Так, коефіцієнт варіації цього показника, в середньому за гібридним складом, коливався від 13,2 до 25,8%. Така мінливість характеризується як середня та висока для статистичних показників біологічних об'єктів. Характерним є високий вплив метеорологічних умов в роки проведення досліджень. Найбільша мінливість цього показника була засвідчена у несприятливому 2022 році (25,8%). В цьому році були зафіксовані найменші індекси, що вказує на вагомий вплив погодних умов на економіку виробництва. При цьому, основний важелем, що вплинув на зменшення індексу, була не збиральна вологість зерна, а низька урожайність. Це стосувалось, в першу чергу, пізньостиглих гібридів (Тронка та Гілея), а також пізніх строків сівби, що вплинули на підвищення вологості зерна. Тому, використовувати даний показник доцільно для гібридів кукурудзи за різних строків сівби та з врахуванням погодних умов року. Жорсткі погодні умови призводять до суттєвого зменшення Індексу ефективної продуктивності.

На сьогодні, за умов дефіциту викопних енергетичних джерел, важливим напрямом виробництва біопалива є дослідження з встановлення потенційної продуктивності гібридів кукурудзи та з розрахунку потенційного виходу біоетанолу та біогазу з гектара. В попередніх дослідженнях, за умов зрошення, досліджувались гібриди кукурудзи різних груп ФАО з метою встановлення їх продуктивності зерна та біомаси для встановлення розрахункового виходу біоетанолу та біогазу [16]. Максимальні розрахункові показники виходу біогазу та метану були у гібриду кукурудзи Арабат (ФАО 430) – 7,041 тис. м³/га. Максимальну врожайність сирової надземної маси у «фазу молочна стиглість зерна» показали гібриди кукурудзи середньопізньої групи Арабат (ФАО 430) та Віра (ФАО 430). Великі перспективи виробництва біогазу з біомаси гібридів кукурудзи були показані в дослідженнях

Паламарчука В. з співавторами [17]. Значні наукові розробки з використання гібридів кукурудзи для отримання біогазу були представлені в роботах Грабовського М. [18]. За його рекомендаціями ми розраховували потенційний вихід біогазу та метану з біомаси гібридів кукурудзи за різних строків сівби без використання зрошення.

Таблиця 2
Збиральна вологість зерна та Індекс ефективної продуктивності (І еф. прод.) у гібридів кукурудзи за різних строків сівби

Дата сівби (фактор А)	Гібрид (фактор В)	Показники за роками						
		Збиральна вологість зерна, %			Індекс ефективної продуктивності (І еф. прод.)			
		2021	2022	2023	2021	2022	2023	середнє
15.04	Степовий	13,0	12,2	13,4	5,76	4,62	4,95	5,11
	Олешківський	13,2	12,8	13,5	6,14	4,73	5,47	5,45
	Тронка	14,2	13,3	13,6	5,43	4,19	4,88	4,83
	Гілея	15,0	13,7	14,2	4,79	3,54	3,84	4,06
	Середнє за А	13,9	13	13,7	5,49	4,25	4,77	4,84
25.04	Степовий	13,6	12,8	13,5	5,52	4,13	4,78	4,81
	Олешківський	13,8	13,1	13,8	6,17	5,60	5,41	5,73
	Тронка	14,3	13,6	14,0	5,91	4,11	5,44	5,15
	Гілея	15,3	14,1	14,7	5,24	3,84	4,24	4,44
	Середнє за А	14,3	13,4	14	5,68	4,41	4,96	5,02
05.05	Степовий	13,8	13,1	13,7	5,41	4,00	4,63	4,68
	Олешківський	14,1	13,5	13,8	6,15	4,45	5,50	5,37
	Тронка	14,5	13,7	14,2	6,06	3,36	4,77	4,73
	Гілея	17,1	15,3	17,7	5,06	2,84	3,61	3,84
	Середнє за А	14,9	13,9	14,9	5,63	3,63	4,54	4,60
15.05	Степовий	14,2	14,1	14,6	5,06	3,41	4,47	4,31
	Олешківський	15,6	14,5	15,1	5,37	3,06	4,81	4,41
	Тронка	16,5	16,4	16,8	4,90	2,38	3,32	3,54
	Гілея	24,7	22,3	25,6	3,16	1,40	1,64	2,07
	Середнє за А	17,8	16,9	18,0	4,42	2,41	3,27	3,37
Коеф. варіації, %		16,1	15,5	18,2	13,2	25,8	21,0	

В наших дослідженнях урожайність сирої біомаси у молочно-воскову фазу розвитку переважно залежала від погодних умов року (табл. 3). Варіабельність урожайності сирої біомаси за гібридами була на низькому рівні, коефіцієнти варіації були менше 10%, що вказує більшу стабільність урожайності сирої біомаси відносно урожайності зерна. Вплив погодних умов року досліджень на урожайність біомаси також мав менший вплив порівняно з урожайністю зерна та Індексом урожайності. Це свідчить про те, що сира біомаса гібридів кукурудзи є менш залежною від генотипу гібриду, строків сівби та погодних умов року. Урожайність сирої біомаси не враховує відносну частку корисної продукції – зерна, а індекс

урожайності проявляється на завершальних етапах органогенезу і базується на генотипових особливостях, строках сівби та погодних умовах року. Тому, за несприятливих погодних умов, можливо передбачити використання сирової біомаси на отримання біогазу та метану. Розрахунковий вихід біогазу та метану також мав низький рівень варіабельності (коефіцієнти варіації не перевищували 10%) за генотипового впливу, строків сівби та погодних умов. Детальне обстеження посівів кукурудзи у фазу молочно-воскової стиглості на предмет структури продуктивності качанів у посушливі роки може зорієнтувати виробників на використання сирової біомаси для виробництва біогазу та метану, що забезпечить більші прибутки порівняно з мінімальною урожайністю та витратами на його досушування.

Таблиця 3

Урожайність сирової біомаси та розрахунковий вихід біогазу та метану у гібридів кукурудзи за різних строків сівби

Строк сівби (фактор А)	Гібрид (фактор В)	Показники за роками								
		Урожайність сирової біомаси, т/га			Розрахунковий вихід біогазу, тис. м ³ /га			Розрахунковий вихід метану, тис. м ³ /га		
		2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023
15.04	Степовий	31,25	32,11	35,79	8,81	7,69	7,96	5,11	4,46	4,61
	Олешківський	36,27	37,65	44,17	9,36	8,06	9,05	5,43	4,68	5,25
	Тронка	33,46	34,10	37,53	9,64	8,57	8,65	5,59	4,97	5,01
	Гілея	34,01	36,05	32,28	9,59	7,87	7,60	5,56	4,56	4,41
	Середнє за А	33,85	35,14	37,48	9,34	8,05	8,33	5,42	4,67	4,83
25.04	Степовий	30,15	33,68	36,00	8,50	7,56	8,06	4,93	4,38	4,68
	Олешківський	39,58	38,53	45,53	10,21	9,79	9,53	5,92	5,68	5,53
	Тронка	36,68	34,87	41,91	10,56	8,18	9,94	6,12	4,74	5,77
	Гілея	37,87	37,11	34,07	10,68	8,32	8,30	6,19	4,83	4,82
	Середнє за А	36,02	36,22	39,4	9,94	8,50	8,95	5,77	4,93	5,19
05.05	Степовий	31,74	34,47	35,61	8,95	8,27	8,09	5,19	4,80	4,69
	Олешківський	42,01	39,71	48,32	10,84	9,02	10,12	6,28	5,23	5,87
	Тронка	39,81	35,13	39,27	11,47	7,48	9,44	6,65	4,34	5,48
	Гілея	40,9	40,26	31,85	11,53	7,25	9,35	6,69	4,20	5,43
	Середнє за А	38,6	37,57	38,16	10,66	8,03	9,23	6,18	4,66	5,36
15.05	Степовий	31,22	37,11	34,37	8,800	8,02	8,32	5,11	4,65	4,83
	Олешківський	40,55	42,65	42,30	10,46	7,00	9,70	6,07	4,06	5,62
	Тронка	36,64	42,05	28,01	10,55	8,38	7,97	6,12	4,86	4,62
	Гілея	37,77	34,61	33,18	10,65	7,49	6,44	6,18	4,34	3,74
	Середнє за А	36,6	45,68	28,79	10,10	7,69	8,41	5,86	4,46	4,88
Коеф. варіації, %		9,68	15,15	19,97	8,77	7,81	10,38	8,76	7,90	10,33

Висновки. В неполивних умовах Північного Степу Індекс урожайності гібридів кукурудзи має суттєвий зв'язок з генотиповими особливостями гібридів, строками сівби та погодними умовами року. Найвищим Індекс урожайності

спостерігався у сприятливий за вологозабезпеченістю рік. Посушливість року призводила до різкого зниження індексу. Найбільш негативно реагували на посуху гібриди з ФАО 380 (Тронка) та ФАО 420 (Гілея) у біомасі яких зменшувалась зернова частка до 0,28 та 0,32. Пізні строки сівби (5 та 15 травня) призводили до зменшення Індексу урожайності у всіх гібридів. У гібридів з більшою тривалістю періоду вегетації проявилась найбільша негативна реакція на пізні строки сівби, особливо в посушливі роки.

Коефіцієнт варіації Індексу ефективної продуктивності, в середньому за гібридним складом, коливався від 13,2 до 25,8%. Характерним є високий вплив метеорологічних умов в роки проведення досліджень на цей показник. Найбільша мінливість Індексу ефективної продуктивності була засвідчена у найбільш несприятливому 2022 році ($V=25,8\%$). В цьому році були зафіксовані найменші індекси, що вказує на вагомий вплив погодних умов на економіку виробництва. При цьому, основний важелем, що вплинув на зменшення індексу, була не збиральна вологість зерна, а низька урожайність. Це стосувалось, в першу чергу, пізньостиглих гібридів (Тронка та Гілея), а також пізніх строків сівби, що вплинули на підвищення вологості зерна. Тому, використовувати даний показник доцільно для гібридів кукурудзи за різних строків сівби та врахування погодних умов року. Жорсткі погодні умови призводять до суттєвого зменшення Індексу ефективної продуктивності.

Розрахунковий вихід біогазу та метану мав низький рівень варіабельності (коефіцієнти варіації не перевищували 10%) за генотипового впливу, строків сівби та погодних умов. Детальне обстеження посівів кукурудзи у фазу молочно-воскової стиглості на предмет структури продуктивності качанів у посушливі роки може зорієнтувати виробників на використання сирої біомаси для виробництва біогазу та метану, що забезпечить більші прибутки порівняно з мінімальною урожайністю та витратами на його досушування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гадзало Я.М., Вожегова Р.А., Біляєва І.М., Дробітько А.В. Наукове обґрунтування технологій вирощування кукурудзи на зрошуваних землях з урахуванням гідротермічних чинників і змін клімату. *Зрошуване землеробство*. 2020. № 73. С. 21–26. <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2020.73.3>.
2. Аверчев О.В., Іванів М.О., Лавриненко Ю.О. Індекси врожайності та ефективної продуктивності у гібридів кукурудзи різних груп ФАО за різних способів поливу та вологозабезпеченості в Посушливому Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 114. С. 3–12. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.114.1>.
3. Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Марченко Т. Ю., Пілярська О. О., Скакун В. М. Удосконалення елементів агротехніки вирощування нових гібридів кукурудзи в умовах Центрального Лісостепу України. *Вісник аграрної науки*. 2023. Том. 101. № 11. С. 55–61. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202311-08>.
4. Skakun Vadim, Lavrynenko Yurii, Zavalnyuk Oleksandr, Skakun Yehor. Biometric indicators and yield of corn hybrids depending on elements of agrotechnology. *Scientific Horizons*. 2023. Vol. 11. P. 90–99. <https://doi.org/10.48077/scihor11.2023.90>.
5. Lavrynenko Y.O., Vozhegova R.A., Hozh O. A. Productivity of corn hybrids of different FAO groups depending on microfertilizers and growth stimulants under irrigation in the south of Ukraine. *Agricultural Science and Practice*. 2016. Vol. 3. No. 1. P. 55–60. <https://doi.org/10.15407/agrisp3.01.055>.
6. Аверчев О.В., Іванів М.О., Лавриненко Ю.О. Мінливість елементів структури продуктивності у гібридів кукурудзи різних груп ФАО та їх зв'язок з урожайністю зерна за різних способів поливу та вологозабезпеченості у Посушли-

вому Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 112. С. 3–15. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.112.1>.

7. Каленська С.М., Таран В.Г. Індекс урожайності гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин, норм добрив та погодних умов вирощування. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2018. Т. 14, № 4. С. 415–421. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.14.4.2018.151909>.

8. Unkovich M., Baldock J., Forbes M. Variability in harvest index of grain crops and potential significance for carbon accounting: examples from Australian agriculture. *Advances in Agronomy*. 2010. Vol. 105(1). P. 173–219. [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(10\)05005-4](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(10)05005-4).

9. Birch C.J., McLean G., Sawers A. Analysis of high yielding maize production – a study based on a commercial crop. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 2008. Vol. 48, Iss. 3. P. 296–303. <https://doi.org/10.1071/EA06103>.

10. Ion V., Dicu G., Dumbravă M., Temocico G. et al. Harvest index at maize in different growing conditions. *Romanian Biotechnological Letters*. 2015. Vol. 20, № 6. 10951–10960.

11. Танчик С.П., Центило Л.В. Оптимізація строків сівби кукурудзи в Правобережному Лісостепу. *Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН»*. 2011. Вип. 1–2. С. 109–113.

12. Пашенко Ю.М., Борисов В.М., Шишкіна О.Ю. Адаптивні і ресурсозбережні технології вирощування гібридів кукурудзи. Дніпропетровськ : АРТ-ПРЕС, 2009. С. 178–180.

13. Полупан М. І., Соловей В.Б., Величко В.А. Природно-економічні, соціальні та екологічні умови аграрного виробництва в Степу. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України. Київ. Аграрна наука. 2010. С. 14–53.

14. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П. Методика польового дослідження (зрошуване землеробство). Херсон: Грінь Д.С., 2014. 448 с.

15. Вожегова Р.А., Лавриненко Ю.О., Малярчук М.П. та ін. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях. Херсон: Грінь Д. С., 2014. 268 с.

16. Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Марченко Т. Ю., Міщенко С. В., Пілярська О.О., Базиленко Є.О. Перспективні культури для біоенергетики України. *Аграрні інновації*. Херсон, 2022. № 11. С. 5–15. <https://doi.org/10.32848/agra.innov.2022.11.1>.

17. Palamarchuk V., Krychkovskiy V., Skakun M. Study of the efficiency of growing maize for silage for processing into biogas and digestate. *Scientific Horizons*, 2024. Vol. 27(1). P. 54–61 <https://doi.org/10.48077/scihor1.2024.54>.

18. Грабовський М. Б. Особливості технології вирощування кукурудзи як сировини для виробництва біогазу. Рослинництво та ґрунтознавство. Київ, 2019. Т. 10. № 2. С. 12–17. <https://doi.org/10.31548/agr2019.01.012>.

УДК 631.8:633.63

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.6>

ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ, РОЗВИТКУ ЦУКРОВОГО СОРГО ЗАЛЕЖНО ВІД НОРМ ВИСІВУ ТА СПОСОБІВ ПОСІВУ

Бойко О.Г. – к.с.-г.н., доцент,
доцент кафедри агробіотехнологій,
Західноукраїнський національний університет

Пошук нових екологічно чистих джерел енергії з поновлювальної сировини стає все більш важливим у світлі погіршення стану навколишнього середовища. Сорго цукрове є однією з найбільш перспективних біоенергетичних культур в Україні, оскільки це культура, яка не потребує якісних показників ґрунту та посухостійка. Уміле використання біологічних особливостей сорту норм та способів посіву забезпечує високі та стійкі врожаї сорго цукрового. У зв'язку з цим вивчення впливу цих показників на продуктивність і вихід біоетанолу з рослин сорго цукрового в Західному Лісостепу України протягом вегетаційного періоду є важливим напрямом дослідження та метою дослідження.

Сорго є дрібнонасіньовою культурою, тому заробляти насіння слід на оптимальну глибину, за глибокого загортання збільшується тривалість періоду сівба-сходи, знижується польова* схожість. Проведені дослідження засвідчили, що найважливіше значення для одержання хороших сходів має сприятливе поєднання чинників життя рослин у початковій фазі росту та розвитку. Польова схожість істотно впливає на формування таких елементів, як густина рослин, яка в подальшому впливає на продуктивність посіву. У сорго, порівняно з іншими культурами, найменша потреба у волозі для проростання насіння, воно потребує для свого проростання до 35 % вологи від його ваги, а мінімальна температура для проростання +10°C.

Колівання польової схожості неможливо прогнозувати з достатньою точністю, щоб ефективно використовувати середній її показник для коригування норми висіву. Завдання полягає в тому, щоб створити для висіяного насіння найсприятливіші умови і максимально наблизити польову схожість до лабораторної.

Наукові дослідження мають практичне значення для підвищення врожайності сорго цукрового, збільшення виходу цукру та виходу біопалива з посівної площі.

Норми та способи посіву сорго цукрового дають змогу оцінити вплив технологій на показники росту та розвитку культури.

Ключові слова: фази розвитку, норма висіву, способи посіву, сорго цукрове, фотосинтетична продуктивність, енергія.

Boiko O.G. Peculiarities of growth and development of sugar sorghum depending on seeding rates and sowing methods

The search for new clean energy sources from renewable raw materials is becoming increasingly important in light of environmental degradation. Sugar sorghum is one of the most promising bioenergy crops in Ukraine, as it is a crop that does not require high quality soil and is drought-resistant. The skillful use of biological characteristics of the variety and sowing rates and methods ensures high and sustainable yields of sugar sorghum. In this regard, the study of the influence of these indicators on the productivity and yield of bioethanol from sugar sorghum plants in the Western Forest-Steppe of Ukraine during the growing season is an important area of research and the purpose of the study.

Sorghum is a small-seeded crop, so seeds should be planted at the optimum depth; deep planting increases the duration of the sowing-emergence period and reduces field germination. Studies have shown that a favorable combination of plant life factors in the initial phase of growth and development is essential for obtaining good germination. Field germination significantly affects the formation of such elements as plant density, which further affects the productivity of sowing. Compared to other crops, sorghum has the lowest moisture requirement for seed germination, requiring up to 35 % moisture by weight, and the minimum temperature for germination is +10°C.

Fluctuations in field germination cannot be predicted with sufficient accuracy to effectively use the average germination rate to adjust the seeding rate. The task is to create the most favorable conditions for the sown seeds and bring field germination as close as possible to the laboratory germination.

Scientific research is of practical importance for increasing the yield of sugar sorghum, increasing sugar yield and biofuel yield from the sown area.

Sowing rates and methods of sugar sorghum sowing allow us to assess the impact of technologies on the growth and development of the crop.

Key words: *developmental stages, seeding rate, sowing methods, sugar sorghum, photosynthetic productivity, energy.*

Постановка проблеми. Енергетичне споживання викопних паливних ресурсів призводить до постійного підвищення цін на енергоресурси та погіршення екологічної ситуації в багатьох країнах. У всьому світі, в тому числі в Україні, все більше людей звертають увагу на розробку альтернативних видів палива з відновлюваних джерел енергії з метою зменшення нашої залежності від імпортованих енергоносіїв.

Гелетуха Г.Г. зазначає: «перспективним у цьому плані є використання енергії фотосинтетичної діяльності рослин у вигляді біоетанолу, обсяги виробництва якого за останнє десятиліття зросли більше ніж утричі» [1].

Болізор Л.В. стверджує: «пошук перспективної сировини для виробництва біогазу, біодизеля, біоетанолу, бутанолу та твердого біопалива є актуальним завданням сьогодення» [2].

Енергетична залежність України, зниження врожайності основних сільськогосподарських культур унаслідок поступового глобального потепління зумовлюють необхідність підбору нових культур, які вирізняються високою урожайністю, посухостійкістю та невибагливістю до умов вирощування [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. До перспективних злакових енергетичних культур належать міскантус, свіччграс, сорго та ін. Головними вимогами до культур, які використовуються в біоенергетиці, є собівартість продукції та забезпечення стабільної сировинної бази. Забезпечити біоенергетику сировиною для всіх її галузей на всьому просторі України спроможне сорго цукрове [4].

Виробництво енергії з біомаси є важливим напрямом розвитку в сільському господарстві. Сорго цукрове (*Sorghum saccharatum* (L) Pers) є однією з найбільш перспективних рослин для виробництва кормів, харчових продуктів і енергії.

Сорго – невибаглива, високоврожайна культура, адаптована до різних кліматичних умов на різноманітних ґрунтах, що має потужну,глибоко проникаючу в ґрунт кореневу систему. Завдяки тому, що вміст вуглеводів у соку стебел сорго від 14 до 20 %, його можна використовувати в якості сировини для виробництва біоетанолу та харчового сиропу, а суху масу стебел після віджиму – для переробки на біогаз або виробництва твердих видів палива [5].

За даними Ганженко О.М., Гирасименко Л.А.: «сорго цукрове формує стабільно високі врожаї навіть за несприятливих погодних умов. З 1 га посівів сорго можна збирати 90–120 т/га цукроносною біомасою із загальним вмістом у соці цукрів до 20 %. У 100 кг зеленої маси цукрового сорго міститься 24–25 кормових одиниць, що робить його цінною кормовою культурою. Цукрове сорго, як і цукрові буряки, є універсальною культурою, сировину якої використовують не тільки в кормовиробництві, а й у харчовій промисловості» [6, 7].

Але навіть незважаючи на те, що сорго цукрове є чудовою культурою, яка виробляє багато енергії, досі не розроблено ефективну технологію його вирощування.

Таким чином, дослідження того, наскільки ефективним є сорго цукрового залежно від компонентів технології вирощування, як сировини для виробництва біопалива, є надзвичайно важливим як з наукового, так і з економічного погляду.

Метою дослідження є підвищення врожайності та поліпшення показників технологічної якості сорго цукрового шляхом удосконалення технології вирощування даної культури.

Матеріал та методи дослідження. Дослідження проводились протягом 2022–2023 років на полях дослідного центру Західноукраїнського національного університету м. Тернопіль.

Польові досліди проводили за наступною схемою:

Таблиця 1

Фактори	
А – норма висіву	В – ширина міжрядь
150 тисяч схожих насінин	0,15 м
250 тисяч схожих насінин	0,45 м
350 тисяч схожих насінин	0,70 м

Поставлені на вивчення питання вирішувалися в наступних експериментах:

1. Вплив норм і способів посіву на врожай зеленої маси і насіння цукрового сорго. Дослідження проводилися в 2022–2023 рр. Сорт Мамонт, розмір ділянок 120 м², повторність 3-х кратна, розташування систематичне.

Для всебічної оцінки кінцевих результатів в дослідях проводилися такі спостереження, аналізи та обліки:

1. Фенологічні спостереження за ростом і розвитком сорго. Відзначалися такі фази: початок появи сходів, повні сходи, кушіння, припинення осінньої вегетації, початок весняної вегетації, вихід у трубку, початок колосіння, повне колосіння, цвітіння, налив насіння, молочна стиглість, воскова та повна стиглість.

Початок фази відмічався, коли у 10 % рослин відзначено її настання, а масивний – у 75 %.

2. Облік густоти стояння і визначення польової схожості за звичайного рядового посіву проводили в період сходів на стаціонарних майданчиках (0,25 м²) у 3-х кратній повторності за кожним повторенням досліду. На широкорядних посівах на стаціонарних майданчиках (1,0 м²) у 3-х кратній повторності.

3. Визначення збереженості рослин проводили на стаціонарних майданчиках шляхом підрахунку кількості рослин у фазу повної стиглості перед збиранням.

4. Вимірювання висоти рослин проводили за варіантами досліду в основні фази: вихід у трубку, викидання метелки, повна стиглість.

Висоту рослин вимірювали від основи стебла до кінчика верхнього листка, вимірювання проводили на 25 рослинах у кожному повторенні досліду.

6. Площу листків визначали ваговим методом із використанням планшета, що складається з 2-х пластин органічного скла розміром 5x10 см.

Для визначення площі листя відбирали рослини з площі 0,25 м.

Визначали сиру біомасу всіх рослин шляхом зважування і сиру біомасу листя з площі 0,25 м².

Виклад основного матеріалу дослідження. Нормальний життєвий цикл сорго складається з низки періодів, що характеризуються якісними змінами біохімічних процесів, фізіологічних функцій і органоутворювальних процесів.

У розвитку сорго можна виокремити два основні періоди: I – формування вегетативних органів – коренів, стебел і листя; II – утворення генеративних органів – суцвіть, квіток і насіння [8].

За кількістю тепла, необхідного для проходження всього циклу розвитку (I–XII етапи) сорго належить до теплолюбних культур. При цьому необхідна сума температур, як показали дослідження, величина непостійна, вона коливається в значних межах, залежно від гідротермічних умов вегетаційного періоду.

За характером фізіологічних і біологічних процесів період сходи – цвітіння має свої специфічні особливості залежно від норми висіву та способів посіву. З появою сходів розпочинається процес асиміляції та наростання сухої органічної речовини, закладаються та формуються генеративні органи (III–IX етапи).

Характерна біологічна особливість цукрового сорго – повільний ріст надземної частини рослин у початковий період розвитку. Перші чотири – п'ять листків розвиваються п'ять – шість тижнів, а рослини виростають лише на 20–25 см. Повільний початковий ріст надземної частини рослин пов'язаний з тим, що в цей час відбувається прискорений розвиток кореневої системи в глибину і в сторони. У цей час іде активне формування коренів у глибокі шари ґрунту, вони здатні проникати до глибини 2,5...3,0 м і більше [9].

Велика мінливість тривалості періоду сходи – цвітіння (табл. 2) відображає реакцію даної культури на погодні умови.

Таблиця 2

**Тривалість періоду сходи – цвітіння і потреба в теплі
в середньому за два роки**

Способи сівби	Середнє за 2022–2023 роки		
	Норма висіву, тис.шт./га		
	150	250	350
Звичайний рядковий			
Тривалість періоду, дн.	73	77	77
Сума температур, °С	1633	1714	1714
Широкорядний – 0,45 м			
Тривалість періоду, дн.	71	74	74
Сума температур, °С	1582	1648	1648
Широкорядний – 0,70 м			
Тривалість періоду, дн.	72	75	75
Сума температур, °С	1612	1671	1671

У середньому за два роки тривалість періоду за звичайної рядової сівби за норми висіву становила 73 дні, за суми позитивних температур – 1633°С, за сівби з нормою висіву 250–350 тис. схожих насінин/га відмічалось збільшення цього періоду на 4 дні, а сума температур становила 1714°С.

За посіву широкорядним способом – 0,45 м тривалість періоду в середньому за три роки сягала 71–74 дні, за потреби в температурі порядку 1582–1648°С.

Відхилення в тривалості періоду сходи – цвітіння за широкорядного способу сівби (0,70 м) за варіантами дослідів досягали 3-х днів, за суми температур за цей період за варіантами від 1612°С до 1671°С.

Залежно від сорту, густоти посіву, а також від родючості ґрунту й кліматичних умов висота стебел та їхня кількість на одній рослині буває різною. З вузла кущіння у цукрового сорго утворюється кілька стебел. Енергія кущіння, як показали дослідження, змінювалися від норм висіву та умов вирощування (табл. 3).

Кущистість. У наших дослідках норми і способи висіву справляли істотний вплив на розвиток і ріст цукрового сорго. Як уже зазначалося вище, через 20 днів після появи сходів починається фаза кущіння. Багато дослідників відзначають, що: «підвищена кущистість рослин позитивно впливає на врожайність зеленої маси [10]. Водночас цілком очевидно є його негативна дія на врожай і якість насіння. Тому залежно від використання цукрового сорго вони рекомендують регулювати величину кущистості нормами висіву та способами сівби.

Наші дослідження, проведені в Тернопільській області, підтвердили ці твердження.

Кущистість рослин цукрового сорго більшою мірою залежала від норми посіву і меншою мірою від способу розміщення насіння. Так, наприклад, у середньому за два роки за суцільного рядового посіву коливання кущистості між крайніми варіантами становило 0,6 стебла, то за ширини міжрядь 45 см воно становило 1,1 стебла, за посіву на 70 см – 1,0 стебла (табл. 3).

Отже, збільшення ширини міжрядь сприяє підвищенню кущистості за малих норм висіву і знижує кущистість із підвищенням норми висіву. Однак, якщо розглядати кущистість рослин з однією і тією ж нормою висіву за різних способів розміщення, то цей показник змінювався меншою мірою і не перевищував 0,6 стебла. Погодні умови також впливали на кущистість рослин і коливання за варіантами в окремі роки становили від 0,1 до 0,5 стебел. Слід зазначити, що за всіма варіантами за всі роки досліджень підвищення норми висіву знижувало кущистість рослин від 0,5 до 0,3 стебла.

Таблиця 3

**Вплив норм і способів посіву на кущистість рослин,
шт. пагонів на одній рослині**

Норма висіву, тис.шт./м ²	Ширина міжряддя, м	Роки		Середнє за 2022–2023 рр.
		2022	2023	
150	0,15	2,3	2,4	2,3
250	0,15	2,1	2,1	2,1
350	0,15	1,7	1,8	1,7
150	0,45	2,8	2,7	2,7
250	0,45	2,4	2,1	2,2
350	0,45	1,8	1,5	1,6
150	0,70	2,6	2,4	2,5
250	0,70	1,8	1,7	1,8
350	0,70	1,4	1,6	1,5

Найнижча кущистість рослин цукрового сорго (1,4 стебла) була відмічена 2002 року за посіву 350 тисяч схожих зерен на 0,70 м, а найвища (2,8 стебла) 2022 року за ширини міжрядь 45 см і норми висіву 150 тис. схожих зерен на гектар.

Висота рослин. Біологічною особливістю сорго є те, що в перші фази розвитку рослини мають уповільнений ріст, що сприяє сильному пригніченню їх швидкоростаючими бур'янами.

Проведені дослідження показали, що висота рослин, насамперед, залежить від біологічних особливостей сорту. Однак, у деяких випадках, вона може змінюватися під впливом погодних умов. Наприклад, у погодних умовах 2022 року зміна висоти рослин за крайніми варіантами сягала до 11,2 см. У менш сприятливий за зволоженням 2023 рік абсолютні показники висоти рослин за крайніми варіантами досягали 2,7 см. Слід зазначити, що збільшення густоти посіву знижувало висоту рослин (табл. 4).

У середньому за три роки до фази дозрівання за всіма способами посіву рослини за норми висіву 150 тис. схожих насінин на гектар були вищими, так за розміщення на 0,70 м висота рослин становила в середньому за три роки 131 см, за посіву рядовим способом посіву рослини були на 20,3 см нижчими.

Таблиця 4

**Висота рослин цукрового сорго залежно від норм і способів посіву
(середнє за 2022–2023 рр.), см**

Норма висіву, тис.шт./м ²	Ширина міжрядь, см	Фаза розвитку		
		вихід в трубку	цвітіння	дозрівання
150	15	38,3	101,0	110,7
250	15	37,0	100,0	105,7
350	15	35,7	98,0	103,7
150	45	35,7	104,0	119,0
250	45	33,7	102,3	117,7
350	45	32,0	99,3	110,7
150	70	32,0	109,0	131,0
250	70	31,0	110,0	128,7
350	70	30,0	110,3	126,0

Посіви на 0,45 м посідали проміжне положення. Важливими морфологічними ознаками, за якими можна оцінити потужність розвитку всієї рослини, є розміри та кількість листків, товщина стебла. За ними можна судити про біологічні властивості окремих сортів, вимоги, які вони висувають до основних чинників росту.

Проведені нами дослідження свідчать про те, що умови зростання, за різної густоти стояння рослин, суттєво впливають на їхні морфологічні ознаки. У міру загушення посівів відзначено зменшення діаметра стебла (табл. 5).

Так, зі збільшенням норми висіву зі 150 до 350 тис. схожих зерен на гектар товщина стебла в середньому за три роки зменшувалася на 0,7 см. Дані дослідів показують, що кількість листків на рослині за зміни норми висіву практично не змінювалася. Спостерігається лише тенденція до зменшення довжини та ширини листків зі збільшенням норми висіву. Так, довжина листка зменшувалася з 56,1 см за норми 150 тис. схожих зерен на гектар до 55,1 см за норми 350 тис. схожих зерен на гектар, а ширина листків відповідно з 5,8 до 5,1 см.

Таким чином, збільшення норми висіву сприяє зниженню висоти рослин, товщини стебла, довжини і ширини листя.

Таблиця 5

Залежність морфологічних ознак рослин сорго від норм висіву за ширини міжрядь ва за ширини міжрядь 0,70 м (середнє за 2022–2023 рр.)

Норма висіву тис.шт/га	Товщина стебла, мм	Листок		
		довжина, см	ширина, см	кількість, шт.
150	13,8	56,1	5,8	6,7
250	13,6	55,6	5,3	6,5
350	13,1	55,1	5,1	6,5

Висновки і перспективи подальших досліджень. Аналіз проведених досліджень показав, що строк сівби має збігатися з періодом стійкого потепління та доброї вологості ґрунту. Тривалість періоду посів – сходи становила у 2022 році за варіантами досліду від 13 до 15 днів, у 2023 році – 14 днів. Польова схожість істотно впливає на густоту стояння, яка в подальшому суттєво впливає на продуктивність посіву. Величина польової схожості за рядового посіву 70,6–84,6 %, за широкорядного – 0,45 м – 70,0–76,0 %, за широкорядного – 0,70 м – 66,0–71,0 %. Тривалість періоду сходи – цвітіння за варіантами досліду складала від 71 до 77 днів. Від цвітіння до дозрівання від 28 до 38 днів, за суми позитивних температур від 484 до 729°C, що зумовлено здебільшого погодними умовами. Морфологічні ознаки рослин цукрового сорго змінювалися в більшою мірою від норм висіву. У міру загушення посівів відзначено зменшення товщини головного стебла, довжини та ширини листків, загальної та продуктивної кущистості. Висота рослин змінювалася незначно.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гелетуша Г.Г., Железна Т.А. Бар'єри для розвитку біоенергетики в Україні. *Промислова теплотехніка*. 2013. № 4, т. 35. С. 63–71.
2. Білозор Л.В. Особливості формування ринку інноваційної продукції в аграрній сфері. *Економіка АПК*. 2005. № 2. С. 106–111.
3. Гелетуша Г.Г., Железна Т.А. Бар'єри для розвитку біоенергетики в Україні. Частина 2. *Промислова теплотехніка*. 2013. № 5. т. 35. С. 43–47.
4. Бузовський Є.А. Нетрадиційні поновлювальні джерела енергії: навчально-методичний посібник. – Київ: ННІ ПО НАУ, 2007. 21 с.
5. Григоренко Н. О. Цукрове сорго дає високі й стабільні врожаї зерна та зеленої маси за складних кліматичних умов. *Зерно і хліб*. 2011. № 3. С. 48–49.
6. Ганженко О. М., Зиков П.Ю. Вплив способів отримання соку зі стебел цукрового сорго на його вихід та якість. *Цукрові буряки*. 2014. № 5. С. 14–16.
7. Гирасименко Л. А. Оптимізація елементів технології вирощування сорго цукрового для виробництва біопалива в умовах Лісостепу України: автореф. дис. наук. ступеня канд. с.-г. наук: 06.01.09. Київ, 2013. 20 с.
8. Мулярчук О. І., Кобернюк О. Т. Вплив мінерального живлення на вихід біоетанолу сорго цукрового. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2017. № 26. ч. 1. С. 94–101.
9. Макаров Л. Х. Соргові культури: монографія. Херсон: Айлант, 2006. – 263 с.
10. Ганженко О. М., Григоренко Н.О. Залежність продуктивності і вуглеводного складу від сортових особливостей та мінерального живлення цукрового сорго. *Цукор України*. 2011. № 4. С. 27–32.

УДК 633.854.78 (477.61)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.7>

ВПЛИВ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОНЯШНИКУ В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Борисенко В.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри загального землеробства,

Уманський національний університет садівництва

Визначальну функцію у підвищенні системи землеробства виконує основний обробіток ґрунту. Також при регулюванні забур'яненості посівів, його проводять враховуючи біологічні характеристики культури, розвитку процесів ерозії, залежно від попередників, регіональних умов клімату і безумовно величини та об'єму забур'яненості поля. Вказані вище причини зумовлюють і доводять правильність застосування деяких методів і способів основного обробітку ґрунту для забезпечення підвищених врожайів соняшнику в умовах Правобережного Лісостепу України.

Система обробітку ґрунту, яка раціонально є підбраною зазвичай призводить до підвищення і збереження його родючості, недопущення процесів деградації, а саме: втрат гумусу та ерозії, покращення водного режиму і фізичних ґрунтових якостей. На ґрунтах лісостепової зони більш цінним є накопичення і збереження вологи по максимуму від опадів проміжків осені та зими, які можуть за деяких заходів агротехніки глибоко у ґрунт діставатися, додаючи йому вологи. По цій причині розглянуто можливість щодо заміни полицевої оранки іншим ґрунтовим обробітком механізмами, які ґрунт не перевертають, рослинні рештки залишаючи на поверхні. Зяблевий обробіток створює оптимальні агрофізичні властивості, забезпечує сприятливі умови для мікробіологічної діяльності у ґрунті. Ефективніше ведеться боротьба з бур'янами (особливо багаторічними), шкідниками і збудниками хвороб сільськогосподарських культур, забезпечується оптимальний фітосанітарний стан ґрунту.

Тому наші дослідження, основані на вдосконаленні способів і визначенням глибини основного обробітку, які створюють найбільше засвоєння та утримання вологи, що додається від атмосферних опадів, максимально від періоду осіннього і зимового, є актуальними і змушують поліпшити теперішні технології по вирощуванню польових культур у сівозмінах на незрошуваних ґрунтах.

Також іншими вченими доведено, що луцення стерні після збору попередника та послідує зяблева оранка є найбільш дієвим заходом захисту рослин соняшнику від сегетальної рослинності по причині заорюванню насіння у нижчі шари ґрунту, у наслідку чого воно не дає сходів. Поглиблення процесу оранки із 20 до 30 см гарантує зменшення забур'яненості посівів удвічі.

Ключові слова: соняшник, висота рослин, основний обробіток ґрунту, полицевий обробіток, урожайність, поверхневий обробіток, плоскорізний обробіток, площа листкової поверхні.

Borysenko V.V. Influence of basic soil cultivation on sunflower productivity in conditions of Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine

The determining function in increasing the system of agriculture is performed by the main cultivation of the soil. Also, when regulating the weediness of crops, it is carried out taking into account the biological characteristics of the culture, the development of erosion processes, depending on predecessors, regional climate conditions and, of course, the size and volume of the field's weediness. The above reasons predetermine and prove the correctness of the application of some methods and methods of the main crop – the soil bit to ensure increased yields of sunflower in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine.

The system of soil cultivation, which is rationally selected, usually leads to an increase and preservation of its fertility, prevention of degradation processes, namely: loss of humus and erosion, improvement of water regime and physical soil qualities. On the soils of the forest-steppe zone,

it is more valuable to accumulate and preserve moisture to the maximum from the precipitation of the intervals of autumn and winter, which, with some measures of agricultural engineering, can get deep into the soil, adding moisture to it. For this reason, the possibility of replacing shelf plowing with another soil cultivation by mechanisms that do not turn over the soil, leaving plant remains on the surface, is considered. Apple cultivation creates optimal agrophysical properties, provides favorable conditions for microbiological activity in the soil. Effective control of weeds (especially perennial), pests and pathogens of diseases of crops, provides optimal phytosanitary condition of the soil.

Therefore, our research, based on improving the methods and determining the depth of the main cultivation, which create the greatest assimilation and retention of moisture added from atmospheric precipitation, as much as possible from the period of autumn and winter, is relevant and makes it necessary to improve the current technologies for growing field crops in crop rotations on unsolicited soils.

Also, other scientists proved that stubble peeling after the collection of the predecessor and the subsequent gaping plowing is the most effective measure of protecting sunflower plants from segmental vegetation due to the plowing of seeds in the lower layers of the soil, as a result of which it does not germinate. Deepening the plowing process from 20 to 30 cm guarantees a halving of crop weediness.

Key words: sunflower, plant height, basic soil cultivation, shelf cultivation, yield, surface cultivation, flat-cut cultivation, leaf surface area.

Постановка проблеми. Найбільш економічно вигідною олійною культурою нашої країни являється соняшник. Тому площі під його посів останнім часом розширилися до 3,1 млн га. Це пояснюється винятковими характеристиками цієї рослини. Сіють соняшник в основному для виробництва олії, яка є дуже корисною для харчової промисловості. Олія також застосовується для споживання людей, виготовлення маргарину, консервів та у хлібопекарському і кондитерському підприємстві. З олії гіршої якості виготовляють лаки, фарби та оліфи. З насіння під час переробки на олію як другорядний продукт виготовляють 30–35 % шроту, у якому приблизно є 39 % протеїну, а також вітаміни, вуглеводи та фосфати.

Використовують шрот при годівлі сільськогосподарських тварин, а білок – у харчовій індустрії. При переробці насіння одержують лушпиння, як відходи, але воно є потрібною сировиною для вироблення харчових дріжджів, фурфурола і спирту. Кошки соняшнику є хорошим грубим кормом для худоби. Їх після подрібнення домішують у силос та виготовляють різні гранули. У чистому вигляді широко використовують на корм і зелену вегетативну масу рослин та в сумішках. Отже, господарська важливість соняшнику дуже велика [1].

В реаліях сьогодення аграрно-промислового комплексу держави прийоми підвищення соняшникової врожайності повинні складатися із виконання в цілому технологічних операцій у визначені терміни з старанним дотриманням усіх агротехнічних вимог. Це в основному, доцільний зяблевий обробіток ґрунту залежно від видів та присутності бур'янів, розташування посівів по кращих попередниках, у сівозміні правильне чергування рослин, науково обґрунтоване внесення добрив, висів врожайних районованих сортів або гібридів, дотримання оптимальних термінів сівби, мінімізація агротехнічних операцій із застосуванням широкозахватних механізмів і комбінованих агрегатів, технологія боротьби з бур'янами без гербіцидів, догляд за посівами своєчасно та якісно, технологія захисту рослин від шкідників та хвороб, удосконалення засобів збору врожаю й інші [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основною задачею основного обробітку ґрунту в посівах соняшника є тотальна ліквідація багаторічної і однорічної сегетальної рослинності, активація поживних речовин, накопичення та збереження максимальної маси вологи опадів осінньо-зимових і ранньовесняних

у кореневмісному шарі, покращення біологічних властивостей у ґрунті, надання верхньому шару оптимальної структури, унеможливлення розповсюдження водної та вітрової ерозії [3].

Система зяблевого обробітку ґрунту починається із лущення поля на глибину 6–8 см, яке відбувається після збору врожаю стерньових попередників. Дворазове лущення з проміжками в 15–20 днів і оранку застосовують на забур'яєних площах. Глибина проведення оранки на ґрунтах, що не ущільнюються та запливають, має дорівнювати 20–22 см, на ґрунтах із важкою механічною будовою – 25–27 см, а на площах, із чисельними кореневищними та коренепаростковими бур'янами – 28–35 см. Обробіток ґрунту на полях, засмічених осотом та іншими коренепаростковими бур'янами, варто використовувати так званий поліпшений зяб (два-три дискових лущення стерні, потім оранка). За зазначеної системи основного обробітку ґрунту сама технологія вирощування соняшнику допустима без використання гербіцидного заисту. Заходи обробітку ґрунту в системі поліпшеного зябу обов'язково треба чергувати, щоб відбулося виснаження бур'янів, а потім їх ліквідація [4].

Постановка завдання. Польові дослідження проводили протягом 2019–2021 рр. на дослідних ділянках кафедри загального землеробства Уманського національного університету садівництва. Предметом дослідження були наступні гібриди соняшника: ранньостиглий Український F1 та скоростиглий Заграва. Досліди проводилися з порівнянням трьох способів основного обробітку ґрунту під посіви соняшнику: поверхневий обробіток, плоскорізний обробіток і полицевий обробіток.

Поверхневий обробіток ґрунту – лущення (дискування) на глибину від 6–8 до 12 см, яким здійснюється розпушування, кришіння і часткове перевертання, перемішування ґрунту та підрізання бур'янів. Цим заходом вирішуються дуже важливі завдання, насамперед: збереження і нагромадження ґрунтової вологи, боротьба з бур'янами, шкідниками і збудниками хвороб культурних рослин; покращення мікробіологічних процесів; загортання у верхню частину ґрунту післязливних решток і добрив; високоякісне виконання наступного заходу основного обробітку. Виконували дисковим лущильником ЛДП-3 на глибину 8 см [5].

Плоскорізний обробіток зябу зазвичай виконують на глибину 27–30 см. Після збирання зернових і просапних культур проводять лущення дисковими знаряддями на глибину 8–10 см, щоб розпушити ґрунт для збереження вологи і знищення бур'янів. Через 10–12 днів бур'яни відроджуються у стадії ниточок і сходів. Тоді здійснюють культивуацію на глибину 8–10 см. За плоскорізного обробітку накопичується вологи на 30% більше, ніж звичайно, на глибині 7–10 см активно розвиваються мікроорганізми і дощові черв'яки. Виконували глибокорозпушувачем навісним ГР-2,5 на глибину 27 см.

Полицевим обробітком була класична оранка. Проводиться восени під ярі культури, наступного року має значну і майже повсюдну перевагу перед весняним обробітком ґрунту для культур не тільки ранніх, а й пізніх строків сівби. Перевага зяблевого обробітку, порівняно з весняним, досить велика в разі підвищеної засміченості ґрунту, особливо багаторічними бур'янами, і на важких ґрунтах. За зяблевого обробітку в більшості регіонів, за винятком надмірно зволжених, краще накопичується і зберігається у ґрунті волога атмосферних опадів, а також весняних талих вод. Зяблевий обробіток створює оптимальні агрофізичні властивості,

забезпечує сприятливі умови для мікробіологічної діяльності у ґрунті. Ефективніше ведеться боротьба з бур'янами (особливо багаторічними), шкідниками і збудниками хвороб сільськогосподарських культур, забезпечується оптимальний фітосанітарний стан ґрунту. Оранка поля проводилася плугом ПЛН-3-35 на глибину 20 см.

Технологія вирощування соняшнику в досліді загальноприйнята для даної ґрунтово-кліматичної зони. Попередник – пшениця озима. Площа облікової ділянки – 50 м². Розміщення варіантів – систематичне, повторність триразова. Закладали та проводили досліди відповідно до загальноприйнятих методик, прийнятих у землеробстві та рослинництві. Отримані дані підлягали математичній обробці.

Виклад основного матеріалу дослідження. За результатами досліджень, проведених протягом трьох років, була виявлена реакція гібридів соняшнику на чинники, що досліджувалися. Ріст рослин у висоту залежав від системи основного обробітку ґрунту та біологічних особливостей гібрида. Максимальної висоти гібрид досягав на фоні полицевого обробітку, що порівняно з поверхневим і плоскорізним обробітками більше на 3,0–16,0 см (таблиця 1).

Таблиця 1

Біометричні та продуктивні показники гібридів соняшнику залежно від основного обробітку ґрунту (за 2019–2021 рр.)

Основний обробіток ґрунту	Висота рослин у фазі цвітіння, см			Площа листової поверхні у фазі цвітіння, см ²			Діаметр кошика у фазі фізіологічної стиглості, см		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020	2021
Поверхневий обробіток	153	162	177	48,4	50,2	50,1	16,5	16,4	15,6
Плоскорізний обробіток	167	166	183	54,6	53,8	56,9	17,4	17,2	16,4
Поліцевий обробіток	169	175	189	56,5	59,2	61,9	17,9	18,2	17,0

Ріст листової поверхні та її розміри визначаються особливостями гібриду соняшнику та реакцією на досліджуваний чинник. Так, площа листової поверхні була найбільшою за полицевого обробітку ґрунту – 56,5–61,9 дм², за плоскорізного обробітку цей показник становив 54,6–56,9 дм², за поверхневого обробітку – 48,4–50,1 дм².

Встановлено, що за посиленого росту соняшнику з добре розвинуеною асимілюючою поверхнею листків формуються більш крупні кошики з більшою кількістю квіток, що в кінцевому результаті сприяє підвищенню врожайності. Розмір кошика також залежав від основного обробітку ґрунту. Найбільші кошики формувалися за полицевого обробітку ґрунту 17,0–18,2 см, менші – 16,4–17,4 см, найменші – 15,6–16,5 см.

За роки досліджень найвищий показник урожайності був у 2021 р. – 27,8 ц/га насіння соняшнику отримали за полицевого обробітку ґрунту, що на 5,2 ц/га перевищило врожайність досліду з поверхневим обробітком. За плоскорізного обробітку – 26,3 ц/га (таблиця 2).

Таблиця 2

**Урожайність гібридів соняшнику
залежно від основного обробітку ґрунту, ц/га (за 2019–2021 рр.)**

Основний обробіток ґрунту	2019	2020	2021	Середнє
Поверхневий обробіток	21,0	21,8	22,6	21,8
Плоскорізний обробіток	24,4	25,1	26,3	25,3
Полицевий обробіток	26,2	27,1	27,8	27,0

Формування врожаю залежало від основного обробітку ґрунту. У середньому за роки досліджень максимальну врожайність гібриди соняшнику сформували за полицевого обробітку – 27,0 ц/га. Однак порівняно із плоскорізним обробітком це збільшення було несуттєвим – на 1,7 ц/га. Найменші показники були отримані на досліді з поверхневим обробітком – 21,8 ц/га.

Висновки і пропозиції. В умовах Правобережного Лісостепу України різні види основного обробітку ґрунту сприяли збільшенню врожайності соняшнику. Найбільша врожайність гібридів формувалась за полицевого обробітку і становила 27,0 ц/га, за плоскорізного – 25,3 ц/га, а за поверхневого виявилася найменшою – 21,8 ц/га. За результатами трирічних, досліджень максимальна висота соняшнику за полицевого обробітку – 168–189 см, найменша – 153–177 см за поверхневого обробітку. Площа листової поверхні була найбільшою також за полицевого обробітку – 61,9 дм². Розміри кошику коливалися від 18,2 см на полицевому обробітку до 15,6 на поверхневому обробітку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Кохан А.В., Самойленко О. А., Глушенко Л.Д. Наслідки інтенсифікації соняшнику. Аграрний тиждень. 2016. № 4 (307). С. 42–43.
2. Малієнко А.М. Методологічні питання вивчення систем обробітку ґрунту в польових дослідях. Вісник аграрної науки. 2007. № 5. С. 21–24.
3. Медведєв В.В., Линдіна Т.Є. Наукові передумови мінімізації основного обробітку ґрунту і перспективи його впровадження в Україні. Вісник аграрної науки. 2001. № 7. С. 5–8.
4. Циліорик О.І., Горбатенко А.І., Судак В.М., Шапка В.П. Вплив мінімального обробітку ґрунту та удобрення на урожайність і олійність насіння соняшнику в умовах північного Степу. Дніпропетровськ, 2015. № 9. С. 11–15.
5. Вожегова Р.А., Малярчук М.П., Митрофанов О.П., Мігальов А.В., Малярчук В.В. Ефективність сучасних технологій вирощування соняшнику за різних умов зволоження та способів і глибини основного обробітку ґрунту на півдні України. Техніка і технології АПК. 2013. № 1. С. 19–21.

УДК 633.1

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.8>

ВПЛИВ ФОНІВ ЖИВЛЕННЯ ТА ІНОКУЛЯНТІВ НАСІННЯ НА ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ЗЕРНА КОЛОСОВИХ КУЛЬТУР

Вінюков О.О. – д.с.-г.н., професор,

в.о. директора,

Донецька державна сільськогосподарська дослідна станція

Національної академії аграрних наук України

Бондарева О.Б. – к.т.н., с.н.с.,

учений секретар,

Донецька державна сільськогосподарська дослідна станція

Національної академії аграрних наук України

Ліхушина Г.А. – д.філос. з агрономії,

зав. відділу селекції, насінництва та технологій виробництва

сільськогосподарської продукції,

Донецька державна сільськогосподарська дослідна станція

Національної академії аграрних наук України

У статті наведено результати досліджень щодо вивчення впливу різних фонів живлення та стимуляторів росту на формування рослинами ячменю ярого та пшениці озимої показників якості зерна. Вивчались дев'ять варіантів комбінаторної дії препаратів Мікрогумін, Байкал, Біоритм, Екостимул, що сприяли нормалізації процесів життєдіяльності, стимуляції активного росту рослин ячменю ярого сорту Бравий і пшениці озимої сорту Перемога. Дослідження виконувались на дослідному полі Донецької державної сільськогосподарської дослідної станції НААН України у 2021–2023 рр. на двох фонах живлення: мінеральному ($N_{30}P_{30}$) і органічному (біогумус – 1000 кг/га).

Встановлено, що мінеральний фон живлення сприяв підвищенню вмісту протеїну та білку в зерні ячменю ярого порівняно з органічним фоном живлення. Найвищий вплив на показники якості зерна забезпечували варіанти з обробкою насіння препаратом Мікрогумін з подальшим обприскуванням у фазу куцїння препаратом Біоритм та при обробці насіння препаратом Байкал з обприскуванням у фазу куцїння препаратом Біоритм – протеїн + 0,62 % до контролю та білок + 0,57 % до контролю.

На органічному фоні живлення найвищий вплив на показники якості зерна ячменю ярого забезпечувала сумісна обробка насіння препаратами Мікрогумін та Байкал та використання препарату Біоритм у фазі куцїння – 11,04 % протеїн та 10,15 % білок.

Вміст білку в зерні пшениці озимої, не залежно від фонів живлення та варіанту використання регуляторів росту, був на рівні 16,0 %. Більш істотний вплив запропонованих варіантів простежується при визначенні відсотку вмісту клейковини у зерні. Так, за мінерального фонів живлення, цей показник збільшувався порівняно з контролем від 1,1 % до 1,6 % залежно від варіанту використання регуляторів росту. За органічного фонів живлення відсоток клейковини збільшувався від 0,5 % (обробка насіння Мікрогуміном) до 1,4 % (обробка насіння Байкалом + обприскування посівів Біоритмом). Максимальне значення показник ІДК (90 од. пр. і 80 од. пр. за фонами) мав на варіанті Байкал (обробка насіння) + Біоритм (фаза куцїння).

Найвищу якість зерна пшениці озимої було сформовано за органічного фонів живлення на варіанті обробки насіння Мікрогуміном та обприскування посівів у фазу куцїння Біоритмом – 795,4 г/л, що на 10,3 г/л перевищує контрольний варіант.

Ключові слова: ячмінь ярий, пшениця озима, фон живлення, стимулятори росту рослин, якість зерна, протеїн, білок, клейковина, ІДК.

Vinyukov O.O., Bondareva O.B., Likhushyna G.A. The influence of nutritional backgrounds and seed inoculants on grain quality indicators of ear crops

The article presents the results of research on the study of the influence of different nutritional backgrounds and growth stimulants on the formation of grain quality indicators by spring barley and winter wheat plants. Nine variants of the combinatorial effect of the preparations Mikrohumин, Baikal, Bioritm, Ecostimul were studied, which contributed to the normalization of life processes, stimulation of the active growth of plants of spring barley of the Bravy variety and winter wheat of the Peremoha variety. The research was carried out at the experimental field of the Donetsk state agricultural science station of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine in 2021–2023 on two sources of nutrition: mineral (N30P30) and organic (biohumus – 1000 kg/ha).

It was established that the mineral background of nutrition contributed to the increase in the content of protein and protein in spring barley grain compared to the organic background of nutrition. The highest impact on grain quality indicators was provided by options with seed treatment with Mikrohumин followed by spraying in the tillering phase with Bioritm and with seed treatment with Baikal in combination with spraying in the tillering phase with Bioritm – protein + 0.62% compared to control and protein + 0.57% to control.

On the organic background of nutrition, the highest influence on the quality indicators of spring barley grain was ensured by the combined treatment of seeds with the preparations Mikrohumин and Baikal and the use of the preparation Bioritm in the tillering phase – 11.04% protein and 10.15% protein.

The protein content in winter wheat grains, regardless of the nutrition background and the option of using growth regulators, was at the level of 16.0%. A more significant impact of the proposed options can be seen when determining the percentage of gluten content in grain. Thus, under the mineral nutrition background, this indicator increased compared to the control from 1.1% to 1.6%, depending on the option of using growth regulators. Under the organic nutrition background, the percentage of gluten increased from 0.5% (treatment of seeds with Mikrohumин) to 1.4% (treatment of seeds with Baikal + spraying of crops with Biorhythm). The maximum value of the GDI indicator (90 pr. units and 80 pr. units for the backgrounds) was on the option Baikal (seed treatment) + Biorhythm (the tillering phase).

The highest nature of winter wheat grain was formed under the organic background of nutrition on the option of treating seeds with Mikrohumин and spraying crops in the tillering phase with Biorhythm – 795.4 g/l, which is 10.3 g/l higher than the control option.

Key words: spring barley, winter wheat, nutritional background, plant growth stimulants, grain nature, protein, gluten, GDI.

Постановка проблеми. В останні десятиліття у всьому світі набуває більшої актуальності проблема продовольчої безпеки. В цьому напрямку, поряд із нарощуванням обсягів виробництва сільськогосподарської продукції, гостро стоїть питання якості продуктів харчування і продовольчої сировини. У країнах ЄС існує велика кількість чинних нормативів і стандартів з якості, ефективно діють загальні і правові акти, мета яких забезпечити гарантовану якість харчових продуктів. При цьому широко впроваджується методологія отримання якісної рослинницької продукції, головним принципом якої є поступовий перехід від контролю кінцевого до прогнозування можливих ризиків, негативних впливів та уникнення їх ще на стадії вирощування культури [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Найбільш впливовим на формування рослинного організму фактором є режим живлення, який створюється правильним чергуванням культур в сівозміні та застосуванням збалансованої кількості макро- та мікроелементів [2, 3].

Введення в технологію виробництва органічних добрив може стабілізувати розвиток корисної ґрунтової біоти, фізіологічна діяльність якої спрямована на природне збагачення ґрунту корисними мікро- та макроелементами. Для збереження в ґрунті бездефіцитного балансу гумусу потрібно постійне внесення органічних добрив [4–6]. Значна кількість досліджень спрямована на використання

для відновлення родючості ґрунтів біогумусних органічних добрив, які одержуються промисловою переробкою компостів, найчастіше використовують біогумус, який отримують за допомогою каліфорнійських черв'яків [7].

Аналіз літературних джерел свідчить, що сучасним інноваційним способом покращення показників якості зерна з одночасним зниженням антропогенного навантаження на агроценози є застосування біопрепаратів, регуляторів росту рослин за рахунок оптимізації живлення сільськогосподарських культур. Для оптимізації процесу живлення рослин в умовах скорочення обсягів використання агрохімікатів доцільно застосовувати біологічно активні речовини та стимулятори росту. Вони можуть суттєво впливати на ріст і розвиток рослин, адаптуючи їх захисну реакцію до умов навколишнього середовища, до екологічних стресорів [8–12].

За науковими дослідженнями вчених [13–17] використання біостимуляторів різного походження підвищують ефективність використання добрив, покращуючи умови живлення рослин та їх продуктивність. Застосування біопрепаратів створює реальні передумови для суттєвого покращення врожаю зернових культур та їх якості з одночасним підвищенням ефективності використання добрив.

Однак, вплив цих агротехнологічних заходів на механізм формування якості рослинницької продукції за умов різного антропогенного навантаження на агроценози вивчено недостатньо.

Постановка завдання. Завдання полягало у визначенні впливу різних фонів живлення та стимуляторів росту на формування рослинами ячменю ярого та пшениці озимої показників якості зерна.

Дослідження виконувались у польовій сівозміні Донецької державної сільськогосподарської дослідної станції НААН України у 2021–2023 рр. на двох фонах живлення: мінеральному ($N_{30}P_{30}$) і органічному (біогумус – 1000 кг/га). Повторність у досліді 3-кратна. Розміщення ділянок – систематичне. Площа облікової ділянки становила 40 м².

Основний метод досліджень – польовий, який доповнювався аналітичними дослідженнями, вимірами, підрахунками і спостереженнями відповідно до загальноприйнятих методик та методичних рекомендацій у рослинництві [18, 19]. Статистична оцінка виконана із застосуванням ППП «ОСГЕ».

Ґрунт – чорнозем звичайний малогумусний важкосуглинковий. Вміст гумусу в орному шарі становить 4,5 %. Валовий вміст основних поживних речовин: N – 0,28–0,31 %, P_2O_5 – 0,16–0,18 %, K_2O – 1,8–2,0 %. Реакція ґрунтового розчину гумусового горизонту чорнозему слабо лужна, близька до нейтральної (рН водної суспензії 6,9).

Технологія вирощування була загальноприйнятою для східної частини Північного Степу України, крім поставлених на вивчення питань та відповідає зональним і регіональним рекомендаціям. Попередник пшениці озимої чорний пар, ячменю ярого – соняшник. Мінеральні та органічні добрива вносились під час сівби. Стимулятори росту використовувались згідно зі схемою досліді.

Для досліджень обрано сорт ячменю ярого Бравий (ПУ № 200492 від 20.08.2020 р.) та сорт пшениці озимої сорту Перемога (ПУ № 180459 від 13.02.2018 р.).

Погодні умови, які склалися в роки проведення досліджень були сприятливими для розвитку вегетативної частини рослин зернових культур, а застосування різних фонів живлення та фізіологічно активних препаратів створювало додаткові умови для ефективного проходження рослинами зернових культур етапів органогенезу.

Сівбу здійснювали сівалкою СН-16 в агрегаті з трактором Т-25. Спосіб сівби – суцільний рядковий, із шириною міжрядь 15 см. Глибина загортання насіння в ґрунт 4–5 см. З метою покращання умов для його проростання проводили ущільнення ґрунту кільчасто-шпоровими котками ЗККШ – 6А.

Виклад основного матеріалу дослідження. Погодні умови, які склалися в роки досліджень за вологозабезпеченням були сприятливими для розвитку генеративних органів зернових культур, та, як наслідок, мали суттєвий вплив на показники якості зерна (табл. 1).

Таблиця 1

Показники якості зерна ячменю ярого, 2021–2023 рр.

Варіант досліджу	Натура, г/л	Показники якості зерна, %	
		протеїн	білок
Фон живлення N ₃₀ P ₃₀			
Контроль	654,2	10,91	10,03
Мікрогумін (обробка насіння)	657,2	11,35	10,43
Мікрогумін + Байкал (обробка насіння)	658,0	11,47	10,55
Мікрогумін (обробка насіння) + Біоритм (фаза кущіння)	657,9	11,53	10,60
Мікрогумін (обробка насіння) + Екостимул (фаза кущіння)	656,3	11,47	10,55
Байкал (обробка насіння) + Біоритм (фаза кущіння)	657,0	11,53	10,60
Байкал (обробка насіння) + Екостимул (фаза кущіння)	657,4	11,16	10,26
Байкал (фаза кущіння)	655,2	11,22	10,32
Біоритм (фаза кущіння)	655,5	11,41	10,49
Екостимул (фаза кущіння)	655,0	11,22	10,32
НІР _{0,5}	0,7	0,12	0,14
Фон живлення Біогумус – 1000 кг/га			
Контроль	620,8	10,29	9,46
Мікрогумін (обробка насіння)	624,3	10,91	10,03
Мікрогумін + Байкал (обробка насіння)	622,9	11,04	10,15
Мікрогумін (обробка насіння) + Біоритм (фаза кущіння)	623,9	10,66	9,80
Мікрогумін (обробка насіння) + Екостимул (фаза кущіння)	622,3	10,85	9,98
Байкал (обробка насіння) + Біоритм (фаза кущіння)	620,5	10,42	9,58
Байкал (обробка насіння) + Екостимул (фаза кущіння)	628,6	10,54	9,69
Байкал (фаза кущіння)	623,5	10,48	9,63
Біоритм (фаза кущіння)	622,6	11,04	10,15
Екостимул (фаза кущіння)	623,9	10,97	10,09
НІР _{0,5}	2,2	0,10	0,11

На мінеральному фоні живлення, не залежно від варіанту, рослини ячменю ярого відзначились формуванням показнику натуре зерна, який істотно переважав відповідний показник на органічному фоні живлення. Так, на контрольних варіантах підвищення даного показнику було на 33,4 г/л.

Найвищі показники натуре зерна, залежно від фонів живлення, були отримані при використанні препарату Мікрогумін для обробки насіння та препарату Байкал у фізі кушіння 658,0 г/л (мінеральний фон живлення) та при обробці насіння препаратом Байкал сумісно з обприскуванням посівів у фазі кушіння препаратом Екостимул – 628,6 г/л (органічний фон живлення).

Аналіз показників натуре зерна за фонами живлення дозволяє зробити висновок, що за мінерального фону живлення найвищий вплив на цей показник мали варіанти, де використовувались обробки насіння. В той же час, ця закономірність не простежується за органічного фону живлення, де варіювання показнику натуре зерна було в межах помилки досліду. Тобто, мінеральний фон живлення має більш істотний вплив на показник натуре зерна ячменю ярого.

Мінеральний фон живлення сприяв підвищенню вмісту протеїну та білку в зерні ячменю ярого сорту Бравий порівняно з органічним фоном живлення.

На варіантах, де використовували обробку насіння препаратом Мікрогумін з подальшим обприскуванням у фазу кушіння препаратом Біоритм та при обробці насіння препаратом Байкал у поєднанні з обприскуванням у фазу кушіння препаратом Біоритм був отриманий найвищий вміст в зерні протеїну (+ 0,62 % до контролю) та білку (+ 0,57 % до контролю).

Органічний фон живлення також сприяв підвищенню показників якості зерна за всіма варіантами використання регуляторів росту, але найбільший вплив був отриманий при сумісній обробці насіння препаратами Мікрогумін та Байкал та використанні препарату Біоритм у фазі кушіння – 11,04 % протеїн та 10,15 % білок.

Щодо пшениці озимої (табл. 2), то фони живлення також істотно впливали на показники якості зерна. На відміну від ячменю ярого за використання мінерального фону живлення натура зерна знижувалась порівняно з органічним фоном. Це пояснюється тим, що за осінньо-весняний період органічні добрива мали більший період для мінералізації за рахунок роботи ґрунтової мікрофлори.

Найвищі показники натуре (788,0 г/л) зерна на мінеральному фоні живлення забезпечували варіанти з використанням препарату Мікрогумін для обробки насіння разом з препаратом Біоритм для обприскування посівів у фазу кушіння, а також обробка насіння Байкалом та обприскування посівів Біоритмом. Прибавка порівняно з контролем склала 5,8 г/л.

За органічного фону живлення найвищу натуре зерна було сформовано на варіанті обробки насіння Мікрогуміном та обприскування посівів у фазу кушіння Біоритмом – 795,4 г/л, що на 10,3 г/л перевищує контрольний варіант.

Вміст білку в зерні пшениці озимої сорту Перемога, не залежно від фону живлення та варіанту використання регуляторів росту, був на рівні 16,0 %. Істотного впливу на цей показник запропоновані варіанти не здійснювали, хоча і простежується незначне його підвищення порівняно з контрольним варіантом, але воно на рівні помилки досліду.

Більш істотний вплив запропонованих варіантів простежується при визначенні відсотку вмісту клейковини у зерні. Так, за мінерального фону живлення, цей показник збільшувався порівняно з контролем від 1,1 % до 1,6 %, залежно від варіанту використання регуляторів росту.

Таблиця 2

Показники якості зерна пшениці озимої, 2021–2023 рр.

Варіант досліджу	Натура зерна, г/л	Вміст у зерні, %		ІДК, од. пр.
		білка	клейковини	
Фон живлення N ₃₀ P ₃₀				
Контроль	782,2	16,0	35,1	75
Мікрогумін (обробка насіння)	785,1	16,3	36,4	80
Мікрогумін + Байкал (обробка насіння)	785,3	16,1	36,2	85
Мікрогумін (обробка насіння) + Біоритм (фаза кущіння)	788,0	16,0	36,7	85
Мікрогумін (обробка насіння) + Екостимул (фаза кущіння)	787,2	15,9	36,3	85
Байкал (обробка насіння) + Біоритм (фаза кущіння)	788,0	16,2	36,5	90
Байкал (обробка насіння) + Екостимул (фаза кущіння)	786,3	16,0	36,3	85
Байкал (фаза кущіння)	785,1	16,0	36,2	80
Біоритм (фаза кущіння)	787,0	16,0	36,2	85
Екостимул (фаза кущіння)	787,1	15,9	36,3	80
НІР _{0,5}	2,1	0,2	0,6	2,0
Фон живлення Біогумус – 1000 кг/га				
Контроль	785,1	15,9	34,6	70
Мікрогумін (обробка насіння)	790,0	15,9	35,1	70
Мікрогумін + Байкал (обробка насіння)	792,1	15,8	35,3	75
Мікрогумін (обробка насіння) + Біоритм (фаза кущіння)	795,4	16,0	35,8	75
Мікрогумін (обробка насіння) + Екостимул (фаза кущіння)	794,2	16,1	35,6	75
Байкал (обробка насіння) + Біоритм (фаза кущіння)	790,1	16,0	36,0	80
Байкал (обробка насіння) + Екостимул (фаза кущіння)	789,5	16,0	35,8	75
Байкал (фаза кущіння)	788,2	15,9	35,5	70
Біоритм (фаза кущіння)	790,6	16,0	35,7	75
Екостимул (фаза кущіння)	789,2	16,0	35,5	75
НІР _{0,5}	2,7	0,2	0,5	2,0

За органічного фону живлення, відсоток клейковини збільшувався від 0,5 % (обробка насіння Мікрогуміном) до 1,4 % (обробка насіння Байкалом + обприскування посівів Біоритмом).

Показник ІДК на мінеральному фоні коливався в межах 80–85 од. пр., а на органічному фоні в межах 70–75 од. пр. Слід відмітити, що максимального свого значення 90 од. пр. і 80 од. пр. за фонами показник ІДК мав на варіанті Байкал (обробка насіння) + Біоритм (фаза кущіння).

Висновки і пропозиції. Встановлено, що мінеральний фон живлення сприяв підвищенню вмісту протеїну та білку в зерні ячменю ярого сорту Бравий порівняно з органічним фоном живлення. Найвищий вплив на показники якості зерна забезпечували варіанти з обробкою насіння препаратом Мікрогумін з подальшим обприскуванням у фазу кущіння препаратом Біоритм та при обробці насіння препаратом Байкал у поєднанні з обприскуванням у фазу кущіння препаратом Біоритм – протеїн + 0,62 % до контролю та білок + 0,57 % до контролю.

На органічному фоні живлення найвищий вплив на показники якості зерна забезпечувала сумісна обробка насіння препаратами Мікрогумін та Байкал та використання препарату Біоритм у фазі кущіння – 11,04 % протеїн та 10,15 % білок.

Вміст білку в зерні пшениці озимої, не залежно від фону живлення та варіанту використання регуляторів росту, був на рівні 16,0 %. Більш істотний вплив запропонованих варіантів простежується при визначенні відсотку вмісту клейковини у зерні. Так, за мінерального фону живлення, цей показник збільшувався порівняно з контролем від 1,1 % до 1,6 % залежно від варіанту використання регуляторів росту. За органічного фону живлення відсоток клейковини збільшувався від 0,5 % (обробка насіння Мікрогуміном) до 1,4 % (обробка насіння Байкалом + обприскування посівів Біоритмом). Максимальне значення показник ІДК (90 од. пр. і 80 од. пр. за фонами) мав на варіанті Байкал (обробка насіння) + Біоритм (фаза кущіння).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Вінюков О. О., Бондарева О. Б., Коноваленко Л. І., Коробова О. М. Науково-методичні засади отримання якісної і екологічно безпечної рослинницької продукції в умовах промислового регіону. Київ: Голден Арт Принт. 2018.
2. Андрійченко Л. В., Хомяк П. В., Рибка В. С., Компанієць В. О. Агроекологічні та економічні аспекти вирощування озимої пшениці в умовах Південного Степу України. *Екологія*. 2010. 132/119. С. 41–44.
3. Циліурок О. І. Вплив попередників, добрив та погодних умов на продуктивність та якість зерна озимої пшениці в умовах підзони північного Степу України. *Наукові праці Полтавської держ. аграр. акад.* 2005. Т. 4 (23). С. 230–235.
4. Білітюк А. П. Біологізація, технологія – засіб підвищення урожайності і якості зерна. *Вісник Полтавської аграрної академії*. 2007. № 3. С. 10–13.
5. Сметанко О. В., Бурикїна С. І., Кривенко А. І. Вплив елементів біологізації вирощування пшениці озимої на різних фонах мінерального живлення в умовах Південного Степу України. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 8 (785). С. 33–37. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201808-05>
6. Petrychenko V. F., Korniyuchuk O. V., Voronetska I. S. Biological farming in conditions of transformational changes in the agrarian production of Ukraine. *Agricultural Science and Practice*. 2018. 5(2). P. 3–12. <https://doi.org/10.15407/agrisp5.02.003>
7. Сендецький В. М. Виробництво органічних добрив нового покоління “Біогумус” з органічних відходів агропромислового комплексу методом вермикюлювання і його вплив на врожайність сільськогосподарських культур. *Збірник наукових праць Білоцерківського національного аграрного університету. Агробіологія*. 2010. № 4. С. 80.
8. Остапчук М. О., Поліщук І. С., Мазур О. В., Максимов А. М. Використання біопрепаратів – перспективний напрямок вдосконалення агротехнологій. *Сільське господарство та лісівництво*. 2015. № 2. С. 5–17. http://nbuv.gov.ua/UJRN/agf_2015_2_3

9. Vinyukov O., Gyrka A., Korobova O., Bondareva O., Chuhrii H. Agrotechnical methods of increasing drought resistance of spring barley. *Revista de la Universidad del Zulia*. 2022. № 13 (37), P. 244–261. <http://dx.doi.org/10.46925//rdluz.37.16>
 10. Vaschenko V., Shevchenko O., Vinyukov A., Bondareva O. Correlation of effects of the general combination ability and the sign of the duration of the spring-hilling period in spring barley varieties. *Agrolife scientific journal*. 2021. № 10 (2), P. 203–208. <https://doi.org/10.17930/AGL2021225>
 11. Вінюков О. О., Бондарева О. Б., Коробова О. М., Чугрій Г. А. Вплив біопрепаратів на продуктивність пшениці озимої на різних фонах живлення в умовах Донецької обл. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 11. С. 41–47. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201811-06>
 11. Смирнов В. В., Патица В. П., Підгорський В. С. Мікробні біотехнології в сільському господарстві. *Агроекологічний журнал*. 2002. № 3. С. 3–9.
 12. Гаврилюк В. А., Дідковська Т. П. Ефективність використання нових видів мікробіологічних препаратів і стимуляторів росту. *Вісник ХНАУ (Сер. «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство»)*. 2008. № 4. С. 49–52.
 13. Василенко М. Г., Стадник А. П., Душко П. М., Драга М. В., Кічігіна О. О., Зацарінна Ю. О. Урожайність і якість насіння сільськогосподарських культур за дії регуляторів росту рослин. *Агроекологічний журнал*. 2018. № 1. С. 96–101. DOI :10.33730/2077-4893.1.2018.161350
 14. Вінюков О. О., Чугрій Г. А., Поплевко В. І., Шульц П., Скнипа Н. Л. Вплив мікробіологічних препаратів на фізіологічні процеси формування зернової продуктивності пшениці озимої. *Вісник ПДАА*. 2022. № 2. С. 11–20. doi: 10.31210/visnyk2022.02.01
 15. Керєфова Л. Ю. Про вплив регуляторів росту на якісні показники зерна озимої пшениці. *Зернове хазяйство*. 2004. № 4. С. 4–5.
 16. Кульбіда В. В., Бойко Г. І., Палієнко А. П. Урожай і якість зерна озимої пшениці залежно від попередників і добрив на Поліссі України. *Землеробство*. 1982. Вип. 56. – С. 3–7.
 17. Доспєхов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
 18. Методичні вказівки щодо проведення польових дослідів з вивчення технологій вирощування зернових культур. ІЗ УААН. Київ, 2003. 22 с.
-

УДК 633.34; 632.952; 631.147

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.9>

ВПЛИВ ФУНГІЦИДІВ НА ЗМІНУ ІНДИВІДУАЛЬНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ЕЛЕМЕНТІВ СТРУКТУРИ ВРОЖАЮ СОЇ

Грабовський М.Б. – д.с.-г.н., професор,
професор кафедри технологій у рослинництві та захисту рослин,
Білоцерківський національний аграрний університет
Мостипан О.В. – асистент кафедри технологій у рослинництві
та захисту рослин,
Білоцерківський національний аграрний університет
Панченко Т.В. – к.с.-г.н., доцент,
завідувач кафедри технологій у рослинництві та захисту рослин,
Білоцерківський національний аграрний університет
Городецький О.С. – к.с.-г.н., доцент,
доцент кафедри технологій у рослинництві та захисту рослин,
Білоцерківський національний аграрний університет

В статті наведено результати вивчення впливу фунгіцидного захисту на формування індивідуальної продуктивності та елементів структури врожаю сортами сої. Дослідження проводилися в 2021–2023 рр. в умовах ТОВ «Саварське» Обухівського району Київської області. Схема досліджу: Фактор А. Сорти. Амадея, Ауреліна. Фактор Б. Фунгіциди. Контроль (обробка насіння та рослин водою), Максим Адванс 195 FS, ТН (1,25 л/т) (обробка насіння перед сівбою), Вайбранс RFC, т. н. (1 л/т) (обробка насіння перед сівбою), Селест топ 312.5 FS, ТН (1 л/т) (обробка насіння перед сівбою), Стандак Топ (2 л/т) (обробка насіння перед сівбою), Абакус (2 л/га) (в період вегетації), Максим Адванс 195 FS, ТН (1,25 л/т) + Абакус (2 л/га), Вайбранс RFC, т. н. (1 л/т) + Абакус (2 л/га), Селест топ 312.5 FS, ТН (1 л/т) + Абакус (2 л/га), Стандак Топ (2 л/т) + Абакус (2 л/га). Дослідженнями не виявлено впливу фунгіцидів на висоту прикріплення першого боба і кількості бобів у сортів сої. Кількість бобів в середньому за три роки становила у сорту Амадея – 25–26 шт./рослину, а у сорту Ауреліна – 23–25 шт./рослину. Встановлено, що найвищі показники кількості і маси насіння з однієї рослини та маси 1000 насінин у сортів Амадея і Ауреліна отримано на варіанті Стандак Топ (2 л/т) + Абакус (2 л/га) – 50 і 46 шт., 10,6 і 9,7 г та 212,0 і 210,9 г. Але в роки досліджень різниця за цими показниками була недостовірною, порівняно з використанням Селест топ (1 л/т) + Абакус (2 л/га). Сорт Амадея мав вищі показники кількості і маси насіння з однієї рослини на 2,2–8,0 і 4,2–11,6 % та маси 1000 насінин на 1,8–9,5 %, порівняно з сортом Ауреліна. Кореляційним аналізом виявлено високий рівень взаємозв'язку між кількістю насінин з однієї рослини ($r = 0,85$), масою насіння з однієї рослини ($r = 0,91$), масою 1000 насінин ($r = 0,85$) і урожайністю зерна сої.

Ключові слова: соя, сорти, фунгіциди, обробка насіння, елементи структури врожаю, маса 1000 насінин.

Grabovskiy M.B., Mostypan O.V., Panchenko T.V., Horodetskiy O.S. Influence of fungicides on changes in individual productivity and elements of soybean yield structure

This paper presents the results of a study of the influence of fungicide protection on the development of individual productivity and yield structure elements of soybean varieties. The research was conducted in 2021–2023 in the conditions of «Savarske» Obukhiv district Kyiv region. Scheme of the experiment: Factor A. Varieties. Amadea, Aurelina. Factor B. Fungicides. Control (treatment of seeds and plants with water), Maxim Advance 195 FS (1.25 l/t) (treatment of seeds before sowing), Vibrance RFC (1 l/t) (seed treatment before sowing), Select top 312.5 FS (1 l/t) (seed treatment before sowing), Standak Top (2 l/t) (seed treatment before sowing), Abacus (2 l/ha) (during the growing season), Maxim Advance 195 FS (1.25 l/t) + Abacus (2 l/ha),

Vibrance RFC (1 l/t) + Abacus (2 l/ha), Selest top 312.5 FS (1 l/t) + Abacus (2 l/ha), Standak Top (2 l/t) + Abacus (2 l/ha).

The studies showed no effect of fungicides on the height of the first bean emergence and the number of beans in the soybean varieties. The number of beans averaged 25–26 pods per plant in the variety Amadea and 23–25 pods per plant in the variety Aurelina over three years. It was found that the highest indices of the number and weight of seeds per plant and the weight of 1000 seeds in the varieties Amadea and Aurelina were obtained in the variant Standak Top (2 l/t) + Abacus (2 l/ha) – 50 and 46 pcs, 10.6 and 9.7 g and 212.0 and 210.9 g, respectively. The variety Amadea had higher indices of the number and weight of seeds per plant by 2.2–8.0 and 4.2–11.6 % and the weight of 1000 seeds by 1.8–9.5 % compared to the variety Aurelina. The correlation analysis revealed a high level of correlation between the number of seeds per plant ($r = 0.85$), seed weight per plant ($r = 0.91$), weight of 1000 seeds ($r = 0.85$) and soybean grain yield.

Key words: *soybean, varieties, fungicides, seed treatment, elements of crop structure, weight of 1000 seeds.*

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Соя (*Glycine max (L.) Merrill*) є однією з найважливіших сільськогосподарських культур у світі. Цю культуру вирощують приблизно на 6 % світових орних земель, і з 1970-х років площа посівів сої має найвищий відсоток збільшення, порівняно з будь-якою іншою культурою. Очікується, що в майбутньому виробництво сої зростатиме і надалі, завдяки розширенню виробничих площ і збільшенню її врожайності [1]. Існує ряд важливих абіотичних і біотичних обмежень, які загрожують виробництву сої через пряме зниження врожайності і якості насіння [2]. До абіотичних обмежень відносяться екстремальні значення температури повітря і вологості ґрунту [3]. Біотичні обмеження, як правило, включають різноманітні хвороби, шкідники і сегетальну рослинність [4]. Під впливом хвороб, урожайність зерна сої може зменшитися від 20,5 до 80,0 % [5–6]. Значні втрати врожайності сої можуть мати наслідки для продовольчої безпеки у світі через її залежність, прямо чи опосередковано, у виробництві харчових продуктів [7].

Хвороби сої впливають на зниження енергії проростання насіння та його схожість, зменшують фотосинтетичну поверхню й продуктивність культурних рослин, погіршують якісні показники зерна [8]. Ураження патогенами не тільки знижує посівні якості насіння, але й призводить до зниження цінності рослинної продукції, перешкоджає її переробці та споживанню через забруднення продуктами метаболізму, які є шкідливими для людини і тварин [9].

Одним із заходів зменшення впливу хвороб на продуктивність сої є використання позакоренових фунгіцидів як для боротьби з грибовими патогенами, так і з нефунгіцидними фізіологічними ефектами у рослин [10]. Багато вчених відмічають позитивний ефект від їх застосування у зростанні врожайності зерна сої та елементів її продуктивності [4, 11–13].

Однак, надмірне використання позакоренових фунгіцидів може бути проблемою для рослин сої, оскільки окрім контролю патогенів, це може негативно вплинути на метаболізм рослин. Повідомляється про шкідливий вплив деяких фунгіцидів у прояві фітотоксичності, відразу після внесення [14], вплив на анатомію листя [15], фотосинтетичні структури [16] та життєздатність пилоквих зерен [17], що, у свою чергу, може погіршити якість зерна.

Індивідуальна продуктивність рослин сої залежить від забезпечення їх факторами життя, що впливає на зміну основних елементів структури врожаю: кількість бобів на одній рослині, кількість насінин у бобі, масу насіння з однієї рослини та масу 1000 насінин. Рациональне співвідношення агротехнічних і гідротермічних умов забезпечує високу продуктивність рослин сої [18].

Встановлено, що сорт, норми висіву та способи догляду за посівами, суттєво впливають на продуктивність сої. Залежно від цих факторів змінюється кількість сформованих рослиною бобів, насінин, їх маса, висота прикріплення першого боба, а також маса 1000 насінин [19]. Сорти інтенсивного типу вимогливіші до умов живлення і лише за оптимального збалансованого забезпечення поживними речовинами здатні утворювати високу зернову продуктивність [20–21].

Комплексним показником результативності будь-яких елементів є урожайність сортів сої. Тож, реалізація значною мірою залежить від значних показників індивідуальної продуктивності: кількості продуктивних вузлів, кількості насінин у бобі, бобів у вузлі, крупності насіння; морфологічного – детермінантний тип росту; технологічного – висота закладання нижнього бобу тощо. Здебільшого, у найпродуктивніших форм сої або поєднуються середні значення основних елементів продуктивності, або деякі з них мають максимальні значення, а інші – середні [22].

Сучасні детермінантні та напівдетермінантні сорти здатні формувати до 8 і більше гілок на рослині. Завдяки ним може формуватися від 30 до 55 % загального врожаю насіння. Також неабияк важливим є підвищення індивідуальної продуктивності рослин сої і укорочення міжвузля, що не дає зайвих витрат асимілянтів на вегетативну масу [23, 24].

Кількість бобів на рослині, як важливий фактор індивідуальної продуктивності досліджуваного сорту сої, визначає продуктивність всієї рослини і відіграє певну роль у формуванні врожайності. На нього впливають такі фактори, як сорт, посівний матеріал та хелатні мікродобрива [25]. Серед усіх компонентів структури врожайності сої, кількість бобів на рослині є найбільш мінливим показником. У пазухах листків формується від 3 до 35 квіток, але в верхівковій китиці до 12 квіток, що пов'язано зі стресовими факторами навколишнього середовища та високим рівнем абортивності (36–81 %) [18, 26].

Кількість бобів на рослині значно залежить від умов доквілля. У пазухах листка формується від 3 до 35 квіток, проте через їх велику абортивність (36 %), зумовлену стресовими факторами доквілля та індивідуальним розвитком рослини, може сформуватись до 12 бобів, а у верхівковій китиці до 30. Маса насіння з однієї рослини може коливатись від 0,1 до 30 г, залежно від умов доквілля та сорту [27].

Кількість насінин з однієї рослини є надзвичайно важливим для дослідження сої, стимулюючи пошук шляхів прискореного розмноження насіння, адже об'єми виробництва насіння даної культури не задовольняють повною мірою потреб сільськогосподарських виробників [28].

Метою наших досліджень, було встановлення впливу фунгіцидного захисту на формування індивідуальної продуктивності та елементів структури врожаю сої.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проводилися в 2021–2023 рр. в умовах ТОВ «Саварське» Обухівського району Київської області. Схема досліді: Фактор А. Сорти. Амадеа, Ауреліна. Фактор Б. Фунгіциди. Контроль (обробка насіння та рослин водою), Максим Адванс 195 FS, ТН (1,25 л/т) (обробка насіння перед сівбою), Вайбранс RFC, т. н. (1 л/т) (обробка насіння перед сівбою), Селест топ 312.5 FS, ТН (1 л/т) (обробка насіння перед сівбою), Стандак Топ (2 л/т) (обробка насіння перед сівбою), Абакус (2 л/га) (в період вегетації), Максим Адванс 195 FS, ТН (1,25 л/т) + Абакус (2 л/га), Вайбранс RFC, т. н. (1 л/т) + Абакус (2 л/га), Селест топ 312.5 FS, ТН (1 л/т) + Абакус (2 л/га), Стандак Топ (2 л/т) + Абакус (2 л/га). Обробку насіння фунгіцидами проводили перед сівбою та обприскування посівів у період вегетації (до фази бутонізації) здійснювали шляхом застосування робочого розчину (250 л/га) на дослідних ділянках. На контрольних

варіантах проводили обробку насіння та обприскування посівів водою з розрахунку 250 л/га, у період коли проводили внесення фунгіцидів.

Загальна площа елементарної ділянки – 144 м², облікової – 120 м². Повторність досліду триразова. Грунт дослідних ділянок – чорнозем типовий середньосуглинковий. Дослідження проводили згідно методичних рекомендацій [29]. Структуру врожаю досліджували в снопових зразках, які відбирали в повну стиглість, на площадках 0,25 м², у трьох повтореннях. Визначали масу снопа, кількість рослин, гілок, бобів на головних і бічних гілках, насінин у бобі, число і масу насінин на рослині, масу 1000 насінин [30].

Результати дослідження та обговорення. Нашими дослідженнями не виявлено впливу фунгіцидів на висоту прикріплення першого боба у сортів сої. Цей показник залежав від біологічних особливостей досліджуваних сортів та погодних умов року і становив: у Амадеа 15 см, а у Ауреліна – 13 см (табл. 1 і 2).

Таблиця 1

Елементи структури врожаю сорту сої Амадеа залежно від застосування фунгіцидів (середнє за 2021–2023 рр.)

Фунгіциди	Висота прикріплення першого боба, см	Кількість бобів на рослині, шт.	Кількість насінин з однієї рослини, шт.	Маса насіння з однієї рослини, г	Маса 1000 насінин, г
Контроль	15	25	42	8,3	197,6
Максим Адванс (1,25 л/т)	15	25	44	9,5	215,9
Вайбранс (1 л/т)	15	25	44	9,6	218,2
Селест топ (1 л/т)	15	25	45	9,6	213,3
Стандак Топ (2 л/т)	15	25	45	9,7	215,6
Абакус (2 л/га)	15	26	47	9,7	206,4
Максим Адванс (1,25 л/т)+ Абакус (2 л/га)	15	26	48	9,6	200,0
Вайбранс (1 л/т)+ Абакус (2 л/га)	15	26	48	9,8	204,2
Селест топ (1 л/т)+ Абакус (2 л/га)	15	26	49	10,3	210,2
Стандак Топ (2 л/т)+ Абакус (2 л/га)	15	26	50	10,6	212,0
V, %	1,8	1,6	5,7	4,6	7,2

Кількість бобів на рослині також не залежала від фунгіцидного захисту і коливалася в межах 25–26 шт./рослину у сорту Амадеа і 23–25 шт./рослину у сорту Ауреліна. Кількість насінин з однієї рослини у сортів Амадеа і Ауреліна на контрольному варіанті становила 42 і 41 шт. При застосуванні передпосівної фунгіцидної обробки насіння Максим Адванс (1,25 л/т), Вайбранс (1 л/т), Селест топ (1 л/т) і Стандак Топ (2 л/т) вона зростала до 44–45 шт. і 43–44 шт. На варіантах з передпосівною обробкою цими фунгіцидами та використанням препарату Абакус (2 л/га) у період вегетації сої кількість насінин з однієї рослини зростала до 48–50 і 45–46 шт., що на 9,8–16,7 % більше ніж на контролі.

Таблиця 2

Елементи структури врожаю сорту сої Ауреліна залежно від застосування фунгіцидів (середнє за 2021–2023 рр.)

Фунгіциди	Висота прикріплення першого боба, см	Кількість бобів на рослині, шт.	Кількість насінин з однієї рослини, шт.	Маса насіння з однієї рослини, г	Маса 1000 насінин, г
Контроль	13	23	41	7,6	185,4
Максим Адванс (1,25 л/т)	13	23	43	8,4	195,3
Вайбранс (1 л/т)	13	23	43	8,5	197,7
Селест топ (1 л/т)	13	23	44	8,8	200,0
Стандак Топ (2 л/т)	13	23	44	8,6	195,5
Абакус (2 л/га)	13	24	44	8,9	202,3
Максим Адванс (1,25 л/т)+ Абакус (2 л/га)	13	25	45	9,2	204,4
Вайбранс (1 л/т)+ Абакус (2 л/га)	13	25	45	9,3	206,7
Селест топ (1 л/т)+ Абакус (2 л/га)	13	25	46	9,5	206,5
Стандак Топ (2 л/т)+ Абакус (2 л/га)	13	25	46	9,7	210,9
V, %	1,5	1,6	5,4	4,3	6,8

У сортів Амадеа і Ауреліна маса насіння з однієї рослини мінімальні значення мала на варіантах без фунгіцидного захисту – 8,3 і 7,6 г. Застосування для передпосівної обробки насіння фунгіцидів Максим Адванс (1,25 л/т), Вайбранс (1 л/т), Селест топ (1 л/т) і Стандак Топ (2 л/т) дозволило підвищити цей показник до 9,5–9,7 і 8,4–8,9 г, або на 10,5–16,9 %, порівняно з контролем. Сумісне використання передпосівної обробки фунгіцидами і післясходове препарату Абакус (2 л/га), збільшувало масу насіння з однієї рослини до 9,6–10,6 і 9,2–9,7 шт., або 15,7–27,8 %, відповідно у сортів Амадеа і Ауреліна. При самостійному внесенні Абакус (2 л/га) вона зростала на 16,7–17,5 %.

Під впливом досліджуваних факторів маса 1000 насінин змінювалася аналогічно попереднім показникам: мінімальні значення у сортів Амадеа і Ауреліна отримано на контрольних ділянках – 197,6 і 185,4 г, а максимальні при комбінованому застосуванні фунгіцидів Максим Адванс (1,25 л/т), Вайбранс (1 л/т), Селест топ (1 л/т) і Стандак Топ (2 л/т) для обробки насіння, і Абакус (2 л/га) в період вегетації – 200,0–212,0 і 204,4–210,9 г.

Найвищі показники кількості і маси насіння з однієї рослини та маси 1000 насінин у сортів Амадеа і Ауреліна, отримано при використанні Стандак Топ (2 л/т) + Абакус (2 л/га) – 50 і 46 шт., 10,6 і 9,7 г та 212,0 і 210,9 г. Слід відмітити відсутність достовірної різниці між цим варіантом і Селест топ (1 л/т) + Абакус (2 л/га) (НІР₀₅ для кількості насінин з рослини – 1,3 шт., маси насінин з рослини – 0,5 г, маси 1000 насінин – 3,2 г).

Кореляційним аналізом встановлено високий рівень взаємозв'язку між кількістю насінин з однієї рослини ($r = 0,85$), масою насіння з однієї рослини ($r = 0,91$), масою 1000 насінин ($r = 0,85$) і урожайністю зерна сої (рис. 1–3).

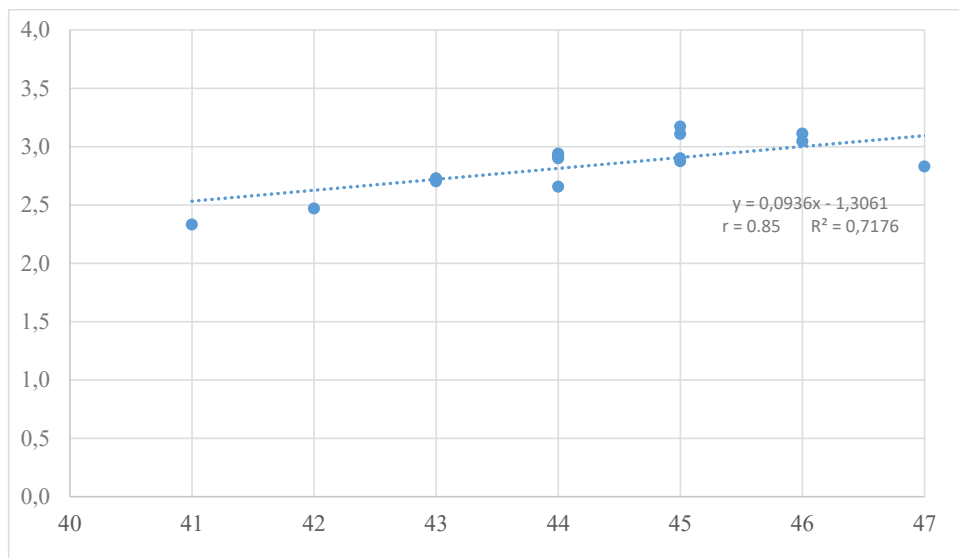


Рис. 1. Кореляційний зв'язок між кількістю насінин з однієї рослини і урожайністю зерна сої

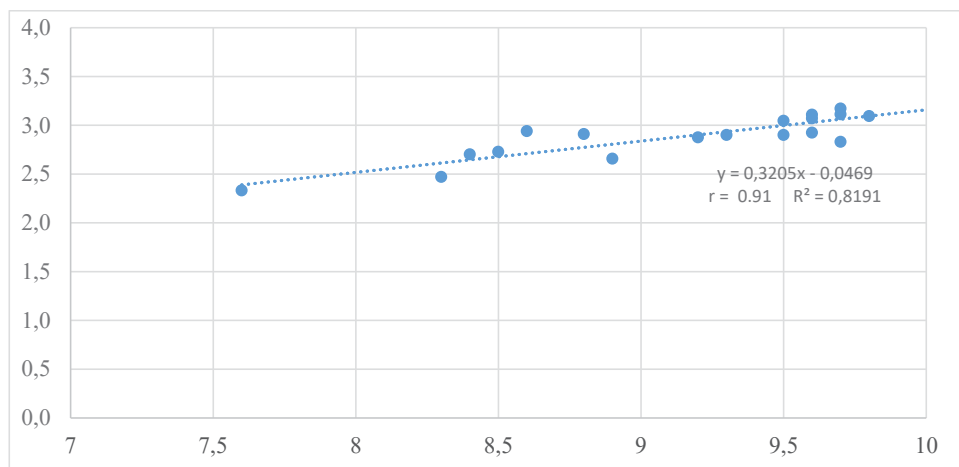


Рис. 2. Кореляційний зв'язок між масою насіння з однієї рослини і урожайністю зерна сої

Сорт Амадеа мав вищі показники кількості і маси насіння з однієї рослини на 2,2–8,0 і 4,2–11,6 % та маси 1000 насінин на 1,8–9,5 %, порівняно з сортом Ауреліна.

На формування ознак «Висота прикріплення першого боба» та «Кількість бобів на рослині» найбільший вплив мали сортові ознаки – 75,1 і 78,2 %, та погодні умови (інші) – 22,0 і 16,2 % (рис. 4). Вплив фунгіцидного захисту був незначним – 2,1 і 4,3 %.

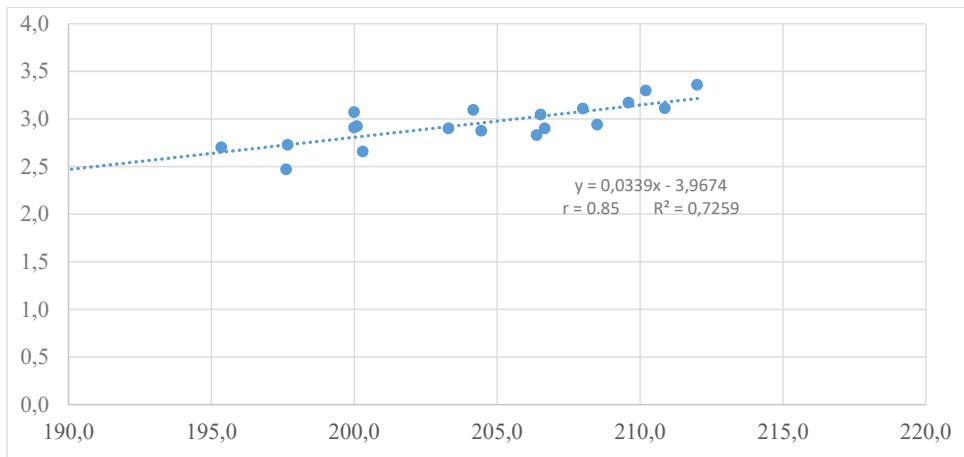


Рис. 3. Кореляційний зв'язок між масою 1000 насінин і урожайністю зерна сої

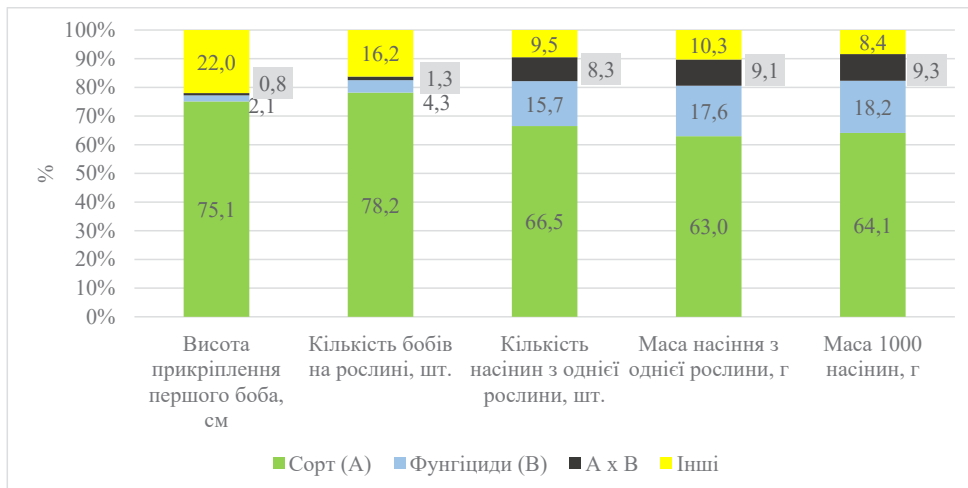


Рис. 4. Частка впливу досліджуваних факторів на формування елементів структури врожаю сої

Ознаки «Кількість насінин з однієї рослини», «Маса насіння з однієї рослини» і «Маса 1000 насінин» на 66,5, 63,0 і 64,1 % залежали від генотипу досліджуваних сортів сої та на 15,7, 17,6 і 18,2 % від використання фунгіцидів. Взаємодія цих факторів була на рівні 8,3–9,3 %.

Висновки. Найвищі показники кількості і маси насіння з однієї рослини та маси 1000 насінин у сортів Амадеа і Ауреліна отримано на варіанті Стандак Топ (2 л/т) + Абакус (2 л/га) – 50 і 46 шт., 10,6 і 9,7 г та 212,0 і 210,9 г. Але в роки досліджень різниця за цими показниками була недостовірною порівняно з використанням Селест топ (1 л/т) + Абакус (2 л/га). Сорт Амадеа мав вищі показники кількості і маси насіння з однієї рослини на 2,2–8,0 і 4,2–11,6 % та маси 1000 насінин на 1,8–9,5 %, порівняно з сортом Ауреліна. Кореляційним аналізом встановлено

високий рівень взаємозв'язку між кількістю насінин з однієї рослини ($r = 0,85$), масою насіння з однієї рослини ($r = 0,91$), масою 1000 насінин ($r = 0,85$) і урожайністю зерна сої.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Hartman G. L., West E. D., Herman T. K. Crops that feed the World 2. Soybean worldwide production, use, and constraints caused by pathogens and pests. *Food Security*. 2011. Т. 3. Р. 5–17.
2. Cheng-Zhi C., Cong-Jian L., Dan X., Xiao-Shan Z., Jin Z. Global warming and world soybean yields. *Journal of Agrometeorology*, 2021. № 23 (4). Р. 367–374.
3. Pagano M. C., Miransari M. The importance of soybean production worldwide. Abiotic and biotic stresses in soybean production. Academic Press, 2016. Р. 1–26.
4. Rupe J., Luttrell R. G. Effect of pests and diseases on soybean quality. Soybeans. AOCSS Press, 2008. Р. 93–116.
5. Grau C. R., Dorrance A. E., Bond J., Russin J. S. Fungal diseases. Soybeans: Improvement, production, and uses. 2004. № 16. Р. 679–763.
6. Chang K. F., Hwang S. F., Ahmed H. U., Strelkov S. E., Harding M. W., Conner R. L., Turnbull G. D. Disease reaction to *Rhizoctonia solani* and yield losses in soybean. *Canadian journal of plant science*, 2017. № 98 (1). Р. 115–124.
7. Junqueira V. B., Müller C., Rodrigues A. A., Amaral T. S., Batista P. F., Silva A. A., Costa A. C. Do fungicides affect the physiology, reproductive development and productivity of healthy soybean plants? *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 2021. № 172. 104754.
8. Щербачук В. М. Формування урожайності та якісних показників зерна сої залежно від системи захисту посівів проти бур'янів та хвороб в умовах достатнього зволоження. *Агробіологія*. 2015. №. 1. С. 88–91.
9. Fleurat-Lessard F. Integrated management of the risks of stored grain spoilage by seedborne fungi and contamination by storage mould mycotoxins—An update. *Journal of Stored Products Research*. 2017. Т. 71. С. 22–40.
10. Swoboda C., Pedersen P. Effect of fungicide on soybean growth and yield. *Agronomy Journal*. 2009. Т. 101. №. 2. Р. 352–356.
11. Zilli J. E., Ribeiro K. G., Campo R. J., Hungria M. Influence of fungicide seed treatment on soybean nodulation and grain yield. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. 2009. № 33. Р. 917–923.
12. Henry R. S., Johnson W. G., Wise K. A. The impact of a fungicide and an insecticide on soybean growth, yield, and profitability. *Crop Protection*. 2011. Т. 30. №. 12. Р. 1629–1634.
13. Bandar, A. Y., Weerasooriya D. K., Conley S. P., Bradley C. A., Allen T. W., Esker P. D. Modeling the relationship between estimated fungicide use and disease-associated yield losses of soybean in the United States I: Foliar fungicides vs foliar diseases. *PLoS One*. 2020. № 15 (6). e0234390.
14. Françoso E., Zuntini A. R., Arias M. C. Combining phylogeography and future climate change for conservation of *Bombus morio* and *B. pauloensis* (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Insect Conservation*. 2019. Т. 23. Р. 63–73.
15. Shahid M., Khan M. S. Cellular destruction, phytohormones and growth modulating enzymes production by *Bacillus subtilis* strain BC8 impacted by fungicides. *Pesticide biochemistry and physiology*. 2018. Т. 149. Р. 8–19.
16. Singh G., Sahota H. K. Impact of benzimidazole and dithiocarbamate fungicides on the photosynthetic machinery, sugar content and various antioxidative enzymes in chickpea. *Plant physiology and biochemistry*. 2018. Т. 132. Р. 166–173.
17. Junqueira V. B., Costa A. C., Boff T., Müller C., Mendonça M. A. C., Batista P. F. Pollen viability, physiology, and production of maize plants exposed to pyraclostrobin+epoxiconazole. *Pesticide biochemistry and physiology*. 2017. № 137. Р. 42–48.

18. Чорна В. М. Насіннєва продуктивність сої залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу Правобережного. *Корми і кормовиробництво*. 2016. Вип. 82. С. 69–77.
19. Шевніков М. Я., Міленко О. Г. Міжвидова конкуренція та забур'яненість посівів сої залежно від моделі агрофітоценозу. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2015. Вип. 3 (86). С. 116–123.
20. Бабич А. О. Сучасне виробництво і використання сої : монографія. Київ: Урожай, 1993. 428 с.
21. Базиленко Є. О., Марченко Т. Ю., Лавриненко Ю.О. Прояв і мінливість ознаки «кількість бобів на продуктивних вузлах рослини» у гібридів та сортів сої різних груп стиглості. *Аграрні інновації*. 2022. Вип. 15. С. 128–133.
22. Bravo J.J., Fehr W. R., Welke G. A., Hammond E. G. Family and line selection for elevated palmitate of soybean. *Crop Sci*. 2009. № 39. P. 679–682.
23. Чайковська Т., Каргіна Г. Соя стає ключовою культурою в землеробстві України. *Ефективні корми та годівля*. 2011. № 5. С. 21–24.
24. Німенко С.С., Грабовський М.Б. Урожайність зерна сортів сої залежно від елементів органічної технології вирощування. *Зрошуване землеробство*. 2023. Вип. 79. С. 52–59.
25. Novytska N., Gadzovskiy G., Mazurenko B., Svistunova I., Martynov O. Effect of seed inoculation and foliar fertilizing on structure of soybean yield and yield structure in western polissya of Ukraine. *Agronomy Research*. 2020. № 18 (4). P. 2512–2519.
26. Мостипан О. В., Грабовський М. Б. Формування елементів структури врожаю сої під впливом гербіцидного захисту у Правобережному Лісостепу України. *Аграрні інновації*. 2023. № 19. С. 79–88.
27. Колісник С. І., Іванюк С. В., Петриченко Н. М. Вирощування сої на насіння. *Насінництво*. 2005. № 12. С. 15–16.
28. Novytska N., Gadzovskiy G., Mazurenko B., Svistunova I., Martynov O. Effect of seed inoculation and foliar fertilizing on structure of soybean yield and yield structure in western polissya of Ukraine. *Agronomy Research*. 2020. № 18 (4). P. 2512–2519.
29. Основи наукових досліджень в агрономії / за ред. Єщенко В. О. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К»», 2014. 332 с.
30. Волкодав В. В. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур. Випуск третій (олійні, технічні, прядильні та кормові культури). Київ : АЛЕФА, 2001. 76 с.

УДК 504.5:633.1»324»:631.82

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.10>

ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ ҐРУНТІВ НА ІНТЕНСИВНІСТЬ НАКОПИЧЕННЯ СВИНЦЮ, ЦИНКУ ТА МІДІ У ЗЕРНІ ОЗИМИХ ЗЛАКІВ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО

Гусак О.Б. – аспірантка кафедри екології та охорони навколишнього середовища,
Вінницький національний аграрний університет

Злакові зернові культури займають основну частину у виробництві сільськогосподарських культур. Їх широко використовують у багатьох галузях народного господарства. Найширше зерновими злаками послуговуються у харчовій промисловості. Своїми ґрунтово-кліматичними умовами територія сучасної України є найбільш сприятливою для вирощування зерна злакових культур з-поміж усіх країн світу. Зокрема, це сприяло виробництву зернової продукції як одного з головних напрямків агропромислового комплексу України, вплинуло на контроль і дотримання вимог до якості зерна злакових рослин, які останнім часом надзвичайно суворі.

Стаття присвячена вивченню впливу мінерального удобрення ґрунтів на транслокацію Pb, Zn і Cu у зерно озимих злакових культур. Метою дослідження є вивчення впливу мінерального удобрення ґрунтів (аміачної селітри, суперфосфату простого та калію хлористого) на інтенсивність накопичення коефіцієнтів накопичення небезпеки свинцю, цинку та міді у зерні озимої пшениці сорту Акратос та озимого ячменю сорту Луран.

У зерні пшениці озимої виявлено нижчий вміст свинцю, цинку та міді за комплексного удобрення $N_{90}P_{60}K_{60}$ добрив порівняно з азотним добривом (аміачна селітра), фосфорним (суперфосфат простий) і калійний (калій хлористий). Найнижчий вміст свинцю та міді у зерні озимого ячменю спостерігали за удобрення ґрунтів калієм хлористим порівняно вищий під час використання аміачної селітри, суперфосфату простого з комплексним удобренням $N_{90}P_{60}K_{60}$ добрив. Тоді як цинку найнижчий вміст виявлено у зерні озимого ячменю за комплексного удобрення ґрунтів $N_{90}P_{60}K_{60}$ добрив.

Дослідження проводили на полях фермерського господарства «Зоря Василівки», с. Василівка, Вінницького району Вінницької області. На території цього району переважають сірі лісові ґрунти. Ці ґрунти характеризують невисоким вмістом гумусу, рН (5,5) вмістом фосфору до 0,11%, що є низьким, порівняно з вищою кількістю калію, яка належить до середньозабезпечених.

Ключові слова: зерно, озима пшениця, озимий ячмінь, важкі метали, коефіцієнт накопичення, коефіцієнт небезпеки, мінеральні добрива.

Husak O.B. The influence of mineral soil fertilization on the intensity of accumulation of lead, zinc, and copper in the grain of winter cereals in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe

Cereal grains occupy the main part in the production of agricultural crops. They are widely used in many branches of the national economy. Cereals are most widely used in the food industry. Due to its soil and climatic conditions, the territory of modern Ukraine is the most favorable for the cultivation of cereal grains among all the countries of the world. In particular, it contributed to the production of grain products as one of the main directions of the agro-industrial complex of Ukraine, influenced the control and compliance with the requirements for grain quality of cereal plants, which have recently been extremely strict.

The article is devoted to the study of the influence of soil mineral fertilization on the translocation of Pb, Zn and Cu into the grain of winter cereal crops. The purpose of the study is to study the effect of mineral fertilization of soils (ammonium nitrate, simple superphosphate and potassium chloride) on the intensity of accumulation of risk factors of lead, zinc and copper in the grain of winter wheat of the Akrotos variety and winter barley of the Luran variety.

A lower content of lead, zinc, and copper was found in winter wheat grain under complex fertilization of $N_{90}P_{60}K_{60}$ fertilizers compared to nitrogen (ammonium nitrate), phosphorous

(simple superphosphate), and potassium (potassium chloride) fertilizers. The lowest content of lead and copper in winter barley grains was observed when soil was fertilized with potassium chloride, and it was relatively higher when using ammonium nitrate, simple superphosphate with complex fertilization of $N_{90}P_{60}K_{60}$ fertilizers. While zinc, the lowest content was found in winter barley grains with complex soil fertilization with $N_{90}P_{60}K_{60}$ fertilizers.

The research was conducted in the fields of the «Zorya Vasylivka» farm, village Vasylivka, Vinnytsia district, Vinnytsia region. The territory of this district is dominated by gray forest soils. These soils are characterized by a low content of humus, pH (5.5) with a phosphorus content of up to 0.11%, which is low, compared to a higher amount of potassium, which belongs to medium-rich soils.

Key words: grain, winter wheat, winter barley, heavy metals, accumulation coefficient, hazard coefficient, mineral fertilizers.

Постановка проблеми. Аналізуючи тисячоліття людського існування та значення у ньому сільськогосподарської злакової продукції, ми можемо однозначно відзначити лише користь злакових рослин та їхнє виробництво і позитивний вплив на людське життя. Головними продовольчими зерновими культурами є пшениця (*Triticum L.*) та ячмінь (*Hordeum*), завдяки високій продуктивності та можливості різноманітного використання.

Основне призначення цих зернових культур – це забезпечити людей хлібом, хлібобулочними виробами, крупами та іншими переробленими зерна, включно з кормами для тварин. Злакові зернові культури є важливим джерелом і забезпечують 20% білка для всього світового населення [1]. Тому дослідження впливу мінеральних добрив на якість зерна злакових культур є актуальним через якість продукції, яку ми споживаємо.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Зерно злакових культур є основою гарантії продовольчої безпеки населення. Згідно із дослідженнями станом на 2050 рік зростаюча кількість населення буде становити 9 мільярдів людей. Отже, виникає гостра потреба збільшення приблизно на 70% виробництва зернових рослин [2].

Відчутна зміна клімату у вигляді систематичного підвищення середніх глобальних температурних режимів, що є наслідком збільшення викидів парникових газів у атмосферу. Безперервне використання водних ресурсів унаслідок кліматичних змін стає серйозною проблемою у світовій продовольчій безпеці та майбутньому зерновому виробництві. Зростання дефіциту води, що упродовж 21 століття стало нездорово-загрозливою тенденцією для вирощування зернових культур [2]. Війна в Україні, що безумовно впливає на екологічний стан ґрунтів та економічну стабільність в Україні загалом. Усі ці фактори не сприяють систематичному, якісному агропромислому виробництву зерна злакових культур.

Важкі метали потрапляють у довкілля, забруднюють його здебільшого внаслідок антропогенного впливу діяльності людини. Потужні та систематичні забруднення навколишнього середовища важкими металами як-от: гірничою промисловістю, металургією, машинобудуванням, хімічним, будівельним, агропромисловим комплексом і житлово-комунальним господарством дуже негативно впливають на якість зерна злакових рослин [3].

Виробництво злакових культур за інтенсивного землеробства містить заходи, що використовують унесення високих норм мінеральних добрив, наслідком цього є забруднення ґрунтів і довкілля важкими металами, що містяться у цих добривах, зокрема свинцем, кадмієм, міддю, цинком, ртуттю [4].

Унаслідок застосування засобів хімізації у процесі вирощування зернових рослин як мінеральних добрив помічають забруднення ползахисних лісосмуг біля

посівів злакових культур, де теж постійно спостерігають збільшений вміст важких металів, пестицидів і видима наявність хвороб рослин лісосмуг [5].

Ґрунт – це основа, за допомогою якого важкі метали потрапляють у рослини. Зокрема забруднення ґрунту важкими металами такими як: ртуть, кадмій, свинець, хром, мідь, цинк вважають найнебезпечнішим, на відміну від органічних забруднювачів. Важкі метали не піддаються біологічному розкладанню й здебільшого не рухливі, їхня концентрація у ґрунті може зберігатися сто і навіть тисячу років [6].

Звичайно це небезпечно для людського здоров'я та живих організмів загалом. Дослідження механізмів поглинання важких металів зерновими культурами із забруднених ґрунтів набувають дедалі більшого значення, оскільки накопичення важких металів у сільськогосподарських культурах або рослинах може знизити, пошкодити чи змінити фізіологічні функції тварин або людини через харчовий ланцюг [7]. Зокрема, Cd і Pb слід ретельно контролювати, щоб підтримувати їхній рівень у допустимих межах, оскільки Pb може викликати зниження когнітивного розвитку та інтелектуальної продуктивності у дітей, підвищення артеріального тиску та серцево-судинні захворювання у дорослих, тоді як Cd може накопичуватися в організмі людини й може викликати дисфункцію нирок, пошкодження скелета та репродуктивні дефіцити. З іншого боку, такі мікроелементи як: Cu, Fe та Zn, необхідні в низьких концентраціях для всіх живих організмів, тому слід уникати їх виснаження, але вони стають токсичними у високих концентраціях [8].

Оскільки досліджувані сірі лісові ґрунти належать до середньозабезпечених, для хорошого урожаю злакових культур використовують мінеральні добрива.

Постановка завдання. Мета досліджень – вивчення впливу мінерального удобрення ґрунтів (аміачної селітри, суперфосфату простого та калію хлористого) на інтенсивність накопичення, коефіцієнти накопичення й небезпеки свинцю, цинку і міді у зерні озимої пшениці сорту Акратос та озимого ячменю сорту Луран.

Виклад основного матеріалу досліджень. Вінницький район належить до місцевості з нестійким зволоженням і має періодичні посухи. Клімат помірно-континентальний з тривалим й теплим літом і короткою помірно-холодною зимою. Тривалість вегетаційного періоду залежно від умов вирощування та температури у середньому в озимій пшениці становить від 190 до 210 днів, а в озимого ячменю від 230 до 290 днів.

Відбір зразків ґрунту, для визначення концентрації вмісту в ньому важких металів, проводили методом конверту. Ґрунт відбирали шупом з кожного поля у п'яти точках. Зразки добре перемішували і від загальної партії відбирали методом точкових проб по 0,5 кг на глибині його переорювання 22–24 см для лабораторних досліджень [9].

Відбір зерна проводили ручним шупом від кожної партії окремо. З відібраних точкових проб складали середню пробу масою не менш ніж 2 кг [10].

Визначення важких металів у зерні злакових культур проводили атомно-абсорбційним методом визначення токсичних елементів у харчовій сировині.

Оцінку якості зерна злакових культур здійснювали шляхом порівняння вмісту забруднювача в цій продукції з гранично допустимою концентрацією (ГДК). Оцінку надходження важких металів з ґрунту в зерно злаків розраховували шляхом визначення коефіцієнта накопичення ($K_{\text{нак}}$).

Коефіцієнт накопичення ($K_{\text{нак}}$) визначали за формулою:

$$K_{\text{нак}} = \frac{\text{Вміст важких металів у зерні зернових культур}}{\text{Вміст важких металів у ґрунті}}$$

Коефіцієнт небезпеки ($K_{\text{неб.}}$) визначали за формулою:

$$K_{\text{неб.}} = \frac{\text{Вміст важких металів у зерні зернових культур}}{\text{Гранично допустима концентрація важких металів згідно ГДК}}$$

За вирощування злакових культур для сірих лісових ґрунтів рекомендована така доза підживлення мінеральними добривами: аміачна селітра (N) – (90 кг/га), калій хлористий (K) – (60 кг/га), суперфосфат простий (P) – (60 кг/га) та комплексним NPK удобренням (аміачна селітра – 90 кг/га, суперфосфат простий – 60 кг/га, калій хлористий – 60 кг/га).

Першу частину добрива калій хлористий, суперфосфат простий і комплексне NPK удобрення вносили восени під час посіву за достатнього зволоження. Другу частину добрива – весняне підживлення аміачною селітрою за вегетаційного періоду зернових рослин застосовували у три етапи: перший по тало-мерзлому ґрунту, другий за фази кушіння, третій у період виходу злаків у трубку (під час активного розвитку злакових культур). Підживлення проводили у другій половині дня за похмурої погоди.

Результати досліджень з вивчення інтенсивності забруднення ґрунтів рухомими формами важких металів (рис. 1) показали, що перевищень ГДК, які встановлено за свинцем, цинком і міддю не спостерігали. Зокрема, концентрація важких металів за свинцем, цинком і міддю у процесі вирощування пшениці озимої у ґрунті була нижча за гранично допустимі норми у 5,6, 19,1 та у 7,5 раза відповідно. Концентрація важких металів у ґрунті за вирощування ячменю озимого також була в межах допустимих норм та була нижча за гранично допустимі норми за свинцем, цинком і міддю у 4,6, 14,3 та 4,2 раза відповідно.

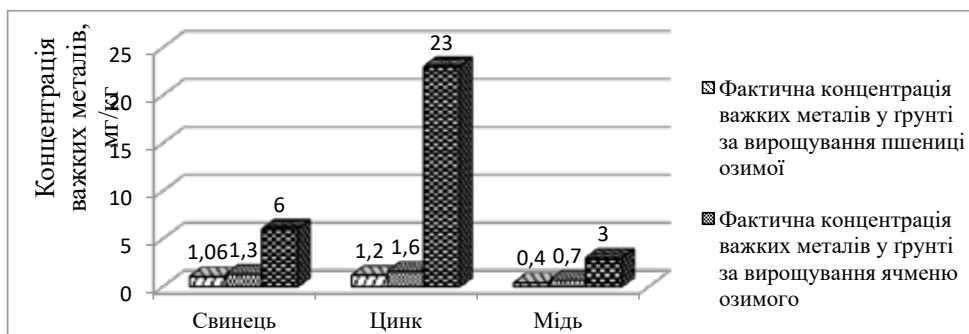


Рис. 1. Інтенсивність забруднення ґрунтів важкими металами, мг/кг

Джерело: сформовано на основі власних досліджень і розрахунків

Коефіцієнт небезпеки у зерні озимої пшениці та озимого ячменю не перевищував граничний показник 1,0, що вказує на безпечність виробленої продукції.

Результати досліджень табл. 1 показали, що вміст свинцю, цинку та міді у зерні озимої пшениці були вищими за удобрення ґрунтів суперфосфатом простим у 2,3 раза, 1,4 раза, 1,4 раза, і 10,7 раза калію хлористого у 1,07, 1,2 раза та

1,06 раза, аміачної селітри у 2,5 раза, 1,06 раза та 1,02 раза відповідно порівняно з комплексним удобренням $N_{90}P_{60}K_{60}$.

Вміст свинцю, цинку та міді був нижчим за ГДК у зерні озимої пшениці за комплексного удобрення ґрунтів $N_{90}P_{60}K_{60}$ добрив у 3,1 раза, 6,5 та 4,08 раза, суперфосфату простого у 1,34 раза, 4,6 та 3,8 раза, калію хлористого у 2,9 раза, 5,4 раза та аміачної селітри у 1,2, 6,2 та 3,9 раза відповідно. У зерні озимого ячменю за удобрення ґрунтів суперфосфатом простим та аміачною селітрою підвищувався вміст свинцю у 1,5 раза і 1,65 раза, цинку в 1,1 раза і 1,2 раза відповідно порівняно з варіантом комплексного удобрення $N_{90}P_{60}K_{60}$.

За удобренням калієм хлористим вміст в зерні ячменю, свинцю та міді знизився у 1,04 і 1,1 раза відповідно порівняно з комплексним удобренням $N_{90}P_{60}K_{60}$ добрив. Вміст цинку в зерні озимого ячменю за удобрення ґрунтів суперфосфатом простим, калієм хлористим та аміачною селітрою був вищим у 1,1 раза, 1,68 раза, 1,2 раза порівняно з удобренням ґрунтів комплексного удобрення $N_{90}P_{60}K_{60}$.

Таблиця 1

Вплив мінерального підживлення ґрунтів на концентрацію важких металів у зерні озимих зернових культур мг/кг

Культура	Особливості удобрення ґрунтів	Свинець		Цинк		Мідь	
		Вміст у зерні	ГДК	Вміст у зерні	ГДК	Вміст у зерні	ГДК
Озима пшениця Акратос	Комплекси удобрення ($N_{90}P_{60}K_{60}$)	0,159± 0,0004	0,5	7,58± 0,014	50	2,45± 0,010	10
	Суперфосфат простий (P_{60})	0,371± 0,0007	0,5	10,86± 0,020	50	2,63± 0,016	10
	Калій хлористий (K_{60})	0,171± 0,0008	0,5	9,17± 0,012	50	2,61± 0,012	10
	Аміачна селітра (N_{90})	0,397± 0,0010	0,5	8,06± 0,013	50	2,52± 0,013	10
Озимий ячмінь Луран	Комплекси удобрення ($N_{90}P_{60}K_{60}$)	0,175± 0,0012	0,5	6,0± 0,037	50	1,72± 0,014	10
	Суперфосфат простий (P_{60})	0,267± 0,0010	0,5	6,71± 0,008	50	1,59± 0,016	10
	Калій хлористий (K_{60})	0,167± 0,0013	0,5	6,50± 0,008	50	1,55± 0,014	10
	Аміачна селітра (N_{90})	0,289± 0,0013	0,5	7,45± 0,014	50	1,84± 0,010	10

Виявлено також певний вплив удобрення ґрунтів на коефіцієнт накопичення свинцю, цинку та міді у зерні озимої пшениці й зерні озимого ячменю у таблиці 2. Зокрема, коефіцієнт накопичення свинцю, цинку та міді підвищувався у зерні озимої пшениці за удобрення ґрунтів суперфосфатом простим у 2,3 раза, 1,4 раза та 1,07 раза, калієм хлористим у 1,06 раза, 1,2 раза та 1,06 раза аміачною селітрою у 2,4 раза, 1,06 раза та 1,02 раза відповідно порівняно з комплексним удобренням ґрунтів $N_{90}P_{60}K_{60}$.

Коефіцієнт накопичення свинцю у зерні ячменю озимого за удобрення ґрунтів суперфосфатом простим та аміачною селітрою підвищений у 1,57 раза відповідно,

а калію хлористого знизився у 1,02 раза порівняно з комплексним удобренням $N_{90}P_{60}K_{60}$.

Коефіцієнт накопичення цинку в зерні озимого ячменю за удобрення ґрунтів суперфосфатом простим, калієм хлористим та аміачною селітрою підвищений у 1,1 раза, 1,06 раза та 1,2 раза відповідно порівняно з комплексним удобренням. За удобрення ґрунтів аміачною селітрою коефіцієнт накопичення міді підвищився у 1,06 раза, а суперфосфатом простим та калієм хлористим знизився відповідно у 1,07 раза і 1,1 раза відповідно порівняно з комплексним удобренням $N_{90}P_{60}K_{60}$.

Таблиця 2

Вплив мінерального підживлення ґрунтів на коефіцієнт накопичення важких металів у зерні озимих зернових культур мг/кг

Культура	Особливості удобрення ґрунтів	Свинець			Цинк			Мідь		
		Вміст у зерні	Вміст у ґрунті	$K_{\text{нак}}$	Вміст у зерні	Вміст у ґрунті	$K_{\text{нак}}$	Вміст у зерні	Вміст у ґрунті	$K_{\text{нак}}$
Озима пшениця Акратос	Комплекси удобрення ($N_{90}P_{60}K_{60}$)	0,159	1,06	0,15	7,58	1,2	6,3	2,45	0,4	6,12
	Суперфосфат простий (P_{60})	0,371	1,06	0,35	10,86	1,2	9,05	2,63	0,4	6,57
	Калій хлористий (K_{60})	0,171	1,06	0,16	9,17	1,2	7,6	2,61	0,4	6,52
	Аміачна селітра (N_{90})	0,397	1,06	0,37	8,06	1,2	6,7	2,52	0,4	6,3
Озимий ячмінь Луран	Комплекси удобрення ($N_{90}P_{60}K_{60}$)	0,175	1,3	0,13	6,09	1,6	3,80	1,72	0,7	2,45
	Суперфосфат простий (P_{60})	0,267	1,3	0,2	6,71	1,6	4,19	1,59	0,7	2,27
	Калій хлористий (K_{60})	0,167	1,3	0,12	6,50	1,6	4,06	1,55	0,7	2,21
	Аміачна селітра (N_{90})	0,289	1,3	0,22	7,45	1,6	4,65	1,84	0,7	2,62

Характеризуючи коефіцієнт небезпеки свинцю, цинку та міді в зерні озимої пшениці необхідно зазначити, що цей показник був вищим за удобрення ґрунтів суперфосфатом простим у 2,38, 1,4, 1,08 раза, калієм хлористим у 1,09, 1,2 та 1,08 раза та аміачною селітрою у 2,54, 1,06 та 1,04 раза відповідно порівняно з використанням суміші NPK добрив (таблиця 3). Коефіцієнт небезпеки свинцю та цинку в зерні озимого ячменю був вищим під час удобрення ґрунтів суперфосфатом простим у 1,54, 1,08 раза, калієм хлористим у 1,06 і 1,08 раза та аміачною селітрою у 1,62 і 1,28 раза відповідно порівняно з комплексним удобренням $N_{90}P_{60}K_{60}$.

Висновки. За удобрення мінеральними добривами сірих лісових ґрунтів виявили певний вплив на накопичення важких металів аміачною селітрою (N_{90}), суперфосфатом простим (P_{60}), калієм хлористим (K_{60}), спостерігали вищий вміст свинцю і цинку у зерні озимого ячменю та пшениці порівняно з комплексним удобренням $N_{90}P_{60}K_{60}$ добрив.

Перевищень гранично-допустимих концентрацій за свинцем, цинком і міддю у зерні як озимої пшениці так і озимого ячменю за комплексного удобрення ґрунтів $N_{90}P_{60}K_{60}$ так і $N_{90}P_{60}K_{60}$ не спостерігали. Коефіцієнт небезпеки свинцю, цинку та міді у зерні озимої пшениці й ячменю не перевищував граничний показник 1,0, що свідчить про безпечність цієї продукції.

Таблиця 3

Вплив мінерального підживлення ґрунтів на коефіцієнта небезпеки важких металів у зерні озимих зернових культур мг/кг

Культура	Особливості удобрення ґрунтів	Свинець			Цинк			Мідь		
		Вміст у зерні	ГДК	$K_{неб}$	Вміст у зерні	ГДК	$K_{неб}$	Вміст у зерні	ГДК	$K_{неб}$
Озима пшениця Акратос	Комплекси удобрення ($N_{90}P_{60}K_{60}$)	0,159	0,5	0,31	7,58	50	0,15	2,45	10	0,24
	Суперфосфат простий (P_{60})	0,371	0,5	0,74	10,86	50	0,21	2,63	10	0,26
	Калій хлористий (K_{60})	0,171	0,5	0,34	9,17	50	0,18	2,61	10	0,26
	Аміачна селітра (N_{90})	0,397	0,5	0,79	8,06	50	0,16	2,52	10	0,25
Озимий ячмінь Луран	Комплекси удобрення ($N_{90}P_{60}K_{60}$)	0,175	0,5	0,35	6,09	50	0,12	1,72	10	0,17
	Суперфосфат простий (P_{60})	0,267	0,5	0,53	6,71	50	0,13	1,59	10	0,16
	Калій хлористий (K_{60})	0,167	0,5	0,33	6,50	50	0,13	1,55	10	0,15
	Аміачна селітра (N_{90})	0,289	0,5	0,57	7,45	50	0,14	1,84	10	0,18

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Panfilova A., Gamayunova V., Smirnova I. Influence of fertilizing with modern compPbex organic-mineral fertilizers to grain yield and quality of winter wheat in the southern steppe of Ukraine. *Journal of Agricultural Science*. 2020. № 2. P. 196–201.
2. Neupane D., Adhikari P., Bhattarai D., Rana B., Ahmed Z., Sharma U., Adhikari D. Does climate change affect the yield of the top three cereals and food security in the world?. 2022. *Earth*. № 3(1). P. 45–71.
3. Зіновчук Н. В. Аналіз негативних екологічних впливів на сільське господарство України. *Вісник ДАУ*. 2006. № 1(16). С. 143–149.
4. Razanov S., Husak O., Polishchuk M., Bakhmat O., Koruniak O., Symochko L., Ovcharuk I. Accumulation peculiarities of heavy metals in cereal crops grains of different vegetation period in conditions of the forest steppe of the right bank of Ukraine. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science (IJEES)*. 2022. Vol. 12 (3). P. 43–50.
5. Ткачук О. П., Панкова С. О. Біоіндикаційний прояв у насадженнях полезахисних лісосмуг внаслідок забруднення довкілля заходами інтенсифікації землеробства. *Сільське господарство та лісівництво*. 2023. № 2 (29). С. 99–111.
6. Піддубна А. М. Інтенсивність накопичення важких металів редискою та салатом вирощених на закритих ґрунтах в умовах Лісостепу правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2023. № 2 (29). С. 192–202.
7. Silbergeld E. K., Waalkes M. L., Rice J. M. Lead as a carcinogen: experimental evidence and mechanisms of action. *American journal of industrial medicine*. 2000. № 38 (3). P. 316–323.
8. Adriano D. C. Trace Elements in Terrestrial Environments: Biogeochemistry Bioavailability and Risk of Metals. New York : Springer. 2001. 860 p.
9. ДСТУ ISO 6644:2008. Зернові та продукти їх помелу. Автоматичне відбирання проб механічними засобом. [Чинний від 01.09.2008]. К.: Держспоживстандарт України, 2010. 12 с.
10. ДСТУ ISO 10381-1:2004. Якість ґрунту. Відбирання проб. Частина Настави щодо складання програм відбирання проб. [Чинний від 2006.04.01]. К.: Держспоживстандарт України, 2006. 29 с.

УДК 57.018.6:633.12:631.811.98
DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.11>

ВПЛИВ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ НА СТАН ПІГМЕНТНОГО КОМПЛЕКСУ ЛИСТКОВОГО АПАРАТУ ГРЕЧКИ

Даценко А.А. – к.с.-г.н.,
доцент кафедри біології,
Уманський національний університет садівництва
Розборська Л.В. – к.с.-г.н., доцент,
завідувачка кафедри біології,
Уманський національний університет садівництва

У статті представлено результати досліджень з вивчення дії різних способів використання регулятора росту рослин Вимпел (Агролайт) окремо та сумісно із мікробним препаратом Діазобактерин на вміст хлорофілів а і b, їх суми, а також вміст каротиноїдів у листках гречки. Встановлено та науково обґрунтовано можливість застосування ристрегулятора Вимпел із мікробним препаратом Діазобактерин як окремо, так і в поєднанні. Відмічена активізація проходження ключових біологічних процесів у рослинах гречки, що супроводжується активним нагромадженням основних фотосинтетичних пігментів, зокрема хлорофілів та каротиноїдів.

Встановлено, що вміст фотосинтетичних пігментів у листках гречки залежав від погодних умов і способів застосування досліджуваних препаратів і фаз розвитку культури. Зокрема, сумісне використання регулятора росту рослин Вимпел та мікробного препарату Діазобактерин для обробки насіння перед сівбою з наступним обприскуванням посівів ристрегулятором забезпечує зростання вмісту хлорофілів а і b, їх суми і каротиноїдів у пігментному комплексі листків гречки. У варіантах сумісного застосування Діазобактерину у нормі 200 мл і Вимпелу у нормі 0,5 кг/т для обробки насіння та обприскування по даному фону посівів Вимпел у нормі 500 г/га у рослинах гречки формується найвищий вміст хлорофілу а, який у середньому за двома фазами росту і розвитку рослин перевищує контроль на 19–24 %; хлорофілу b – 15–22 %; суми хлорофілів а+b – 18–24 %; каротиноїдів – 20–23 %.

Отримані результати досліджень свідчать про створення сприятливих умов для проходження в рослинах фізіологічних та біохімічних процесів, у тому числі й фотосинтетичних, за рахунок активізації ризосферних мікроорганізмів та стимулювальної дії екзогенних фітогормонів, за безпосередньої позитивної дії яких формується функціонально активний пігментний комплекс листкового апарату гречки.

Ключові слова: регулятор росту рослин, мікробіологічний препарат, гречка, хлорофіл, каротиноїди.

Datsenko A.A., Rozborska L.V. The influence of biological preparations on the condition of the pigment complex of the leaf apparatus of buckwheat

The article presents the results of research on the effect of different methods of using the plant growth regulator Vimpel (Agrolight) separately and in combination with the microbial preparation Diazobacterin on the content of chlorophylls a and b, their sum, as well as the content of carotenoids in buckwheat leaves. The possibility of using the Vimpel restregulator with the microbial preparation Diazobacterin both separately and in combination has been established and scientifically substantiated. Activation of key biological processes in buckwheat plants was noted, accompanied by an active accumulation of the main photosynthetic pigments, in particular chlorophylls and carotenoids.

It was established that the content of photosynthetic pigments in buckwheat leaves depended on weather conditions and methods of application of the studied preparations and phases of culture development. In particular, the combined use of the plant growth regulator Vimpel and the microbial preparation Diazobacterin for seed treatment before sowing followed by spraying the crops with the growth regulator ensures an increase in the content of chlorophylls a and b, their sum and carotenoids in the pigment complex of buckwheat leaves. In variants of the combined use

of *Diazobacterin* at the rate of 200 ml and *Vympel* at the rate of 0.5 kg/t for seed treatment and spraying against this background of crops, *Vympel* at the rate of 500 g/ha in buckwheat plants forms the highest content of chlorophyll *a*, which, on average, in two phases plant growth and development exceeds the control by 19–24 %; chlorophyll *b* – 15–22 %; the sum of chlorophylls *a*+*b* – 18–24 %; carotenoids – 20–23 %.

The obtained research results indicate the creation of favorable conditions for the passage of physiological and biochemical processes in plants, including photosynthetic ones, due to the activation of rhizospheric microorganisms and the stimulating action of exogenous phytohormones, under the direct positive action of which a functionally active pigment complex of the calvarial apparatus of buckwheat is formed.

Key words: plant growth regulator, microbiological preparation, buckwheat, chlorophyll, carotenoids.

Постановка проблеми. Ефективне вирощування сільськогосподарських культур можливе лише за умови вдосконалення існуючих та впровадження новітніх підходів до технології. Основну роль у цьому відіграють фізіологічні та біохімічні процеси формування рослин. Для отримання високої та сталої зернової продуктивності необхідно створити оптимальні умови росту та розвитку культурних рослин в цілому та активізації основних процесів фотосинтезуючої системи, що забезпечують ефективність акумуляції енергії фотосинтетичної активної радіації [1, с. 251]. Регуляція та активізація процесу фотосинтезу, інтенсивність синтезу і транспорту метаболітів, реалізація генетичного потенціалу рослини залежить від ряду абіотичних та біотичних чинників. Поряд з тим, особливе значення мають сучасні, екологічно безпечні технології вирощування сільськогосподарських культур за використанні регуляторів росту рослин та мікробних препаратів [2, с. 91]. Застосування препаратів біологічного походження надає можливість цілеспрямовано регулювати важливі процеси в рослинному організмі, реалізувати потенційні генетичні можливості сортів, а також підвищувати стійкості рослин до несприятливих факторів навколишнього середовища та ураження шкідниками і хворобами [3, с. 125].

Зважаючи на це, актуального значення набуває дослідження впливу біологічних препаратів на функціонування фотосинтетичного апарату рослин гречки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженнями вчених підтверджено, що покращання фітосанітарного стану посівів та поліпшення якості товарної продукції доцільним є збалансоване внесення препаратів біологічного походження [4, с. 65; 5, с. 52; 6, с. 35]. Також, використання препаратів біологічного походження підвищує в рослинах проходження обмінних процесів, що супроводжується активним розвитком потужної надземної і підземної біомаси, формуванням оптимального фотосинтетичного апарату із збільшеним вмістом в листках хлорофілів [7, с. 70; 8, с. 250; 9, с. 230]. Зокрема, за даними Домарацького Є.О. [10, с. 148] застосування мультифункціональних рістрегулюючих препаратів уповільнює процеси припинення фотосинтетичної діяльності рослин і, таким чином, збільшує тривалість роботи фотосинтетичного апарату. Так, за дії рістрегуляторів Вуксал вміст хлорофілу в листках соняшника зростав на 21,4 %, Фітомаре – на 36,5 % і Хеллафіт Комбі – на 35,7 %, що засвідчує високу ефективність у нагромадженні зелених пігментів.

Поряд з тим, використання регулятора росту рослин АКМ для інкрустації насіння гороху сприяє підвищенню вмісту хлорофілів на 13–15 % [11, с. 25], однак, передпосівна бактеризація насіння АКМ сумісно з мікробним препаратом Ризобофіт забезпечило зростання на 25–35 % відносно контролю показники чистої продуктивності фотосинтезу посівів.

Дослідженнями Колеснікова М.О., Пономаренка С.П. та інших, встановлено, що позакореневіу обробки гороху біопрепаратами Стимпо та Регоплант покращували параметри та функціонування фотосинтетичного апарату рослин та збільшення показників чистої продуктивності посівів у 1,3–1,7 рази за збільшення вмісту хлорофілу на 14,8 %, що в свою чергу забезпечило зростання врожаю на 4,2–5,5 % [12, с. 40].

Зважаючи на це, метою нашої роботи було дослідити вміст у листках гречки фотосинтетичних пігментів за використання регулятора росту рослин Вимпел (Агролайт) та мікробного препарату Діазобактерин на спрямованість проходження в рослинах фізіологічних і біохімічних процесів, що характеризують інтенсивність синтезу органічної речовини і в цілому формування продуктивності посівів.

Постановка завдання. Основним завданням досліджу було вивчити активність формування пігментного комплексу рослин гречки за дії різних способів використання регулятора росту рослин Вимпел (Агролайт) для передпосівної обробки насіння (0,5 кг/т) і обприскування посівів (500 г/га), окремо та сумісно із мікробним препаратом Діазобактерин (200 мл).

Об'єктами дослідження слугували рослини гречки (*Fagopyrum esculentum Moench.*), підвиду *vulgaris*, сорт Слобожанка, що виведений у Сумській державній сільськогосподарській дослідній станції та рекомендований для вирощування у Лісостеповій зоні; регулятор росту рослин Вимпел (Агролайт) (поліетиленгліколь 400–230 г/л, поліетиленгліколь 1500–540 г/л, гумат натрію 30 г/л); мікробний препарат Діазобактерин (штами бактерій *Azospirillum brasilense* 18–2 і 410, титр бактерій – не менше 2 млрд КУО/г; виробник Інститут сільськогосподарської мікробіології, Україна).

Польові дослідження закладали в умовах дослідного поля Уманського національного університету садівництва у триразовому повторенні систематичним методом. Грунт дослідних ділянок – чорнозем опідзолений малогумусний важкосуглинковий на лесі з вмістом в орному шарі гумусу – 3,5 %, рухомих сполук фосфору і калію (за методом Чирикова) – 88 і 132 мг/кг відповідно, азоту легкогідролізованих сполук (за методом Корнфілда) – 103 мг/кг; рН_{сол} – 6,2; гідролітична кислотність – 2,26 смоль/кг ґрунту [13, с. 60]. Схема досліджу включала варіанти без обробки насіння (контроль) та з обробкою насіння перед сівбою рістрегулятором Вимпел (Агролайт) у нормі 0,5 кг/т окремо та сумісно з мікробним препаратом Діазобактерин у нормі 200 мл на гектарну норму насіння; на фоні застосування вищезгаданих препаратів посіви гречки, у фазу появи першої пари справжніх листків, обприскували Вимпелом у нормі 500 г/га.

Вміст у листках гречки хлорофілів *a* і *b*, каротиноїдів визначали у фазах галуження стебла і початку цвітіння рослин у відібраних зразках листків у польових умовах з використанням спектрофотометра LEKI SS1104 [14, с. 161]. Оптичну густину витяжок фіксували за довжини хвиль – 662 нм, 644 нм і 440 нм. Концентрацію пігментів розраховували за рівняннями Хольм Ветштейна для 100 %-го ацетону [15, с. 460; 16, с. 435]:

$$C_{\text{хл. a, мг/л}} = 9,784 * D_{662} - 0,990 * D_{644}$$

$$C_{\text{хл. b, мг/л}} = 21,426 * D_{644} - 4,650 * D_{662}$$

$$C_{\text{хл. a+b, мг/л}} = 5,134 * D_{662} + 20,436 * D_{644}$$

$$C_{\text{карот, мг/л}} = 4,695 * D_{440,5} - 0,268 * (C_{\text{хл. a}} + C_{\text{хл. b}})$$

Далі, розраховували вміст пігментів у рослинному матеріалі, мг/г сирової речовини:

$A = (C \cdot V) / (H \cdot 1000)$, де C – концентрація пігментів, мг/л,

V – об'єм екстракту, мл,

H – наважка рослинного матеріалу, г.

Статистичний аналіз проводили за допомогою Microsoft Office Excel. Досліди проводили в триразовому повторенні.

Виклад основного матеріалу досліджень. Виконані дослідження показали, що вміст хлорофілів a і b , їх суми і каротиноїдів у листках гречки залежав від різних способів застосування регулятора росту рослин Вимпел та мікробного препарату Діазобактерин У результаті досліджень встановлено, що за використання регулятора росту рослин Вимпел у нормі 500 кг/т для передпосівної обробки насіння гречки вміст хлорофілів a і b та їх суми у фазу галуження стебла перевищував контрольні показники на 8 % для хлорофілу a , на 3 % для хлорофілу b , та на 6 % – для суми хлорофілів $a+b$ (табл. 1).

Таблиця 1

Вміст хлорофілів, a і b , їх суми та каротиноїдів в листках гречки за використання рістрегулятора Вимпел і мікробного препарату Діазобактерин, середнє за 2021–2023 рр. (фаза галуження стебла, мг/г сирової речовини)

Варіант досліду	Хлорофіл			Каротиноїди
	a	b	$a+b$	
Без застосування препаратів (контроль)	0,90	0,41	1,31	0,43
Вимпел 0,5 кг/т	0,97	0,43	1,39	0,45
Діазобактерин 200 мл	0,99	0,45	1,44	0,47
Вимпел 0,5 кг/т + Діазобактерин 200 мл /	1,03	0,47	1,50	0,49
Вимпел 500 г/га	0,98	0,44	1,41	0,45
Вимпел 0,5 кг/т + Вимпел 500 г/га	1,05	0,46	1,51	0,46
Діазобактерин 200 мл + Вимпел 500 г/га	1,09	0,49	1,58	0,51
Вимпел 0,5 кг/т + Діазобактерин 200 мл + Вимпел 500 г/га	1,12	0,50	1,62	0,53
<i>НІР</i> ₀₅ *	<i>0,11–0,12</i>	<i>0,10–0,11</i>		<i>0,15–0,16</i>

За обробки насіння гречки перед сівбою мікробним препаратом Діазобактерин у нормі 200 мл на гектарну норму насіння, відбувалося дещо активніше вміст хлорофілів a і b і їх суми перевищував контрольні показники на 0,09 мг/г сирової речовини для хлорофілу a , на 0,04 мг/г сирової речовини – b , 0,13 мг/г сирової речовини – суми хлорофілів $a+b$.

Інтенсивне накопичення фотосинтетичних пігментів спостерігалось у варіантах, де для обробки насіння перед сівбою використовували суміші регулятора росту рослин Вимпел і мікробного препарату Діазобактерин. Так, за такого поєднання препаратів вміст хлорофілу a у листках гречки порівняно із контролем збільшувався на 14 %, хлорофілу b – 15 %, а суми хлорофілів $a+b$ – на 15 % відповідно.

Використання рістрегулятора Вимпел для обприскування посівів у нормі 500 г/га забезпечило зростання вмісту хлорофілів a і b відносно контролю на 9 % та 7 % відповідно та 7 % суми хлорофілів $a+b$. Дещо активніше формування

досліджуваного показника спостерігалось за комплексної дії обробки насіння гречки та обприскування посівів регулятором росту рослин Вимпел, так відмічено перевищення на 7 % вмісту хлорофілу *a*, 5 % хлорофілу *b* та 7 % суми хлорофілів *a+b* відносно варіантів з окремою дією Вимпел 500 г/га.

Найвищий вміст фотосинтетичних пігментів відмічено за комбінованої дії сумішшю препаратів Вимпел 0,5 кг/т + Діазобактерин 200 мл для обробки насіння перед посівом з наступним обприскуванням посівів Вимпел 500 г/га. Так, зростання вмісту хлорофілів у порівнянні з варіантами обробки насіння перед сівбою сумішшю Вимпелу і Діазобактерину на 9 % для хлорофілу *a*, на 6 % – хлорофілу *b*, 8 % – суми хлорофілів *a+b*. Одержані результати можуть свідчити про позитивний вплив досліджуваних препаратів на активне формування вмісту в рослинах фотосинтетичних пігментів за рахунок інтродукції ризосферних мікроорганізмів, що характеризуються високою колонізаційною активністю у ризосферу гречки з одночасною стимулювальною дією екзогенних фітогормонів, які сприяють покращенню мінерального живлення рослин.

Вміст каротиноїдів у листках гречки в усіх варіантах досліджування перевищував контроль, а в варіантах Вимпел 0,5 кг/т + Діазобактерин 200 мл + Вимпел 500 г/га він був найвищим і у відсотковому відношенні до контролю на рівні 23 %. Отримані дані підтверджуються дослідженнями інших вчених [17, с. 61; 18, с. 215], згідно яких також простежувалось зростання вмісту каротиноїдів у листках сільськогосподарських рослин під впливом препаратів біологічного походження, що може свідчити про адаптивні властивості рослин у захисті реакційних центрів фотосистем від шкідливої дії активних форм кисню, що можуть формуватися під впливом інтенсивних обмінних процесів у рослинах. Активне нагромадження каротиноїдів у рослинах відіграє значну захисну роль у збереженні хлорофілів від деструктивних процесів фотоокиснення [19, с. 168; 20, с. 50].

Аналіз вмісту хлорофілів і каротиноїдів у фазу початку цвітіння рослин гречки демонстрував їх значне активне зростання у порівнянні до отриманих даних у фазу галушення стебла, що може свідчити про активізацію фізіологічних процесів у рослинах на фоні покращення умов мінерального живлення рослин, процесів росту і розвитку рослин. Так, вміст хлорофілів *a* і *b*, їх суми та каротиноїдів за використання регулятора росту рослин Вимпел у нормі 0,5 кг/т для обробки насіння перед сівбою перевищував контроль на 5 % для хлорофілу *a*, 3 % – хлорофілу *b*, 4 % – суми хлорофілів *a+b* та на 5 % – для каротиноїдів (табл. 2).

За використання мікробного препарату Діазобактерин 200 мл на гектарну норму насіння для передпосівної обробки одержані результати перевищували показники контролю на 8 % для хлорофілу *a*, 7 % – хлорофілу *b*, 8 % – суми хлорофілів *a+b* та на 7 % – для каротиноїдів.

За сумісного застосування рістрегулятора Вимпел у нормі 0,5 кг/т та мікробного препарату Діазобактерин у нормі 200 мл – для обробки насіння перед сівбою вміст хлорофілів *a* і *b*, їх суми і каротиноїдів зростав і перевищував контроль на рівні 12 % – для хлорофілу *a*; 8 % – хлорофілу *b*; 11 % – їх суми та 16 % – для каротиноїдів.

Найвищий вміст фотосинтетичних пігментів формувалась в листках гречки за обробки посівів Вимпел у нормі 500 г/га на фоні використання Вимпел в нормі 0,5 кг/т з мікробним препаратом Діазобактерин у нормі 200 мл для обробки насіння, де перевищення до контролю становило 19 % для хлорофілу *a*; 15 % – хлорофілу *b*; 18 % – суми хлорофілів *a+b* та 20 % – для каротиноїдів.

Таблиця 2

**Вміст хлорофілів а і b, їх суми та каротиноїдів в листках гречки
за використання рiстрегулятора Вимпел і мiкробного препарату
Дiазобактерин, середнє за 2021–2023 рр.
(фаза початок цвiтiння, мг/г сирової речовини)**

Варіант дослiду	Хлорофiл			Каротиноїди
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a+b</i>	
Без застосування препаратiв (контроль)	1,80	0,72	2,52	0,87
Вимпел 0,5 кг/т	1,89	0,74	2,63	0,91
Дiазобактерин 200 мл	1,95	0,77	2,72	0,93
Вимпел 0,5 кг/т + Дiазобактерин 200 мл /	2,02	0,79	2,81	1,01
Вимпел 500 г/га	1,92	0,76	2,68	0,94
Вимпел 0,5 кг/т + Вимпел 500 г/га	1,98	0,78	2,76	0,97
Дiазобактерин 200 мл + Вимпел 500 г/га	2,09	0,81	2,90	1,02
Вимпел 0,5 кг/т + Дiазобактерин 200 мл + Вимпел 500 г/га	2,15	0,83	2,98	1,04
<i>НІР</i> ₀₅ *	<i>0,10–0,11</i>	<i>0,10–0,11</i>		<i>0,12–0,13</i>

Висновки і пропозиції. Комплексне використання регулятора росту рослин Вимпел та мiкробного препарату Дiазобактерин для обробки насiння перед сiвбою і з наступним обприскуванням посiвiв Вимпел забезпечує зростання вiмiсту хлорофiлiв *a* і *b*, їх суми і каротиноїдiв у пiгментному комплексi листкiв гречки. У варіантах сумiсного застосування Вимпел 0,5 кг/т і Дiазобактерин 200 мл для обробки насiння та обприскування по даному фону посiвiв Вимпел у нормi 500 г/га в рослинах гречки формується найвищий вiмiст хлорофiлу *a*, який у середньому за двома фазами росту і розвитку рослин перевищує контроль на 19–24 %; хлорофiлу *b* – 15–22 %; суми хлорофiлiв *a+b* – 18–24 %; каротиноїдiв – 20–23 %. Отриманi данi засвiдчують створення найбільш сприятливих умов для проходження в рослинах основних фiзiологiчних та бiохiмiчних процесiв, зокрема фотосинтетичних, що характеризується формуванням функцiонально активного пiгментного комплексу литкового апарату гречки. Подальшi дослiдження сучасних тенденцiй застосування бiологiчних препаратiв у технологiї вирощування гречки та iнших сiльськогосподарських культур визначають оптимальнi та екологiчно безпечнi стратегiї щодо збiльшення врожайностi та якостi отриманої продукцiї.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Дубровський В.І., Швартау В.В., Михальська Л.М. Фотосинтез і врожай: проблеми, досягнення, перспективи, дослiджень. *Садiвництво*. 2020. Вип. 75. С. 251–256.
2. Заєць С.О., Кисiль Л.Б. Фотосинтетична дiяльнiсть рослин і врожайнiсть зерна ячменю озимого (*HORDEUM VULGARE L.*) залежно від сорту, строкiв сiвби та регуляторiв росту. *Бiоресурси і природокористування. Агрономiя*. Том 11. № 1–2. 2019. С. 89–97.
3. Резніченко Н.Д. Формування площi листкової поверхнi рослинами ячменю озимого (*Hordeum vulgare L.*) за рiзних технологiчних прийомiв вирощування. *Зрошуване землеробство: мiжвид. темат. наук. збiрник Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС*. 2017. Вип. 68. С. 123–126.

4. Новікова Т.П. Фотосинтетична продуктивність посівів сочевиці за дії біологічних препаратів. *Наукові горизонти*. 2019. № 10(83). С. 28–34. DOI : 10.33249/2663-2144-2019-83-10-28-34.
5. Шевчук В.В., Дідур І.М. Дія регуляторів росту рослин на морфогенез проростків і лабораторну схожість насіння гороху озимого сорту НС Мороз. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. № 2. 2019. С. 52–57.
6. Яворська Н.Й., Воробець Н.М. Вміст хлорофілів і каротиноїдів у пагонах лохини високорослої (*VACCINIUM CORYMBOSUM L.*) *Наукові записки. Тернопільський національний педагогічний університету. Серія Біологія*. 2020. № 3–4 (80). С. 33–38.
7. Задоржний В.С., Карасевич В.В., Свитко С.М., Лабунець А.В., Князюк О.В. Ефективність біологічних препаратів на посівах сої. *Корми і кормовиробництво. Міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Вип 87. 2019. С. 70–78.
8. Zaľko J., Skrypchuk P., Vicen V., Pichura V., Domaratsky E., Hranovska V. et al. Scientific and methodological bases of regulatory support of economy's ecologization. Podhajska. Slovak Republic, 2017. 330 p.
9. Алексеич М., Ванік М., Конончук А., Конончук О. Оптимізація фізіолого-біохімічних процесів у сої застосуванням регуляторів росту рослин та молібдену. *Проблеми та перспективи наук в умовах глобалізації: Матеріали ІХ Всеукраїнської наукової конференції*. Тернопіль: ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2013. С. 229–233.
10. Базалій В.В., Домарацький Є.О., Пічура В.І., Домарацький О.О. Екологізація технології вирощування озимої пшениці в зоні південного Степу України: монографія. Херсон. ФОП Грінь Д.С., 2014. 167 с.
11. Капінос М.В. Формування пігментного комплексу та фотосинтетичної продуктивності гороху посівного за дії регулятора росту рослин та мікробних препаратів. *Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції: матеріали Міжнародного науково-практичного форуму, м. Мелітополь, 21–22 червня 2019р.* Ч. 1 С. 24–26.
12. Колесніков М.О., Пашенко Ю.П., Пономаренко С.П. Продукційний процес гороху посівного за умови застосування біопрепаратів. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. № 234. С. 38–49.
13. Poltoretskyi S.P. Formation of density of sowing of millet (*Panicum miliaceum L.*) depending on the term and method of sowing. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. № 1.2017. Р. 59–64.
14. Мусієнко М.М., Паршикова Т.В., Славний П.С. Спектрофотометричні методи в практиці фізіології, біохімії та екології рослин. К.: Фітосоціоцентр, 2001. 200 с.
15. Holm G. Chlorophyll mutations in barley. *Acta Agriculturae Scandinavica*. 1954. Vol. 4, No 1. P. 457–471.
16. Von Wettstein D. Chlorophyll letale and der sub-mikroskopische formweschelder plastiden. *Experimental Cell Research*. 1957. Vol. 12, No 3. P. 427–506.
17. Карпенко В.П., Притуляк Р.М. Фізіологічні зміни у рослинах ячменю ярого за дії біологічно активних речовин. *Вісник Уманського НУС*. 2014. № 1. С. 60–65.
18. Кавулич Я.З., Кобилецька М.І., Терек О.І. Вплив саліцилової кислоти на пігментну систему рослин гречки за токсичного впливу кадмію хлориду. *Вісник Львівського університету*. 2016. 72. С. 210–217.
19. Черницький Ю.О. Вплив мікробіологічних препаратів на вміст хлорофілу в листках озимої пшениці. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2006. Вип. 4. С. 196–200.
20. Карпенко В.П., Коробко О.О. Вплив гербіциду і біологічних препаратів на фотосинтетичну продуктивність і врожайність нуту. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2018. Вип. 4. С. 48–54.

УДК 631.524.86:633.16+632.4

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.12>

ВПЛИВ СУЧАСНИХ ФУНГІЦИДІВ НА УРАЖЕННЯ АЛЬТЕРНАРІОЗОМ (*ALTERNARIA RADICINA MEIER*) МОРКВИ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Джам М.А. – к.с.-г.н.,

в.о. доцента кафедри захисту, генетики і селекції рослин,
Одеський державний аграрний університет

Кривенко А.І. – д.с.-г.н.,

професор кафедри захисту, генетики і селекції рослин,
Одеський державний аграрний університет

Кононенко Ю.М. – к.б.н.,

асистент кафедри захисту, генетики і селекції рослин,
Одеський державний аграрний університет

В Україні вирощування моркви у відкритому ґрунті завжди було популярним, адже попит на неї залишається стабільним з року в рік. Більше того, Україна є одним з найбільших виробників цього овоча в Європі, який вважається чи не найбільш рентабельним серед інших коренеплідних культур. Морква є одним із важливих джерел вуглеводів, біологічно активних речовин та мінеральних солей для споживання людини і входить у так звану борщову групу овочевих культур. Культура використовується як у свіжому вигляді, для переробки, а також для зберігання у зимовий період. Коренеплід містить багато каротину, ферменти, амінокислоти, органічні кислоти, що регулюють в організмі обмінні процеси і підвищують захисні функції організму. Найбільш шкочодочинною хворобою моркви є альтернаріоз (*Alternaria radicina* Meier). Це грибно захворювання, яке вражає рослини особливо сильно в умовах підвищеної вологості і достатньо високої температури повітря. Ураження збудником може відбуватися під час всього вегетаційного періоду рослин, на ранніх термінах розвитку хвороба може призвести до загибелі сходів, а пізніше до висихання і відмирання листя. Характерним симптомом є утворення концентричних висохлих плям на листках. Великої шкоди альтернаріоз завдає моркві при зберіганні, викликаючи утворення виразок. Таке поширення хвороби може призвести до втрати всього врожаю. У статті наведено ефективність сучасних фунгіцидів, які існують в Україні в системі захисних заходів моркви від збудника *Alternaria radicina* Meier. Дослідження проводилися в Черкаській області у вегетаційний період 2020–2021 рр. Для контролю хвороби, були використано такі фунгіциди: Міравіс 200 SC, Луна Експірієнс, Натіво 75 WG, ВГ, Ровраль Аквафло, Серкадіс Плюс, Сігнум ВГ. Встановлено, що найбільш ефективними фунгіцидами проти альтернаріозу моркви в умовах Лісостепу України є: Міравіс 200 SC, к.с. – 0,35 л/га; Луна Експірієнс – 0,75 л/га; Натіво 75 WG – 0,35 л/га. За двохкратної обробки препаратами ефективність проти хвороби становила в середньому від 57,9–80,3%. Використання сучасних фунгіцидів дозволило отримати 2,0–7,8 т/га додатково збереженого врожаю коренеплідів моркви.

Ключові слова: морква, альтернаріоз, хвороби, фунгіциди.

Jam M.A., Kryvenko A.I., Kononenko Yu.M. The influence of modern fungicides on the damage caused by *Alternaria radicina meier* of carrots in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine

Growing carrots in open ground has always been popular in Ukraine, because the demand for them remains stable from year to year. Moreover, Ukraine is one of the largest producers of this vegetable in Europe, which is considered almost the most profitable among other root crops. Carrot is one of the important sources of carbohydrates, biologically active substances and mineral salts for human consumption and belongs to the so-called borscht group of vegetable crops. The culture is used fresh, for processing, and for storage in the winter. The root fruit

contains a lot of carotene, enzymes, amino acids, organic acids that regulate metabolic processes in the body and increase the protective functions of the body. *Alternaria radicina* Meier is the most damaging disease of carrots. This is a fungal disease that affects plants especially strongly in conditions of high humidity and sufficiently high air temperature. Infection with the pathogen can occur during the entire growing season of plants, in the early stages of development, the disease can lead to the death of seedlings, and later to drying and dying of leaves. A characteristic symptom is the formation of concentric dried spots on the leaves. *Alternaria* causes great damage to carrots during storage, causing the formation of ulcers. This spread of the disease can lead to the loss of the entire crop. In order to control this disease, our task was to investigate the effectiveness of modern fungicides that exist in Ukraine in the system of protective measures of carrots against the pathogen *Alternaria radicina* Meier. Research was conducted in the Cherkasy region in the growing season of 2020–2021. To control the disease, the following fungicides were used: Miravis 200 SS, Luna Experience, Nativo 75 WG, VG, Rovral Aquaflo, Cerkadis Plus, Signum VG. It has been established that the most effective fungicides against carrot *Alternaria* in the conditions of the Forest Steppe of Ukraine are: Miravis 200 SS, k.s. – 0.35 l/ha; Luna Experience – 0.75 l/ha; Nativo 75 WG – 0.35 l/ha. With two-time treatment with drugs, the effectiveness against the disease was on average 57.9–80.3%. The use of modern fungicides made it possible to obtain 2.0–7.8 t/ha of an additional preserved carrot root crop.

Key words: carrots, *Alternaria*, diseases, fungicides.

Морква – один з найпопулярніших овочів у всьому світі та є цінною культурою для українських фермерів. В Україні вирощування моркви у відкритому ґрунті завжди було популярним, адже попит на неї залишається стабільним з року в рік. Більше того, Україна є одним з найбільших виробників цього овоча в Європі, який вважається чи не найбільш рентабельним серед інших коренеплідних культур.

Культура поширена у всіх ґрунтово-кліматичних зонах України, що пояснюється традиційним попитом на ринку протягом усього року. Кількість врожаю з одного гектара може досягати 100 тонн. Вітчизняне виробництво моркви останніми роками становило близько 860 тис. тонн на рік, з яких майже 88% продукції вирощується в особистих господарствах населення. Загалом останніми роками у всіх категоріях господарств моркву сіяли на площі майже в 43 тис. га, в тому числі основну її частку в розмірі близько 41 тис. га в господарствах населення [1]. Попри те, що питома вага посівних площ в підприємствах скоротилася, рівень урожайності вирощування моркви в цій категорії господарств майже вдвічі перевищує показник господарств населення. Середня врожайність моркви в приватному секторі становить 18,4 т/га, в аграрних підприємствах – 44,3 т/га. Варто зазначити, що сьогодні є продуктивне насіння на ринку як іноземної так і української селекції, здатне забезпечити рівень урожайності не менше 80 т/га.

Морква є одним із важливих джерел вуглеводів, біологічно активних речовин та мінеральних солей для споживання людини і входить у так звану борщову групу овочевих культур. Це дворічна культура родини Селерові, яка у перший рік формує розетку і коренеплід, а на другий – зонтик та насіння, які відповідають за генерацію. Культура використовується як у свіжому вигляді, для переробки, а також для зберігання у зимовий період. Коренеплід містить багато каротину, ферменти, амінокислоти, органічні кислоти, що регулюють в організмі обмінні процеси і підвищують захисні функції організму. У моркві містяться також ефірні олії, які мають лікувальні властивості. Коренеплоди моркви використовують для профілактики і лікування гіпо- та авітамінозів, захворювань печінки та нирок, для поліпшення зору, апетиту, кольору шкіри [2, с. 17; 4, с. 183].

Найбільш шкодочинною хворобою моркви є альтернатіоз (*Alternaria radicina* Meier). Це грибне захворювання, яке вражає рослини особливо сильно в умовах підвищеної вологості більше 85% і достатньо високої температури повітря

23–25°C. Збудниками альтернاریозу є гриби, які відносяться до роду *Alternaria*. Спори гриба переносяться по повітрю від хворих рослин до здорових, перезаражаючи їх. Ураження збудником може відбуватися під час всього вегетаційного періоду рослин, на ранніх термінах розвитку хвороба може призвести до загибелі сходів, а пізніше до висихання і відмирання листя. Характерним симптомом є утворення концентричних висохлих плям на листках. На моркві або молодих рослинах можна помітити просто висихання листової пластини як прояв цього захворювання. Великої шкоди альтернاریоз завдає моркві при зберіганні, викликаючи утворення виразок, на уражених коренеплодах з'являються сухі вдавнені плями з темно-сірим нальотом, який потім стає чорним (фото 1). Таке поширення хвороби може призвести до втрати всього врожаю [3, с. 287].



Фото 1. Уражене листя та коренеплід моркви збудником *Alternaria radicina* Meier

На рослинах першого року альтернاریоз проявляється як чорна ніжка сходів. Коренева шийка таких рослин чорніє, тканина загниває і покривається зеленувато-коричневим пліснявим нальотом. Згодом листки жовтіють, рослина в'яне і відмирає. Чорна ніжка проявляється у разі сівби в ґрунт зараженого насіння.

На товарних посівах моркви хвороба виявляється наприкінці вегетації як розпливчасті бурі плями на листках, які покриваються у вологу погоду ледь помітним оливковим нальотом. Згодом плями розростаються і часто займають усю поверхню листової пластинки. Уражені листки жовтіють, буріють і відмирають, а грибок по черешку проникає у верхню частину коренеплоду і спричиняє його загнивання в період зберігання.

На коренеплодах наприкінці вегетації рослин, особливо під час їх зберігання, збоку або на їхній верхівці з'являються сухі, темно-сірі, ледь вдавнені плями, які згодом заглиблюються і розростаються. Уражена тканина всередині коренеплоду набуває чорного забарвлення. На ураженій поверхні коренеплоду утворюється сірувато-зелений – до оливкового – пліснявий наліт. Крім моркви, хвороба уражує петрушку, селеру, кріп та інші селерові культури.

Ураження рослин фітопатогенами може проходити ще в полі під час збирання через механічні травми коренеплодів, від рослинних решток, ґрунтової або насіннєвої інфекції. Джерелом додаткового інфікування можуть бути

сільськогосподарські машини, тара і пакувальні матеріали [4, с. 184]. Зимують патоген на насінні, зібраному з інфікованих рослин, а також в ґрунті і на рослинних рештках, в ґрунті може зберігатись до 8 років. У сховищах збудник хвороби передається від хворих морквин до здорових.

З метою контролю цього захворювання, нашим завданням було дослідити ефективність сучасних фунгіцидів, які існують в Україні в системі захисних заходів моркви від збудника *Alternaria radicina* Meier. Дослідження проводилися в Черкаській області у вегетаційний період 2020–2021 рр. Розмір дослідних ділянок становив 25 м², повторність – чотириразова, розміщення ділянок – рендомізоване.

Кліматичні умови вегетаційного 2020–2021 рр., відзначалися високою середньодобовою температурою повітря та надмірною кількістю опадів у третю декаду травня та першу декаду червня. Температура повітря (середньодобова) в першій половині вегетаційного періоду мала високі показники, і переважала багаторічні на 25,0–34,0%. Сума опадів, була також вище багаторічних на 9,2–13,5%. Друга половина вегетації, також характеризувалась високими температурними показниками повітря на 20,1% – 22,0% вище, а сума опадів на 45,0% переважали середньо-багаторічні показники. Такі погодні умови значною мірою вплинули на ураження збудником *Alternaria radicina* Meier посівів моркви.

Для контролю хвороби, були використано такі фунгіциди: Міравіс 200 SC, к.с. (д.р. 200 г/л адепідин); Луна Експірієнс (д.р. 200 г/л флуопірам + 200 г/л тебуконазол); Натіво 75 WG, ВГ (д.р. 250 г/кг трифлуксистробін + 500 г/кг тебуконазол); РовральАквафло, к.с. (д.р. 500 г/л іпродіон); Серкадіс Плюс, к.с. (д.р. 50 г/л дифеноконазол + 75 г/л флуксапіроксад); Сігнум ВГ (267 г/кг боксалид + 67 г/кг піраклостробін).

Перші ознаки альтернاریозу (*Alternaria radicina* Meier) на рослинах моркви сорту Карлена, були відмічені в третій декаді червня (23.06 в 2020 р. та 27.06 2021 р.). Наростання інфекції відбувалося в першій та другий декаді липня, розвиток хвороби на контрольних ділянках становив в середньому від 7,5–10,4% (табл. 1).

На дослідних ділянках із використанням Міравіс 200 SC, КС з нормою 0,35 л/га ураження альтернاریозом не перевищувало – 1,7%. Ефективність дії фунгіциду була досить високою і знаходилась на рівні 77,3–80,8%. Збережений урожай досягав 17,3% (табл. 2).

Застосування препарату Луна Експірієнс 400 SC, КС досить ефективно впливало на зниження збудника альтернاریозу, розвиток хвороби був на рівні 2,1%, технічна ефективність становила в середньому за роки дослідження 76,3%. За рахунок зниження розвитку хвороб, вдалося зберегти врожай моркви на рівні – 11,9%.

У варіантах із застосуванням фунгіциду Натіво 75 WG, ВГ ефективність в середньому була на рівні 71,0%, при ураженні альтернاریозом в середньому за роки досліджень 2,6%, збережений урожай сягав – 16,4%.

Використання фунгіциду Ровраль Аквафло, КС – 1,0 л/га також сприяло зменшенню ураження альтернاریозом, ефективність становила 66,7–68,3%. Збережений урожай у варіанті складав 8,4%.

Застосування фунгіциду Серкадіс Плюс, КС – 1,0 л/га, також мав вплив на зниження ступеня розвитку збудника, ефективність дії в середньому становила 60,8%. За рахунок зниження інфекції, збережений урожай моркви був на рівні 7,1%.

Обприскування рослин моркви препаратом Сігнум, ВГ – 0,75 кг/га забезпечило ефективність дії на 57,1%. Збережений урожай до контролю становив 4,4%.

Таблиця 1

Вплив фунгіцидів на поширення та розвиток альтернаріозу (*Alternaria radicina* Meier) на моркві (сорт Карлена, Черкаська обл., 2020–2021 рр.)

Варіант досліджу	Норма витрати, л/га, кг/га	Поширення та розвиток, % (<i>Alternaria radicina</i> Meier)			
		2020 р. (середнє за два обліки)		2021 р. (середнє за два обліки)	
Контроль		18,6	7,5	25,3	10,4
Міравіс 200 SC, КС	0,35	8,0	1,7	12,5	2,0
Луна Експірієнс 400 SC, КС	0,75	8,5	1,9	13,0	2,3
Натіво 75 WG, ВГ	0,35	9,0	2,2	13,8	3,0
Ровраль Аквафло, КС	1,0	9,4	2,5	14,3	3,3
Серкадіс Плюс, КС	1,0	10,0	3,0	15,5	4,0
Сігнум ВГ	0,75	12,5	3,4	17,1	4,2
НІР ₀₅		1,7	1,2	1,2	1,1

Таблиця 2

Ефективність дії фунгіцидів проти альтернаріозу (*Alternaria radicina* Meier) на моркві (сорт Карлена, Черкаська обл., 2020–2021 рр.)

Варіант досліджу	Норма витрати, л/га, кг/га	Технічна ефективність, %			Урожайність, т/га	Урожайність, % до контролю
		2020 р.	2021 р.	Середня за роки		
Контроль					45,0	
Міравіс 200 SC, КС	0,35	77,3	80,8	79,1	52,8	17,3
Луна Експірієнс 400 SC, КС	0,75	74,7	77,9	76,3	52,4	16,4
Натіво 75 WG, ВГ	0,35	70,7	71,2	71,0	50,1	11,3
Ровраль Аквафло, КС	1,0	66,7	68,3	67,5	48,8	8,4
Серкадіс Плюс, КС	1,0	60,0	61,5	60,8	48,2	7,1
Сігнум ВГ	0,75	54,6	59,6	57,1	47,0	4,4
НІР ₀₅					1,1	-

Отже, нашими дослідженнями встановлено, що найбільш ефективними фунгіцидами проти альтернаріозу (*Alternaria radicina* Meier) моркви в умовах Лісостепу України є: Міравіс 200 SC, к.с. – 0,35 л/га; Луна Експірієнс – 0,75 л/га; Натіво 75 WG – 0,35 л/га. За двохкратної обробки препаратами ефективність проти хвороби становила в середньому від 57,9–80,3%. Використання сучасних фунгіцидів дозволило отримати 2,0–7,8 т/га додатково збереженого урожаю коренеплодів моркви.

Для контролю альтернаріозу моркви рекомендуємо наступні заходи та методи:

- відбір здорових коренеплодів на насінники, щоб уникнути одержання на початку ураженого насіння;
- правильне добриво (перебір з азотом, як і зневага мікроелементами, підвищує захворюваність);

- правильний полив та агротехніка;
- забезпечення достатньої вентиляції та доброго повітряного кругообігу в культурі;
- зменшення кислотності ґрунту до необхідних 6,5–7 рН внесенням добавок, що містять кальцій переважно під попередник;
- обмеження травматизму коренеплодів;
- дотримання сівозміни для запобігання накопиченню гриба в ґрунті;
- видалення уражених пожнивних залишків;
- вирощування стійких сортів.
- застосування фунгіцидів, які містять діючі речовини, ефективні проти *Alternaria radicina* Meier – Міравіс 200 SC, к.с. – 0,35 л/га; Луна Експірієнс – 0,75 л/га; Натіво 75 WG – 0,35 л/га;
- обробка сховищ перед закладкою коренеплодів на зберігання;
- протруювання насіння перед посівом.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Кернасюк Ю. Морква – недооцінена агробізнесом овочева культура. Агробізнес. 2023. URL: <https://www.growhow.in.ua/morkva-nedootsinena-ahrobiznesom-ovocheva-kultura/>
2. Барабаш О. Ю., Тараненко Л. К., Сич З. Д. Біологічні основи овочівництва: навчальний посібник / за ред. О. Ю. Барабаша. К.: Арістей, 2005. 348 с.
3. Антоняк Г. Л., Калинець-Мамчур З. І., Дудка І. О., Бабич Н. О., Панас Н. Є. Екологія грибів : монографія. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2013. 628 с.
4. Овочівництво і баштанництво: міжвідомчий тематичний науковий збірник. Інститут овочівництва і баштанництва НААН. Харків : ВП «Плеяда», 2015. Вип. 61. 360 с. ISSN 0131-0062.

УДК 632.38:632.93:635.21

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.13>

УРАЖЕННЯ БАЗОВОЇ НАСІННЕВОЇ КАРТОПЛІ ВІРУСНИМИ ХВОРОБАМИ ЗАЛЕЖНО ВІД ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ЗНИЖЕННЯ ЇЇ РЕІНФІКУВАННЯ ВІРУСНИМИ ІНФЕКЦІЯМИ В ЗОНІ ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

Дмитренко В.П. – завідувач,

Калинівський опорний пункт

Вишневецька О.В. – к.с.-г.н., с.н.с.,

завідувач відділу добазового, базового насінництва і діагностики,

Інститут картоплярства Національної академії аграрних наук України

Рязанцев М.В. – завідувач лабораторії первинного насінництва,

Інститут картоплярства Національної академії аграрних наук України

Вірусні хвороби, які передаються попелицею, є основною проблемою для виробництва якісної насінневої картоплі. Оскільки картопля є культурою, що розмножується вегетативно, вірусні хвороби призводять до постійного погіршення здоров'я насінневого матеріалу картоплі, тобто до виродження насіння. Боротьба з попелицею та вірусами, які передаються попелицею, є першою і головною вимогою для виробництва насінневої картоплі. Для запобігання розповсюдженню вірусних хвороб необхідним є постійний моніторинг як збудників так і їх векторів, застосування заходів захисту, спрямованих на зниження інфекційного фону шляхом знищення джерел інфекції і розриву інфекційного ланцюга, особливо, при вирощуванні насінневого матеріалу картоплі.

Мета досліджень. Встановити ефективність нових технологічних методів зниження реінфікування добазової та базової насінневої картоплі вірусними хворобами у зоні Полісся України. Дослідженнями встановлено, що на варіантах, де застосовували видалення картоплиння, інсектицидно-фунгіцидні обробки рослин з додаванням мінеральної олії *Sunspray* отримано базову насінневу картоплю з якісними характеристиками, що відповідають допуском Наказу Міністерства аграрної політики та продовольства України від 12.07.2019 р. № 384. Методом імуноферментної діагностики на контрольних варіантах без застосування методів зменшення реінфікування добазової та базової насінневої картоплі вірусними хворобами у базової картоплі сортів *Мирослава* та *Предслава* виявлено 2,0% рослин заражених *YBK*, у сорту картоплі *Альянс* – 1,0% рослин, тоді як на варіантах, де проводився захист рослин від реінфікування насіння вірусними інфекціями не виявлено інфікованих *YBK* рослин картоплі. Насадження сортів *Мирослава*, *Предслава* та *Альянс* на варіанті з видаленням картоплиння на 20 день після цвітіння картоплі не мали заражених *YBK* рослин.

Ключові слова: картопля, базове насіння, сорти, віруси картоплі, векторні переносники вірусів.

Dmytrenko V.P., Vyshnevskaya O.V., Ryzantsev M.V. Damage of basic seed potato by viral diseases depending on the application of methods to reduce its reinfection by viral infections in the Polissia zone of Ukraine

Viral diseases transmitted by aphids are a major problem for the production of quality seed potatoes. As potatoes are a vegetatively propagated crop, viral diseases lead to a permanent deterioration in the health of potato seed material, i.e. seed degeneration. Controlling aphids and aphid-borne viruses is the first and foremost requirement for seed potato production. To prevent the spread of viral diseases, it is necessary to constantly monitor both pathogens and their vectors, apply protection measures aimed at reducing the infectious background by eliminating sources of infection and breaking the infectious chain, especially when growing potato seed material.

Objective of the research. To determine the effectiveness of new technological methods to reduce the reinfection of pre-basic and basic seed potatoes with viral diseases in the Polissia region of Ukraine. The research has established that in the variants where potato tops were

removed, insecticide and fungicide treatments of plants with the addition of Sunspray mineral oil were used, basic seed potatoes with quality characteristics that meet the tolerances of the Order of the Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine No. 384 of 12.07.2019 were obtained. The method of enzyme-linked immunosorbent assay on control variants without the use of methods to reduce the reinfection of pre-basic and basic potatoes with viral diseases in basic potatoes of Myroslava and Predslava varieties revealed 2.0% of plants infected with PVY, in Alians potato variety – 1.0% of plants, while on variants where plant protection against seed reinfection with viral infections was carried out, no PVY-infected potato plants were found. Plantations of Myroslava, Predslava and Alians varieties in the variant with removal of potato tops on the 20th day after flowering did not have PVY-infected plants.

Key words: potato, basic seeds, varieties, potato viruses, virus vectors.

Постановка проблеми. Важливим резервом ефективного картоплярства є використання якісної насінневої картоплі зареєстрованих сортів. В процесі розмноження оздоровлений добазовий насінневий матеріал картоплі у польових умовах уражується збудниками численних хвороб, насамперед, вірусними. З метою збереження якісних характеристик добазової та базової насінневої картоплі в насінництві застосовують заходи, які обмежують розповсюдження вірусної інфекції у польових умовах. До них відносяться – раннє видалення картоплиння механічним або хімічним методом за досягнення максимальної насінневої товарності насаджень насінневої картоплі та залежно від строків настання масового льоту попелиць; застосування афіцидів для боротьби з попелицями, обробка насаджень картоплі мінеральними оліями, просторова ізоляція насінницьких насаджень від посівів іншого призначення (з використанням природних перепон – ліси, лісосмуги, водойми); садіння пророщеними бульбами у ранні строки та раннє знищення бур'янів як джерела вірусної інфекції в насажденні та по його периметру. Вперше обприскують рослини орієнтовно за появи повних сходів картоплі, не пізніше початку льоту перших крилатих особин попелиць. Повторні обприскування афіцидами проводять орієнтовно через кожні 10 днів, а останнє – за 1–2 тижні до запланованого строку знищення картоплиння [2, с. 4].

Встановлено, що розмноження оздоровленого матеріалу в умовах, які не забезпечують повного захисту рослин від вірусної реінфекції, призводить до швидкого накопичення вірусів і зниження сортових та посівних якостей насінневої картоплі [1, с. 8; 22, с. 34].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Серед чисельних хвороб картоплі вірусні інфекції є важливим фактором зниження продуктивності культури, її товарності та якості. Вірусні хвороби мають значне поширення з тенденцією зростання їхньої шкодочинності в основних зонах вирощування картоплі на багатьох сортах. За даними досліджень середнє зниження врожайності картоплі внаслідок ураження вірусними хворобами в умовах Полісся України становить 30–40%, сягаючи 38–70% – за ураження картоплі Y-вірусом (YVK), 80–90% – вірусом скручування листків картоплі (ВСЛК), до 30% – за ураження вірусом аукуба мозаїки картоплі (ВАМК), залежно від видів і штамів збудників, поширених у даній ґрунтово-кліматичній зоні, генетично обумовленої сортової чутливості до інфекції та умов вирощування [7, с. 8].

Візуальна діагностика дозволяє визначити поширення вірусних хвороб, які проявляються вираженими і характерними симптомами. Однак, зовнішні симптоми можуть бути відсутніми на рослинах за латентного перебігу вірусної хвороби. У латентну форму вірусна інфекція може бути переведена і штучно – зміною, наприклад, температурних умов вирощування тощо. Симптоматична картина може змінюватися під час розвитку інфекційного процесу та за умов комплексних

інфекцій. Окрім того, візуальний метод може дати лише орієнтовні дані щодо присутності окремих вірусів, але не дозволяє визначити склад популяції вірусів в агроценозі [6, с. 14].

Результати тестування показують високу ураженість посівів картоплі та зміну видового складу вірусних патогенів. У 2019 р.з відібраного рослинного матеріалу у 68,7% випадків ідентифікували М-вірус картоплі (МВК), 50% – УВК і 40,6% – СВК. Не виявлено Х- та А-вірусів картоплі (ХВК та АВК), які раніше діагностувалися в агроценозах з картоплею. Аналіз сортозразків виявив віруси у рослинах 87,5% сортів: у більшості зразків виявлено М-вірус картоплі виявлено як за проявлення закручування, зморшкуватості листків, слабкої мозаїки у складі патокомплексів (МВК+СВК – 15,6%; МВК+УВК – 15,6%; МВК+СВК+УВК), так і за латентного перебігу інфекції (37,5%). У-вірус картоплі виявлено у рослинах 50,0% за проявлення мозаїки у патокомплексах МВК+УВК – 15,6%; СВК+УВК – 6,2%; МВК+СВК+УВК – 18,7% та у моноінфекції – 9,37%. Поширення вірусних хвороб картоплі в агроценозах України обмовлює необхідність ретельного захисту і постійного фітовірусологічного контролю насінневого матеріалу, виявлення вірусних патологій, ідентифікації їх збудників з використанням лабораторних методів і сучасних засобів діагностики [9, с. 56].

Найбільш шкодочинним в картоплярстві на сьогодні є вірус картоплі У та його численні штами і це викликає ряд проблем у виробництві картоплі. Значного поширення набув УВК у Сполучених Штатах та Канаді [16, с. 571] в країнах Азії і Африки [9, с. 56] та країнах Європи [16, с. 410], [3, с. 67; 14, с. 1269].

За результатами досліджень встановлено рівень зниження врожайності картоплі за ураження УВК, що складало 44,99–72,47%. За ураження рослин УВК товарність бульб в усіх сортів знижувалась порівняно з насадженнями, вільними від вірусної інфекції УВК [17, с. 70; 20, с. 46; 15 с. 180].

Вірус УВК переноситься більш ніж 50 видами попелиць та іншими сисними комахами непостійним способом. Вірус може бути придбаний і переданий комахами від заражених рослин до здорових за лічені секунди. Найактивнішими переносниками РVУ є види попелиць: *Myzus persicae* Sulzer (Hemiptera: Aphididae) і *Macrosiphum Euphorbiae* Thomas (Hemiptera: Aphididae) [12, с. 226; 13, с. 58].

Мета досліджень. Встановити ефективність нових технологічних методів зниження реінфікування добазової та базової насінневої картоплі вірусними хворобами у зоні Полісся України.

Матеріали та методи досліджень. Польові дослідження проводили на дослідному полі Інституту картоплярства НААН, розміщеному в смт. Немішаєве Бучанського району, Київської області, у відділі добазового, базового насінництва і діагностики впродовж 2018–2020 рр., відповідно до загальноприйнятих методик польових досліджень та методичних рекомендацій [6, с. 194].

Ґрунти – дерново-середньопідзолисті, супіщані та легкосуглинкові. Об'єкт досліджень – добазовий та базовий насінневий матеріал картоплі середньостиглих сортів Мирослава, Предслава, Альянс, відтворений на основі вихідного матеріалу меристем *in vitro*.

У 2018 році для досліджень використовували оздоровлений методами біотехнології насінневий матеріал – мінібульби від рослин *in vitro* для першого польового покоління, у 2019 році – базова насіннева картопля класу суперсупереліта, 2020 році – базова насіннева картопля класу супереліта. У дослідженнях до насінневого матеріалу картоплі використано метод накладання, отже насінневий матеріал протягом досліджень не змінювався. Посівна площа варіанту – 24,0 м²,

облікова 12 м². Повторність чотириразова. Схема садіння картоплі – 75х20 см при густоті стояння рослин – 66,7 тис. шт./га.

У 2018–2020 рр. на насадженнях різних сортів картоплі було застосовано систему видалення картоплиння та інсектицидно-фунгіцидний захист насаджень від шкідників та хвороб, відповідно до схеми досліду 2018–2020 рр., таблиця 1.

Таблиця 1

Схема досліду

№ вар.	Система захисту рослин	Строк видалення картоплиння
1.	Контроль. Протруювання бульб: Селес Топ, 0,7 л/т насіння (фон), без інсектицидно-фунгіцидного захисту*	Без видалення картоплиння
2.	Фон + інсектицидно-фунгіцидний захист	Десикація картоплиння (Видалення картоплиння): Реглон Супер 150 SL, 2 л/га через 10 днів після цвітіння
3.	Фон + інсектицидно-фунгіцидний захист	Видалення картоплиння через 20 днів після цвітіння.
4.	Фон + інсектицидно-фунгіцидний захист	Видалення картоплиння через 30 днів після цвітіння.
5.	Фон + інсектицидно-фунгіцидний захист	Видалення картоплиння через 40 днів після цвітіння.
6.	Фон + інсектицидно-фунгіцидний захист + мінеральна олія <i>SunSpray11E</i> – в дозі 6,0 л/га	Видалення картоплиння через 10 днів після цвітіння.
7.	Фон + інсектицидно-фунгіцидний захист + мінеральна олія <i>SunSpray11E</i> – в дозі 6,0 л/га	Видалення картоплиння через 20 днів після цвітіння.

***Інсектицидно-фунгіцидний захист насаджень від шкідників та хвороб включає такі препарати:** Протруювання бульб: Селес Топ, 0,7 л/т насіння (фон). 1-ша обробка – травень-червень (висота рослин 10 см) Карате 050 ЕС, 0,1–0,2 + *SunSpray11E* – в дозі 6,0 л/га. 2-га обробка – червень (бутонізація) – Фастак 100 ЕС, 0,15 л/га + Акробат 2 кг/га + *SunSpray11E* – в дозі 6,0 л/га. 3-тя обробка (цвітіння) – червень 2 декада – Енжіо 247 SC. к.с., 0,18 л/га + Ридоміл ГОЛД, 2,5 кг/га + *SunSpray11E* – в дозі 6,0 л/га. 4-та обробка – (липень) інтервал 8–12 днів – Потеус 110 ОД, 0,7 л/га + Танос, 0,6 кг/га + *SunSpray11E* – в дозі 6,0 л/га. 5-та обробка – (липень–серпень) через 8–12 днів – Карате-Зеон, 0,2 л/га + Натіво, 0,35 кг/га + *SunSpray11E* – в дозі 6,0 л/га 6-та обробка – (липень–серпень) через 8–12 днів – Енжіо 247 SC к.с., 0,18 л/га + Натіво 75 WG, 0,35 кг/га + *SunSpray11E* – в дозі 6,0 л/га. 7-ма обробка – (серпень) – Карате-зеон, 0,2 л/га, Ширлан 500 SC, 0,3 кг/га, Реглон Супер 150 SL, 0,8 л/га. 8-ма обробка + хімічна десикація Реглон Супер 150 SL, 2 л/га, Енжіо 247 SC к.с., 0,18 л/га, Ширлан 500 SC, 0,3 л/га.

За формування в урожаї 75–80% бульб насінневої фракції розміром 28–60 мм за найбільшим поперечним діаметром, проводили видалення картоплиння з метою відсікання притоку соку та можливої вірусної інфекції із імовірно зараженої надземної частини рослин до бульб нового урожаю. Технологія вирощування – загальноприйнята для насінницьких насаджень картоплі у зоні Полісся України. Агротехніка поля включала такі технологічні операції: веснооранку, культивування, формування

гребенів за допомогою фрезерного культиватора. Система удобрення складала: внесення мінеральних добрив у вигляді нітроамофоски з нормою у фізичній вазі 5 ц/га або $N_{80}P_{80}K_{80}$ в кг діючої речовини на 1 га з внесенням їх локально у борозни під час садіння картоплі. Підживлення рослин у фазу сходів: N 34,5 кг д.р./га. Перший етап десикації картоплиння (через 10 днів після закінчення цвітіння) проводили на насадженнях залежно від сорту: Мирослава – 10 липня, Предслава – 15 липня Альянс – 10 липня. Другий етап видалення картоплиння (через 20 днів після закінчення цвітіння) припадав залежно від сорту картоплі на: Мирослава – 20 липня, Предслава – 25 липня, Альянс – 20 липня. Третій етап видалення картоплиння (через 30 днів після закінчення цвітіння) припадав залежно від сорту картоплі на: Мирослава – 30 липня, Предслава – 5 серпня, Альянс – 30 липня. Четвертий етап видалення картоплиння (через 40 днів після закінчення цвітіння) припадав залежно від сорту картоплі на: Мирослава – 10 серпня, Предслава – 15 серпня, Альянс – 10 серпня.

Облік урожаю – подільковий з суцільним викопуванням урожаю з кожного варіанту і повторення. Перед початком збирання врожаю проводили повний облік кількості здорових та відмічених хворих рослин, відмічали місця можливих виключень. Структуру урожаю визначали по усіх варіантах з ділянок першого та третього повторення, відбором проб вагою 10 кг шляхом розбору бульб на фракції: до 28 мм, 28–60 мм, більше 60 мм відповідно до норм «Методичних вимог у сфері насінництва щодо збереження сортових та посівних якостей насіннєвої картоплі», наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України від 12 липня 2019 року № 384 [8, с. 56]. Кількість бульб кожної фракції підраховували, зважували та визначали у відсотках до загальної кількості або маси. Отримані урожайні дані перераховували в тонах з гектара. Статистичну обробку даних щодо частоти виявлення та ступеня ураженості рослин хворобами проводили у програмах Microsoft Office Excel і StatSoft STATISTICA за загальноприйнятими методиками за [5, с. 424].

Визначення ураження базової насіннєвої картоплі вірусними хворобами візуальним методом проводили відповідно Методики визначення сортових якостей насіннєвої картоплі за [10, с. 57].

Збір попелиць проводили через кожні одну-дві доби, у лабораторних умовах здійснювали підрахунок крилатих особин та їх консервування 75%-им етиловим спиртом для подальшого визначення видів, визначення видів здійснювали за визначником [6, с. 248]. Вміст вірусної інфекції у рослинах картоплі у польових умовах визначали у післязбиральний період (метод індексації бульб) [6, с. 215]. Для виявлення наявності та вмісту вірусної інфекції використовували метод твердофазного імуоферментного аналізу (подвійний сендвіч-варіант, DAS-ELISA) за допомогою комерційних тест-систем фірми LOEWE, Німеччина [11, с. 40]. Результати реакції реєстрували на рідері Termo Labsystems Opsi MR (США) з програмним забезпеченням Dynex Revelation Quicklink при довжині хвиль 405/630 нм. Обробку даних оптичної густини зразків проводили методом описової статистики, визначаючи середні та стандартні відхилення даних. Порогове значення оптичної густини, яке відрізняє позитивні результати ферментативної реакції від значення фону, визначали для кожного планшета окремо і згідно з рекомендаціями [18, с. 1].

Виклад основного матеріалу дослідження За роки досліджень упродовж періоду вегетації спостерігались типові кліматичні умови у 2019, 2020 рр., а найбільш нетипові відмічались у 2018 р. Проте, у роки досліджень були окремі періоди, коли в критичні фази росту та розвитку картоплі виникала нестача вологи на фоні високого та різкого коливання денних та нічних температур, що обумовлювало стрес у рослин, який негативно впливав на їх продуктивність.

Аналіз моніторингу динаміки зростання чисельності крилатих попелиць в насадженнях картоплі в зоні південної частини Полісся України (Київська область) показав, що характер розвитку афіцид залежав від погодних умов вегетаційного періоду років досліджень, і значно відрізнялась між собою: високим фоном афіцидного навантаження характеризувався 2018 рік – за весь період спостережень цього сезону було відловлено 1042,5 штук особин на пастку Меріке, у 2019 – 493,0, та 2020 – 327,5 штук на пастку. У тому числі ідентифіковано попелиць, що переносять вірусну інфекцію картоплі відповідно – у 2018 році – 525 штук, 2019 – 263, 2020 – 160 штук. «Критичні періоди» зростання чисельності переносників вірусів наставали в періоди: з III декади травня по III декаду липня. Роки досліджень кардинально відрізнялись за активність переносників та датами пікового зростання чисельності крилатих попелиць, Рис. 1.

Відносно показників активності попелиць 2015 року (найбільша чисельність попелиць за період спостережень – 2665 штук/пастку) зменшення кількості комах досліджувані сезони 2018–2020 рр. становило: у 2018 році на 2,55 рази, у 2019 році – 5,4 рази, 2020 р. – у 8,2 рази відносно кількості попелиць 2015 року. У тому числі зменшення векторних переносників вірусів картоплі відносно кількості переносників 2015 року (1527 штук) у 2018 становило у 2,9 разів або 65,62%, 2019 – у 5,8 разів або на 82,78%, 2020 році – у 9,5 разів або на 89,52%.

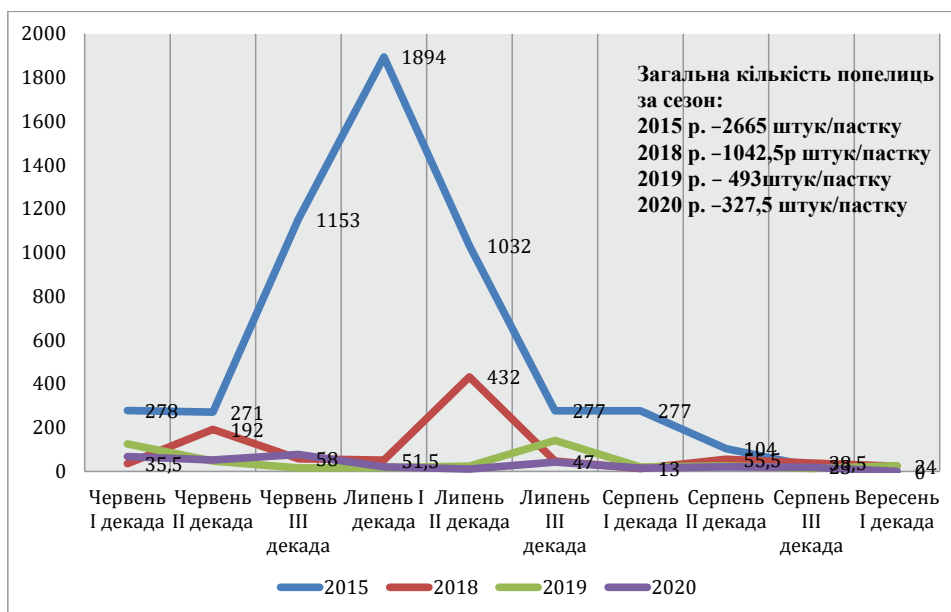


Рис. 1. Динаміка зростання чисельності крилатих попелиць в насадженнях базової насінневої картоплі в зоні південної частини Полісся України (Київська область)

За результатами післязбирального тестування методом індексації бульб базової насінневої картоплі з послідуною діагностикою імуноферментним методом (DAS-ELISA) у 2020 році виявлено рівень інфікування рослин картоплі вірусною інфекцією YBK та MBK, SBK залежно від строків видалення картоплиння у поєднанні з інсектицидно-афіцидними обробками рослин та внесенням мінеральної

олії, (таблиця 2). Встановлено, що найменш інфікованими *МБК* були рослини картоплі, де видалення картоплиння протягом 2018, 2019, 2020 років проводили у строк через 10 днів після цвітіння, що становило по сортах картоплі Мирослава – 4,5% (на контролі 10,0%), Предслава – 3,5% (на контролі 11,5,0%), Альянс – 4,5% (на контролі 12,0%). Рівень інфікованості *МБК* за видалення картоплиння на 10 день після цвітіння та внесенні мінеральної олії *Sunspray* в нормі 6,0 л/га знижувався в середньому по трьох сортах на 1,5–2,5%.

Таблиця 2

Зараження базового насіннєвої картоплі збудниками вірусних хвороб залежно від застосування різних методів зниження реінфікування оздоровленого біотехнологічними методами насіннєвого матеріалу картоплі вірусними інфекціями в умовах in vivo зони Полісся України, 2020 р. %*

№	Варіанти дослідів	Мирослава				Предслава				Альянс			
		Віруси картоплі											
		M*	S*	Y*	L*	M*	S*	Y*	L*	M*	S*	Y*	L*
1.	Контроль (без видалення картоплиння)	10,0	4,0	2,0	0	11,5	4,0	2,0	0	12,0	4,0	1,0	0
2.	Інсекто-афіцидні обробки рослин видалення картоплиння через 10 днів після цвітіння	4,5	3,0	0	0	3,5	3,0	0	0	4,5	3,0	0	0
3.	-II- через 20 днів після цвітіння	5,0	3,0	0	0	4,0	3,0	0	0	5,0	3,0	0	0
4.	-II- через 30 днів після цвітіння	7,0	3,0	0,5	0	6,5	3,0	0,5	0	7,0	3,0	0,5	0
5.	-II- через 40 днів після цвітіння	8,0	3,5	0,5	0	9,0	3,5	0,5	0	8,0	3,5	0,5	0
6.	Інсекто-афіцидні обробки рослин видалення картоплиння через 10 днів після цвітіння. + <i>Sunspray</i> – 6,0 л/га	2,0	3,0	0	0	1,5	3,0	0	0	3,0	3,0	0	0
7.	Інсекто-афіцидні обробки рослин видалення картоплиння через 20 днів після цвітіння + <i>Sunspray</i> – 6,0 л/га	2,5	3,0	0	0	2,0	3,0	0	0	4,5	3,0	0	0

*БН – категорія базове насіння, клас – еліта (E) у прямому потомстві кількість рослин, заражених вірусною інфекцією, %, не більше – 4%; для сертифікованого насіння, клас *CH-1* – 8,0%

Видалення картоплиння на 20-й день після цвітіння картоплі у поєднанні з інсектицидно-афіцидними обробками рослин та додавання мінеральної олії *Sunspray* в нормі 6,0 л/га забезпечувало зниження ступеню інфікованості рослин *МБК* відносно варіанту 3 – без мінеральної олії у розрізі сортів: Мирослава – на 2,5% (5,0%) Предслава – на 2,0% (4,0%), Альянс – на 0,5% (5,0%). Тобто видалення картоплиння та застосування афіцидно – інсектицидних обробок без внесення мінеральної олії *Sunspray* були менш ефективними відносно варіантів, де рослини обробляли мінеральною олією *Sunspray*. Встановлено, що на варіантах дослідів, де видалення картоплиння протягом 2018, 2019, 2020 років проводили у строк через 10 днів після цвітіння використовували інсекто-афіцидні обробки рослин та застосовували мінеральну олію *Sunspray* в нормі 6,0 л/га не виявлено рослин, заражених *УБК*, тоді як на контрольних варіантах по сортах картоплі Мирослава та Предслава

у післязбиральному тестуванні виявлено 2,0% рослин, у сорту Альянс – 1,0%. Рівень інфікованості рослин картоплі *YBK*, при видаленні картоплиння на 30 та 40 день після цвітіння складав у сортів Мирослава, Предслава та Альянс 0,5%. Насадження сортів Мирослава, Предслава та Альянс на варіанті з видаленням картоплиння на 20 день після цвітіння картоплі не мали заражених *YBK* рослин.

Висновки і пропозиції. Досліджувані нові методи зменшення реінфікування добазової та базової насінневої картоплі вірусними хворобами у зоні Полісся України мали суттєвий вплив на зниження вмісту інфекції вірусів картоплі – *MBK*, *SBK*, *YBK*, *BCJK*. На варіантах, де застосовували видалення картоплиння, інсектицидно-фунгіцидні обробки рослин з додаванням мінеральної олії Sunspray отримано базову насінневу картоплю з якісними характеристиками, що відповідають допускам Наказу Міністерства аграрної політики та продовольства України від 12.07.2019 р. № 384. «Критичні періоди» зростання кількості переносників вірусів картоплі крилатої генерації попелиць в зоні південного Полісся України наставали у 2018–2020 роках залежно від року в період: з III декади травня по III декаду липня. У післязбиральному тестуванні базової насінневої картоплі методом імуноферментної діагностики на контрольних варіантах без застосування методів зменшення реінфікування добазової та базової насінневої картоплі вірусними хворобами у базової картоплі сортів Мирослава та Предслава виявлено 2,0% рослин заражених *YBK*, у сорту картоплі Альянс – 1,0% рослин, тоді як на варіантах де проводився захист від реінфікування насіння вірусними інфекціями не виявлено інфікованих *YBK* рослин картоплі. Найменш інфікованими *MBK* були рослини картоплі, де видалення картоплиння протягом 2018, 2019, 2020 років проводили у строк через 10 днів після цвітіння, що становило по сортам картоплі Мирослава – 4,5% (на контролі 10,0%), Предслава – 3,5% (на контролі 11,5,0%), Альянс – 4,5% (на контролі 12,0%). Рівень інфікованості *MBK* за видалення картоплиння на 10 день після цвітіння та внесенні мінеральної олії Sunspray в нормі 6,0 л/га знижувався в середньому по трьох сортах на 1,5–3,0% відносно варіанту 2.

Видалення картоплиння через 20 днів після цвітіння та застосування інсектицидно-фунгіцидного захисту та додавання до обробок мінеральної олії Sunspray в нормі 6,0 л/га забезпечувало зниження інфікованості рослин *MBK* відносно таких же варіантів без застосування обробок мінеральною олією у розрізі сортів: Мирослава – на 2,5%, Предслава – на 2,0%, Альянс – на 0,5%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Бондарчук А.А., Вишнеvsька О.В., Дмитренко В.П., Рязанцев М.В. Результати моніторингу переносників та заходи боротьби з вірусними хворобами картоплі в зоні Полісся України. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2020. Вип. 67 (II). С. 8–28. doi: 10.32636 / 01308521.
2. Бондарчук А.А., Верменко Ю.Я., Фурдига М.М. Інтегрована система захисту насінневої картоплі від хвороб та шкідників. *Картоплярство України*. 2017. № 1–2(42–43). С. 35–46.
3. Волкова І.В., Решотько Л.М., Дмитрук О.О. Поширення збудників вірусних хвороб картоплі в зонах вирощування культури. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2021 № 32. С. 67–73. DOI: <https://doi.org/10.35868/1997-3004.32.67-73>.
4. Демчук І.В., Волкова І.В., Вишнеvsька О.В., Решотько Л.М. Поширення збудників вірусних хвороб картоплі в зонах вирощування культури. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2023. № 38. С. 69–79.
5. Картоплярство: Методи оцінки якості. / за ред. Бондарчук А.А., Колтунов В.А. Олійник Т.М., Фурдига М.М. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2021. 456 с.

6. Картоплярство: методика дослідної справи / за ред. А.А. Бондарчука, В.А. Колтунова. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2019. 652 с.
7. Коломієць Л. П. Фітосанітарний стан агроєкосистем як фактор продуктивності сільськогосподарського виробництва. *Лідер України*. 2005. № 12. С. 124–126.
8. Про затвердження Методичних вимог у сфері насінництва щодо збереження сортових та посівних якостей насіннєвої картоплі, Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України від 12.07.2019 р. № 384.2019. *Офіційний вісник України*. 16 серп. (№ 62). С. 76. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0829-19#Text>.
9. Решотько Л.М., Дмитрук О.О., Волкова І. В. Поширення вірусних захворювань картоплі в агроценозах Карпатського економічного району. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2019. Том 30. С. 54–60. doi.org/10.35868/1997-3004.30.54-60
10. Фурдига М.М., Вишневська О.В., Олійник Т.М., Захарчук Н.А., Рязанцев М.В. Методичні рекомендації з польового оцінювання насаджень насіннєвої картоплі. Вінниця: Твори, 2023. 123 с.
11. Фурдига М.М., Вишневська О.В., Олійник Т.М., Захарчук Н.А., Рязанцев М.В. Методика визначення посівних якостей та післязбирального оцінювання прямого потомства насіннєвої картоплі. Вінниця: Твори, 2024. 103 с.
12. Döring, T. F., J. Schrader, Schüler C. Representation of potato virus Y control strategies in current and past extension literature. *Potato Res.* 2006. № 49. P. 225–239.
13. Dupuis, B., Nkuriyngoma, P., Ballmer, T. Economic Impact of Potato Virus Y (PVY) in Europe. *Potato Res.* 2024. № 67. P.55–72 DOI: <https://doi.org/10.1007/s11540-023-09623-x>
14. Frost K., Groves R.L., Charkowski A.O. Integrated Control of Potato Pathogens Through Seed Potato Certification and Provision of Clean Seed Potatoes. *Plant Disease*, 2013. № 97.(10), P. 1268–1280. DOI: <http://dx.doi.org/10.1094/PDIS-05-13-0477-FE>.
15. Harahagazwe D, Condor B, Barreda C et al How big is the potato (*Solanum tuberosum* L.) yield gap in Sub-Saharan Africa and why? A participatory approach. *Open Agriculture* № 3(1). 2018. P.180–189. DOI: <https://doi.org/10.1515/opag-2018-0019>
16. Karasev AV, Gray SM. Continuous and emerging challenges of Potato virus Y in potato. *Annu Rev Phytopathol.* 2013. № 51(5), P. 71–86. doi: 10.1146/annurev-phyto-082712-102332.
17. Mannan AKM, Akanda AM, Bhuiyan MKA, Islam AKMS Performance of six different potato varieties grown from seventh generation seed potato against PVY. *Journal of Soil and Nature*. 2008. № 2. P. 68–75.
18. Technical Information. ELISA Data Analysis. Version: 4 – 11.07.2014. P. 1–2. URL: <http://www.bioreba.ch/?idpage=6> (last accessed: 26.10.2022).
19. Torrance L., Talianksy M. E. Potato Virus Y Emergence and Evolution from the Andes of South America to Become a Major Destructive Pathogen of Potato and Other Solanaceous Crops Worldwide. *Viruses*. 2020. № 12. P. 1430. DOI: <https://doi.org/10.3390/v12121430>.
20. Rahman, M.S., Akanda, A.M., Mian, I.H., Bhuiyan, K.A. and Karim, M.R. Growth and Yield Performance of Different Generations of Seed Potato as Affected by PVY and PLRV. Bangladesh. *Journal of Agricultural Research*, 2010. P. 35–50. DOI: <https://doi.org/10.3329/bjar.v35i1.5865>
21. Viral Diseases in Potato/J. F. Kreuze et al. In H. Campos, O. Ortiz (Eds.). *The Potato Crop: Its Agricultural, Nutritional and Social Contribution to Humankind*. Springer International Publishing, 2020. P. 389–430. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-28683-5_11
22. Vushnevskaya, O., Dmytrenko, V., Zakharchuk, N., Oliinyk, T. Productivity and viral diseases of seed potatoes depending on the period of potato desiccation. *EUREKA: Life Sciences*, 2021. № 5. P. 26–34. doi.org/10.21303/2504-5695.2021.002067

УДК 635.63:632.654:632:934

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.14>

ЕФЕКТИВНІСТЬ ХІМІЧНОГО МЕТОДУ ЗАХИСТУ ОГІРКА ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЧИСЕЛЬНОСТІ КЛІЩА ПАВУТИННОГО ЗВИЧАЙНОГО В УМОВАХ ЗАКРИТОГО ҐРУНТУ

Дудченко В.В. – д.е.н., професор, член-кореспондент

Національної академії аграрних наук України,

професор кафедри ботаніки та захисту рослин,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

Марковська О.Є. – д.с.-г.н., професор,

в.о. завідувача, професор кафедри ботаніки та захисту рослин,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

Мринський І.М. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри ботаніки та захисту рослин,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

У статті наведено результати дослідження ефективності хімічних інсекто-акарицидів для контролю чисельності кліща павутинного звичайного за вирощування надраннього партенокарпічного гібриду огірка Кібрія F1 RZ в умовах закритого ґрунту виробничої бази тепличного комбінату ПрАТ «Миронівський завод по виготовленню круп і комбікормів». Надзвичайна шкодочинність *Tetranychus urticae* Koch. пояснюється не тільки його багатотісністю, а й високим репродуктивним потенціалом, коротким життєвим циклом та через це здатністю швидко утворювати резистентні популяції до акарицидів хімічної природи. Тому розроблення ефективних систем контролю чисельності та шкідливості кліща павутинного звичайного є актуальним завданням у вирішенні проблем забезпечення населення свіжою овочевою продукцією та підвищення продуктивності тепличного господарства.

У структурі шкідливого комплексу фітофагів частка *Tetranychus urticae* Koch. становила 25%. Чисельність особин збільшувалася від 1,5 шт./листок під час укорінення рослини до 7,6 шт./листок на початку фази наростаючого плодоношення, перевищуючи економічний поріг шкодочинності (5% заселених рослин). Технічна ефективність препаратів на основі діючих речовин біфентрин, абамектин, спіротетрамат за їх використання на початку вегетації рослин огірка була високою (83,4–91,2%), а чисельність шкідника зменшилась у 6–11 разів. У фазу початок плодоношення технічна ефективність досліджуваних інсекто-акарицидів була децю вищою й становила 90,5–94,6%, а заселеність рослин складала 2,0–3,5% залежно від варіанту досліді.

Найкращі біометричні показники (маса рослини, довжина центрального стебла, кількість бічних пагонів, площа листкової поверхні), а отже й найвищу врожайність плодів огірка отримано за використання інсекто-акарициду на основі інноваційної діючої речовини спіротетрамат з нового хімічного класу кетоенолів. У цьому варіанті врожайність становила 20,4 кг/м² та істотно перевищувала (на 1,7–3,9 кг/м²) аналогічні показники за використання інших препаратів, а контрольний варіант (без обробки) – на 8,1 кг/м².

Ключові слова: огірок, теплиця, маса рослин, площа листкової поверхні, врожайність, фітофаг, технічна ефективність.

Dudchenko V.V., Markovska O.Ye., Mrynskyi I.M. Efficiency of chemical method for protecting cucumbers to control the population of the carmine spider mite in greenhouse

The article presents the results of a study on the effectiveness of chemical insecticides and acaricides for controlling the population of the spider mite in the cultivation of the early parthenocarpic cucumber hybrid Kibria F1 RZ in closed ground conditions at the production base of the greenhouse complex of PJSC "Myronivskyi Plant for the Production of Groats and Compound Feeds". The extraordinary harmfulness of *Tetranychus urticae* Koch. is explained

not only by its polyphagy but also by its high reproductive potential, short life cycle, and consequently its ability to quickly form resistant populations to chemical acaricides. Therefore, the development of effective systems for controlling the population and harmfulness of the spider mite is a relevant task in solving the problems of providing the population with fresh vegetable products and increasing the productivity of greenhouse farming.

In the harmful complex structure of phytophages, the share of *Tetranychus urticae* Koch. was 25%. The number of individuals increased from 1.5 individuals/leaf during seedling rooting to 7.6 individuals/leaf at the beginning of the fruiting phase, exceeding the economic threshold of harmfulness (5% of infested plants). The technical efficiency of preparations based on active substances bifenthrin, abamectin, spirotetramat when used at the beginning of cucumber plant vegetation was high (83.4–91.2%), and the pest population decreased by 6–11 times. In the fruiting initiation phase, the technical efficiency of the studied insecticides and acaricides was slightly higher, ranging from 90.5–94.6%, and plant infestation ranged from 2.0–3.5% depending on the research variant.

The best biometric indicators (plant weight, length of central stem, number of lateral shoots, leaf area), and therefore the highest fruit yield of cucumbers, were obtained using an insecticide-acaricide based on the innovative active substance spirotetramat from a new chemical class of ketoenols. In this variant, the yield was 20.4 kg/m², significantly exceeding (by 1.7–3.9 kg/m²) similar indicators using other preparations, and the control variant (untreated) – by 8.1 kg/m².

Key words: cucumber, greenhouse, plant weight, leaf area, yield, phytophage, technical efficiency.

Постановка проблеми. Найбільш поширеною овочевою рослиною закритого ґрунту є огірок, на частку якого у структурі тепличного господарства припадає 60–70% площ. Популярність цієї культури пояснюється здатністю формувати високі врожаї (до 200 т/га), порівняно з іншими овочевими. В Україні рослинам закритого ґрунту, у т. ч. огіркам, великої шкоди завдають різноманітні види фітофагів, серед яких найбільш поширеними й небезпечними є представники класу комах (Insecta) та павукоподібних (Arachnida). Кліщі з класу павукоподібні у закритому ґрунті представлені двома видами з родини павутинних кліщів (Tetranychidae), серед яких найпоширенішим багатодічним фітофагом овочевих культур є кліщ павутинний звичайний (*Tetranychus urticae* Koch.) [1, с. 207]. Цей шкідник має більше 900 рослин-господарів, у т. ч. 150 з них є економічно важливими сільськогосподарськими та декоративними культурами [2, с. 77; 3, с. 33].

Особини *Tetranychus urticae* Koch. живляться соком рослин, заселяючи нижній епідерміс листків, на яких з'являються окремі світлі або бурі плями (місця проколу). За інтенсивного пошкодження листки набувають світло-мармурового забарвлення, у подальшому жовтіють, засихають і передчасно опадають, а в рослин пригнічується ріст, зменшується фотосинтетична активність, інтенсивність транспірації. Економічні втрати, завдані кліщем павутинним звичайним, сягають 35–60%, а в окремих випадках може відбутися й повна загибель рослин [4, с. 7]. Надзвичайна шкодочинність *Tetranychus urticae* Koch. пояснюється не тільки його багатодічністю, а й високим репродуктивним потенціалом, коротким життєвим циклом та через це здатністю швидко утворювати резистентні популяції до акарицидів хімічної природи. Тому розроблення ефективних систем контролю чисельності та шкідливості кліща павутинного звичайного є актуальним завданням у вирішенні проблем забезпечення населення свіжою овочевою продукцією та підвищення продуктивності тепличного господарства [5, с. 7].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Головним інструментом регулювання розвитку та поширення фітофагів до економічно невідчутного рівня є інтегрований захист рослин, який поєднує організаційно-господарські, карантинні, профілактичні, агротехнічні заходи, використання генетичного, фізико-механічного, біологічного та хімічного методів контролю їх чисельності.

Прийняття рішення про необхідність застосування препаратів різного походження приймається в кожному випадку на основі результатів моніторингу й прогнозу фітосанітарного стану рослин, економічних порогів шкідливості з урахуванням збереження, примноження чисельності й підвищення ефективності корисних організмів в агроценозах [6, с. 473, 7, с. 155]. Для обмеження чисельності *Tetranychus urticae* Koch. в умовах закритого ґрунту використовують біологічні препарати (Боверін БТ, Ліпосам, Актофіт БТ, Бітоксикацилін БТ, Бікол, Аверсектин-С, Актарофіт, Матрин), продукти рослинного походження, що мають інсектицидні властивості (Азадірахтін, олія Німа), комплекс біоагентів (*Macrolophus pygmaeus* Rambur, *Chrysoperla carnea* Stephens, *Aphidoletes aphidimyza* Rondani) [8, с. 61; 9, с. 178; 10, с. 160].

У разі перевищення ЕПШ або масових спалахів чисельності шкідника у теплицях дозволено застосування акарицидів з груп хімічних сполук: органофосфати, карбазинати, піретроїди, хіноліни, карбамати, дифеніл оксазоліни, тетразини, хіназоліни, феноксіпіазоли, тіазолідіни, піридазони, макроциклічні лактони, піразоли з урахуванням термінів останньої обробки [11, с. 59]. До позитивних характеристик багатьох хімічних акарицидів належить швидкість їх дії, високий рівень ефективності та пролонгований захисний ефект, однак недотримання вимог щодо їх застосування може спричинити розвиток резистентності у популяції *Tetranychus urticae* Koch. та погіршувати якість отриманої продукції. За повідомленнями окремих дослідників формуванню стійкості кліщів до акарицидів запобігає використання таких сполук як кетеноли, карбазатбіфеназат, інгібітори ацетил-КоА-карбоксилази, клас інгібіторів комплексу II, інгібітор мітохондріального комплексу III та інгібітори росту кліщів гекситиазокс, клофентезин та етоксазол, що взаємодіють з хітинсинтетазою [12, с. 13; 13, с. 308; 14, с. 6], дослідження перехресної резистентності, застосування препаратів з різними механізмами дії та типом резистентності, генетичним поліморфізмом в їх цільових молекулах, синергічне комбінування або чергування акарицидів тощо [15, с. 16; 16, с. 358; 17, с. 48; 18, с. 71].

Постановка завдання. Мета експерименту – визначити ефективність хімічних інсекто-акарицидів для контролю чисельності кліща павутинного звичайного за вирощування огірка в умовах закритого ґрунту. Експеримент проведено в умовах виробничої бази тепличного комбінату ПрАТ «Миронівський завод по виготовленню круп і комбікормів» згідно з методиками випробування акарицидів в умовах закритого ґрунту [19, с. 166].

Вирощували універсальний надранній партенокарпічний гібрид огірка Кібрія F1 RZ за традиційною технологією в літньо-осінній культурозміні у теплиці блочного типу з водно-трубною системою обігріву, площа – 345,6 м². Використовували багаторічний торф'яний органічний субстрат (польовий ґрунт 50% + низинний торф 20% + перегній 30%). Перед висаджуванням розсади ґрунт знезаражували й виконували дезінсекцію приміщень теплиці згідно з технологічною картою. Температурний, водний та поживний режими підтримували на оптимальному рівні, враховуючи біологічні вимоги рослин на певних етапах онтогенезу.

Загальна кількість рослин у досліді становила 500 шт. Для отримання розсади сібву насіння проводили 07.07.2023 р., висаджування розсади – 03.08.2023 р. Рослини пересаджували на постійне місце вегетації у віці 25–26 діб. Загальна кількість рослин у теплиці складала 2,4–2,8 шт./м², облікових – 10 шт., площа облікової ділянки – 4 м². Облік урожаю в досліді проводили шляхом збору зеленця з інтервалом у 2–3 доби на початку плодоношення та кожного дня, починаючи зі вступу

рослин у фазу масового плодоношення. Дослід (табл. 1) закладено у чотириразовій повторності методом рендомізованих блоків. Акарицидні обробки проводили за допомогою аерозольного ручного обприскувача на початку вегетації рослин та до фази масового плодоношення.

Таблиця 1
Ефективність інсекто-акарицидів проти *Tetranychus urticae* Koch.

Назва препарату	Діюча речовина	Норма витрат, кг, л/га	Строк застосування*
Контроль (б/о)	-	-	А;В
Моспілан	ацетаміприд, 200 г/кг	0,3	А;В
Талстар 10%, КЕ	біфентрин, 100 г/л	0,6	А;В
Вертимек 018 ЕС, КЕ	абамектин, 18 г/л	0,7	А;В
Мовенто 100 SC, КС	спіротетрамат, 100 г/л	0,75	А;В

* А – 15 діб після висадки розсади, В – 40 діб після висадки розсади

Виклад основного матеріалу дослідження. За результатами проведеного фітосанітарного моніторингу шкідливого комплексу фітофагів визначено наявність представників із класу павукоподібні, родини Tetranychidae – кліщ павутинний звичайний (*Tetranychus urticae* Koch.) й представників із класу комахи, у т. ч. види з родини Aphididae: попелиця оранжерейна (зелена персикова) (*Myzodes persicae* Sulz.) та попелиця баштанна (*Aphis gossypii* Glov.), родини Aleyrodidae: білокрилка теплична (*Trialeurodes vaporariorum* Westw.), родини Thripidae: трипс тютюновий (*Thrips tabaci* Lind.) й родини Sciaridae: комарик огірковий (*Bradysia brunnipes* Mg.). У структурі комплексу фітофагів найбільшу частку склали кліщ павутинний звичайний та трипс тютюновий – 25 і 28% відповідно.

Чисельність особин *Tetranychus urticae* Koch. на одному листку облікових рослин під час укорінення розсади становила 1,5 шт./листок. На початку фази наростаючого плодоношення цей показник збільшився до 7,6 шт./листок, перевищуючи економічний поріг шкодочинності (5% заселених рослин). У контрольному варіанті (без обробки) показник заселеності рослин кліщем павутинним звичайним динамічно зростав і в кінці фази завершення плодоношення становив 32,5% (рис. 1).

Максимальні значення чисельності шкідника (28,4–31,5–24,8 особин/рослину) відповідали таким датам обліків: 24.10.23 р.; 03.11.23 р.; 13.11.23 р. (середина–друга половина фази масового плодоношення), поступово зменшуючись до кінця фази завершення плодоношення (12,6 особин/рослину), що можна пояснити фізіологічним старінням рослин і зменшенням їх привабливості як кормової бази для фітофагів.

Технічна ефективність препаратів Талстар 10%, КЕ (0,6 л/га), Вертимек 018 ЕС, КЕ (0,7 л/га) і Мовенто 100 SC, КС (0,75 л/га) за їх використання на початку вегетації рослин огірка була високою (83,4–91,2%), а чисельність шкідника зменшилась у 6–11 разів. У фазу початок плодоношення технічна ефективність досліджуваних інсекто-акарицидів була дещо вищою й становила 90,5–94,6%, а заселеність рослин складала 2,0–3,5% залежно від варіанту досліджу (табл. 2).



Рис. 1. Динаміка чисельності кліща павутинного звичайного (*Tetranychus urticae* Koch.), 2023 р.: ВР – висадка розсади, ППл – початок плодоношення, НПл – наростаюче плодоношення, МПл – масове плодоношення, ЗПл – завершення плодоношення

Таблиця 2

Технічна ефективність інсекто-акарицидів проти кліща павутинного звичайного

Варіант дослідження	Початок цвітіння		Початок плодоношення	
	Заселено рослин, %	Технічна ефективність, %	Заселено рослин, %	Технічна ефективність, %
Контроль (б/о)	16,9	-	36,7	-
Моспілан, 0,3 кг/га	16,1	4,4	36,0	1,9
Талстар 10%, КЕ, 0,6 л/га	2,8	83,4	3,5	90,5
Вертимек 018 ЕС, КЕ, 0,7 л/га	2,5	85,2	2,7	92,6
Мовенто 100 SC, КС, 0,75 л/га	1,5	91,2	2,0	94,6

Інсектицид Моспілан не мав впливу на чисельність *Tetranychus urticae* Koch. в агроценозі огірка через свої хімічні властивості. Тому за присутності цього фітофага та намірі в якості інсектициду використовувати саме Моспілан до нього слід додавати один із дозволених акарицидів.

Біометричні показники рослин також суттєво різнилися у варіанті без застосування та із використанням засобів захисту рослин. Проведення двох обробок до фази початку плодоношення огірка сприяло формуванню рослинами значно більшої вегетативної маси, довжини центрального та кількості бічних пагонів, а також показника площі листової поверхні, порівняно з контролем (табл. 3).

Таблиця 3

Біометричні показники рослин огірка у фазі масового плодоношення

Варіант досліджу	Маса рослини, г	Довжина центрального стебла, см	Кількість бічних пагонів, шт.	Площа листкової поверхні, дм ² /рослину
Контроль (б/о)	812±24	212±12	18±3	1321±87
Моспілан, 0,3 кг/га	938±24	267±15	28±4	1697±99
Талстар 10%, КЕ, 0,6 л/га	956±26	282±15	28±4	1731±100
Вертимек 018 ЕС, КЕ, 0,7 л/га	970±26	288±16	31±5	1745±115
Мовенто 100 SC, КС, 0,75 л/га	998±27	290±17	32±5	1768±112

Найкращі біометричні показники рослини сформували у варіанті із застосуванням інсекто-акарициду Мовенто 100 SC, КС (0,75 л/га). Так, маса однієї рослини огірка у цьому варіанті становила 998 г, що перевищувало показники за іншими препаратами на 2,8–6,4% та на 22,9% переважало контроль (без обробки). Довжина центрального стебла також була найбільшою у цьому варіанті та становила 290 см, що сприяло утворенню найбільшої кількості бічних пагонів (32 шт.) та площі листкової поверхні (1768 дм²/рослину).

Стосовно продуктивності рослин, то логічно до результатів біометричного аналізу, максимальну врожайність плодів огірка отримано у варіанті із застосуванням інсекто-акарициду Мовенто 100 SC, КС, де вона становила 20,4 кг/м² та істотно перевищувала (на 1,7–3,9 кг/м²) аналогічні показники за використання інших препаратів, а контрольний варіант (без обробки) – на 8,1 кг/м² (рис. 2).

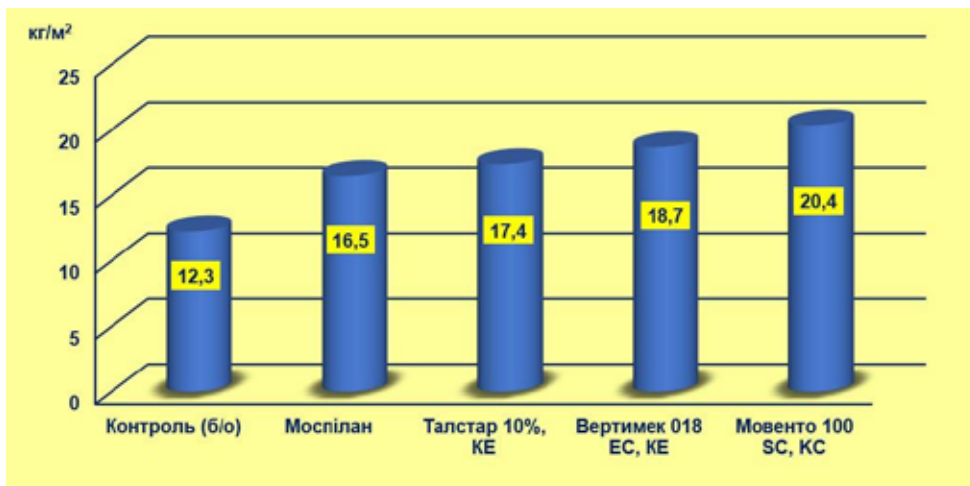


Рис. 2. Урожайність огірка гібриду Кібрія за використання інсекто-акарицидів (НІР₀₅ 0,96 кг/м², 2023 р.)

Кількість збереженого врожаю за використання препаратів Талстар 10%, КЕ (0,6 л/га) та Вертимек 018 ЕС, КЕ (0,7 л/га) становила 5,1; 6,4 кг/м² відповідно.

Висновки. У разі перевищення ЕПШ кліща павутинного звичайного за вирощування універсального надраннього партенокарпічного гібриду огірка Кібрія F1 RZ в літньо-осінній культурозміні у теплиці блочного типу рекомендовано дворазове застосування до фази початку плодоношення культури інсекто-акарициду на основі інноваційної діючої речовини спіротетрамат з нового хімічного класу кетоенолів. Препарат мав високу технічну ефективність (94%), а кількість збереженого врожаю за його використання становила відповідно 8,1 кг/м².

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Вергелес П. М. Оцінка системи захисту огірка в умовах закритого ґрунту. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. № 21. С. 206–219.
2. Kavitha J., Bhaskaran E. V., Gunasekaran K., Ramaraju K. Evaluation of new acaricides against two spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch on bhendi. *International Journal of Acarology*. 2007. № 17. P. 77–78.
3. Xie L., Miao H., Xiao-Yue Hong XY. The two spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch and the carmine spider mite *Tetranychus cinnabarinus* their Wolbachia phylogenetic tree. *Zoolaxa*. 2006. № 1166. P. 33–46.
4. Морфологія, біологія багатодітних шкідників та заходи боротьби з ними в адаптивних технологіях вирощування: навчальний посібник / І. М. Мринський, В. В. Урсал, Н. М. Лавренко; за ред. І.М. Мринського. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2018. 92 с.
5. Draz K. A., Mahgoob A. E., El-Banoby M. I., Bahnasy N. K. *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 2021. № 9(5). P. 1–7.
6. Стратегія і тактика захисту рослин. т. 1 Стратегія: монографія / під редакцією академіка НААН України, д. б. н., професора В.П. Федоренка. К.: Альфа-стевія, 2012. С. 473.
7. Інтегрований захист рослин / Писаренко В. М. та ін. Полтава, 2020. С. 155.
8. Дудченко В. В., Марковська О. Є., Мринський І. М. Ефективність біологічної системи захисту огірків закритого ґрунту для контролю чисельності кліща павутинного звичайного. *Таврійський науковий вісник*. 2024. № 135. Частина I. С. 56–63.
9. Ткаленко Г. М., Ткаленко Ю. О. Екологічні аспекти регуляції чисельності павутинних кліщів на овочевих культурах в закритому ґрунті. 2017. № 1. С. 177–180.
10. Deka S., Tanwar R. K., Sumitha R., Sabir N., Bambawale O.M., Balraj, S. Relative efficacy of Agricultural spray oil and Azadirachtin against two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) on cucumber (*Cucumis sativus*) under greenhouse and laboratory conditions. *Indian J. Agricultural Sciences*. 2011. № 81(2). P. 158–62.
11. Чайка Т. О., Піщаленко М. А., Рубан Є. Р., Саєнко А. О., Скляр С. С., Крипак А. В., Голтвяниця Т. О. Особливості використання акарицидів від звичайного павутинного кліща (*Tetranychus urticae* Koch) для захисту огірка в умовах захищеного ґрунту. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (3). С. 58–62.
12. Van Leeuwen T., Tirry L., Yamamoto A., Nauen R., Dermauw W. The economic importance of acaricides in the control of phytophagous mites and an update on recent acaricide mode of action research. *Pesticide biochemistry and physiology*. 2015. № 121. P. 12–21.
13. Hiragaki S., Kobayashi T., Ochiai N., Toshima K., Dekeyser M. A., Matsuda K., Takeda M. A novel action of highly specific acaricide; bifenazate as a synergist for a GABA-gated chloride channel of *Tetranychus urticae* [Acari: Tetranychidae]. *Neurotoxicology*. 2012. № 33(3). P. 307–313.
14. Lümmen P., Khajehali J., Luther K., Van Leeuwen T. The cyclic keto-enol insecticide spirotetramat inhibits insect and spider mite acetyl-CoA carboxylases by

interfering with the carboxyltransferase partial reaction. *Insect biochemistry and molecular biology*. 2014. № 55. P. 1–8.

15. Obaid M. K., Islam N., Alouffi A., Khan A. Z., Silva Vaz Jr I., Tanaka T., Ali A. Acaricides resistance in ticks: selection, diagnosis, mechanisms, and mitigation. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*. 2022. Jul 6;12:941831.

16. Sabir N., Deka S., Singh B., Sumitha R., Hasan M., Kumar M., Tanwar R. K., Bambawale O. M. Integrated pest management for greenhouse cucumber: A validation under north Indian plains. *Indian Journal of Horticulture*. 2013. № 68(3). P. 357–363.

17. Aly S. Derbalah, Attiah Y. Keratrum, Madeha E. El-Dewy; Elhussein, H. El-Shamy. Efficacy of some insecticides and plant extracts against *Tetranychus urticae* under laboratory conditions. *Egy. J. Plant Pro. Res.* 1(3) 2013. P. 47–69.

18. Андрейчин М. А., Клименюк С. І., Романюк Л. Б. Акарициди та їх застосування (Частина 2). 2023. *Інфекційні хвороби*. № 3(113). С. 65–76.

19. Методики випробування і застосування пестицидів / С. О. Трибель та ін. Київ : Світ, 2001. С. 342.

UDC 633.35:631.5

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.15>

MODERN TRENDS IN PEA CULTIVATION IN UKRAINE AND THE WORLD

Yermolaiev V.M. – Graduate student at the Department of Agriculture,
Geodesy and Land Management,

Mykolaiv National Agrarian University

Gamajunova V.V. – Doctor of Agricultural Sciences, Professor,

Head of the Department of Agriculture, Geodesy and Land Management,

Mykolaiv National Agrarian University

The article presents the dynamics of grain pea production based on sown areas and crop yields in Ukraine, leading countries that produce the most grain peas, and globally from 2000 to 2022. According to the data provided, it is substantiated that Ukraine is a promising country for increasing pea production volumes. The yield of grain peas in our country has been increasing in recent years and exceeds the level of 2 t/ha. This means that the yield of peas is not inferior in productivity to most cereal crops. The article argues that Ukraine has all favorable conditions for increasing the areas and volumes of pea production, namely: optimal technologies have been developed, adapted varieties have been created, and there is a growing interest among culture producers for processing. The use of grain peas in agriculture and the food industry has great potential and can be very profitable for the development of the agricultural sector and providing people with healthy and tasty food. It contains a significant amount of protein, making it a valuable product for vegetarians and those seeking balanced nutrition. Peas also contain a lot of fiber, which is beneficial for maintaining the health of the gastrointestinal tract. In agriculture, grain peas can be used as animal feed, allowing to reduce feeding costs and improve the quality of meat and milk. Additionally, peas can be used as cover crops, which contributes to soil improvement and increased yields of other crops. In the food industry, grain peas can be used to produce canned products, soups, porridges, meat and fish dishes, as well as an additive to bakery products. Despite the fact that pea cultivation occupies insignificant areas in Ukraine compared to Canada, India, and China, Ukraine is one of the leading exporters of grain peas in the world. In terms of pea exports, Ukraine holds a significant position in the

global market. The main consumers of Ukrainian peas are European Union countries, including Poland, Germany, France, Italy, and others. Ukraine has high quality grain peas, allowing it to successfully compete in the global market. Grain pea production in Ukraine is constantly growing, indicating the potential of this type of production for export. This demonstrates the feasibility of cultivating grain peas in Ukraine, increasing its areas, improving technologies, and the exceptional importance of this culture in light of climate change.

Key words: peas, soil fertility, grain yield, gross harvests, dynamics of sown areas.

Єрмолаєв В.М., Гамаюнова В.В. Сучасні тенденції вирощування гороху в Україні та світі

У статті наведено динаміку виробництва зерна гороху на основі площ посівів та врожайності культури в Україні, провідних країнах, які найбільше виробляють зерно гороху та загалом у світі за період з 2000 до 2022 року. За наведеними даними обґрунтовано, що Україна є перспективною країною щодо нарощування обсягів виробництва гороху. Урожайність зерна гороху в нашій країні за останні роки зростає та перевищує рівень 2 т/га. Тобто врожайність гороху не поступається за продуктивністю більшості зернових культур. В статті обґрунтовано, що для успішного вирощування гороху в Україні є всі сприятливі передумови для нарощування площ та обсягів виробництва, а саме: розроблено оптимальні технології, створено адаптовані сорти, зростає зацікавленість виробників культури для переробки. Використання зерна гороху в сільському господарстві та харчовій промисловості має великий потенціал і може бути дуже вигідним для розвитку аграрного сектору та забезпечення людей здоровою та смачною їжею. Він містить значну кількість білка, що робить його цінним продуктом для вегетаріанців та людей, які прагнуть збалансованого харчування. Горох також містить багато клітковини, яка корисна для підтримання здоров'я шлунково-кишкового тракту. У сільському господарстві горох на зерно може бути використаний як корм для тварин, що дозволяє зменшити витрати на живлення та покращити якість м'яса та молока. Крім того, горох може бути використаний для покриття посівних площ, що сприяє покращенню ґрунту та збільшенню врожайності інших культур. У харчовій промисловості горох зерновий може бути використаний для виробництва консервованих продуктів, супів, каш, м'ясних і рибних страв, а також як добавка до хлібобулочних виробів. Горох також може бути використаний для виробництва борошна, круп та макаронних виробів. Не дивлячись на те, що в Україні ще незначні площі зайняті цією культурою, порівняно з Канадою, Індією та Китаєм, Україна є одним з провідних експортерів гороху зернового у світі. За обсягами експорту горошки Україна займає значне місце на світовому ринку. Головними споживачами українського гороху є країни Європейського Союзу, зокрема Польща, Німеччина, Франція, Італія та інші. Україна має високу якість зерна гороху, що дозволяє їй успішно конкурувати на світовому ринку. Виробництво горошки зернового в Україні постійно зростає, що свідчить про потенціал цього виду продукції для експорту. Це свідчить про доцільність вирощування зерна гороху в Україні, збільшення його площ, удосконалення технологій та про виключну важливість цієї культури у зв'язку з кліматичними змінами.

Ключові слова: горох, родючість ґрунту, урожайність зерна, валові збори, динаміка посівних площ.

Formulation of the problem. The most important issues of today are war and climate change. Climate change in Ukrainian agriculture is caused by global warming, leading to prolonged dry periods that negatively affect crop yields. As a result, crop fluctuations can reach up to 50%, especially in the southern regions of Ukraine. One of the main tasks of farmers is to improve crop cultivation technology and develop new methods to ensure industry stability and reduce its vulnerability to climate change.

Climate change can lead to an increase in the frequency and intensity of extreme weather events, such as heavy rains, hail, or drought. This can harm the growth and development of pea plants, as well as lead to a deterioration in quality and reduced yields.

With climate change and potential military actions in the future, the average air temperature may increase, affecting the phenological growth stages of peas and consequently productivity.

Climate warming, in turn, leads to changes in the water regime, including an increase in the frequency of dry periods or heavy rains. This can affect water availability for plants and have a negative impact on their growth and development. Therefore, climate change significantly affects pea cultivation, and farmers need to adapt to these changes by using new technologies, varieties, and approaches to cultivation to ensure stable pea production.

The spread of new pests and diseases due to climate change can also damage peas and lead to losses in yield and product quality.

Analysis of recent research and publications. Pea (*Pisum sativum*) is one of the most environmentally sustainable crops with great potential for cultivation both in Ukraine and globally. This crop has many advantages that make it attractive to farmers and consumers.

Peas are an environmentally sustainable crop. Growing peas helps to preserve the basic fertility characteristics of the soil, as their root system accumulates nitrogen from the air and improves its structure [1–3]. Peas and other leguminous crops as predecessors can replace the application of 60 kg/ha or more of nitrogen for subsequent crops [4, 5].

Peas also tolerate low temperatures well and can be grown as a main or catch crop in dry regions. The high effectiveness of growing green manure mixtures with a leguminous component, including peas, has been established in catch crops after harvesting grain crops with straw left as organic fertilizer [6]. This approach accelerates straw decomposition, enriches the soil with fresh organic matter, humus, improves its microbiological and aggregate composition, compaction, water permeability, etc.

The ability to accumulate and retain moisture in the soil is crucial for crop yields in the southern region of Ukraine. The presence of moisture in the soil in this region is of paramount importance among all known factors of cultivation [7]. The next factor is ensuring plants with all essential nutrients, especially nitrogen [8]. Organic matter significantly improves the basic fertility indicators of the soil, structures it, and contributes to a significant increase in the productivity of all agricultural crops. Research in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine on chernozem podzolized heavy loam soil has shown a positive impact on the main yield elements of naked barley by growing the crop in rotation with plowing non-commercial parts of the yield into the soil and subsequent application of mineral fertilizers under barley [9]. The addition of fresh organic matter to the soil, especially in combination with legumes, will contribute to soil purification from pollutants, improvement of fertility indicators, and overall soil health. Decomposition accelerators are successfully used to speed up the breakdown of organic components [10–12].

The exclusive importance is given to leguminous plants and peas in particular due to their ability to dissolve fixed soil phosphates. This property is associated with their root secretions [3]. Thus, peas are capable of improving the basic fertility indicators of the soil, containing a significant amount of nitrogen in their residues. Thanks to this and due to symbiotic fixation, this crop enriches the soil with valuable organic matter and biological nitrogen. It is an environmentally friendly, cost-free crop that can be fully utilized by subsequent crops without losses. Currently, the significance of growing peas and other legumes cannot be overestimated, as the cost of mineral fertilizers has significantly increased, and the economic condition of farms during wartime is weakened.

The above-mentioned positives regarding the impact of peas on soil fertility require a review and diversification of areas towards increasing them under legumes at the expense of excessive growth under sunflower [13, 14].

Additionally, peas have great importance as a crop that provides food and feed industries. Peas are one of the richest sources of plant protein and are crucial for human nutrition. The protein content in pea grains can reach 20–30%, which is quite significant. The high concentration of amino acids, including lysine, methionine, and cysteine, makes peas a complete protein source. In recent years, there has been an increase in interest in a healthy lifestyle, leading to an increased demand for plant-based protein. Peas, as a crop with the highest plant protein content, can meet this demand and become a competitive alternative to meat.

In addition to food, peas can be used in pharmaceutical and feed industries. Pea grains can be used for the production of canned goods, meat substitutes, pasta products, and other items. Furthermore, peas are used as a feed additive for animals, contributing to enriching their diet with plant protein [15].

Growing peas can contribute to the development of the agricultural sector. This crop provides farmers with new opportunities for cultivation and marketing of products while simultaneously improving soil fertility. Increasing pea production can enhance the profitability of farms and stimulate economic development in rural areas.

Therefore, peas are one of the most environmentally sustainable crops with great potential for both food and feed industries, as well as for soil fertility restoration and nitrogen enrichment. The high nutritional value, environmental sustainability, versatility in use, increasing demand for plant protein, and ability to enhance soil fertility make peas an attractive crop for farmers and consumers.

Research Objective. The aim of the study was to highlight the significance, analyze the dynamics of grain pea production based on sown areas and crop yields in Ukraine, leading pea-producing countries, and globally from 2000 to 2022.

Presentation of the main research material. According to FAO STAT data for 2022, the largest producers of peas are Canada, India, and China, where peas are grown on an area of approximately 1 million hectares (Fig. 1). These countries have a significant volume of pea production and make a substantial contribution to global pea cultivation.

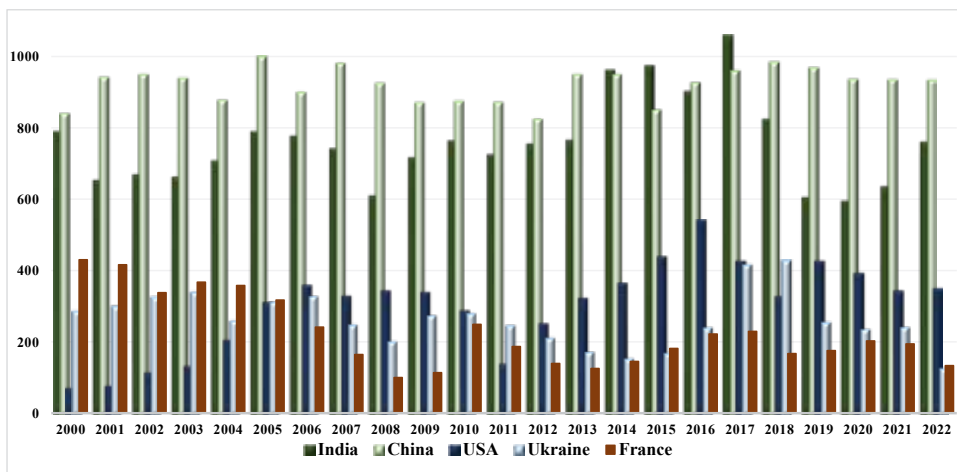


Fig. 1. Areas of grain pea sowing in individual countries of the world, thousands of hectares (according to FAOSTAT, 2023)

Canada is one of the leading global pea producers, cultivating peas on a significant area. For example, in 2019, Canada had around 1.7 million hectares dedicated to this crop (Fig. 2). India is also a key player in the global pea market, and its production volumes significantly influence world prices for this crop.

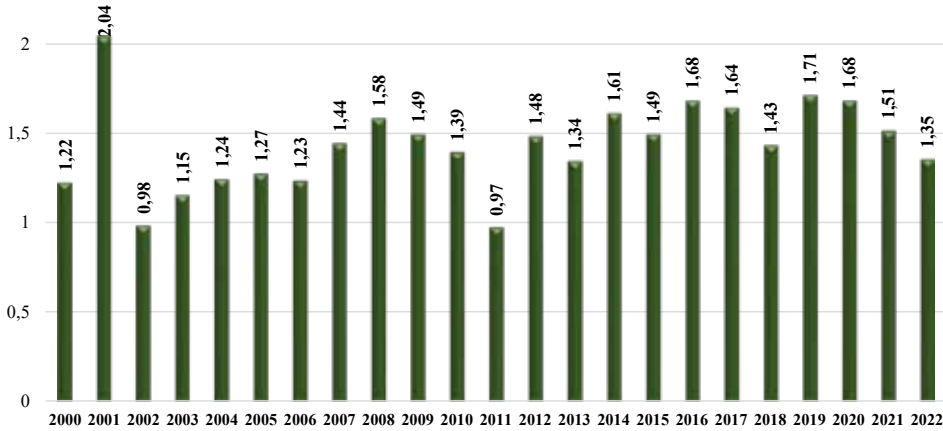


Fig. 2. Areas of grain peas in Canada, million hectares (according to FAOSTAT, 2023)

In recent years of cultivation, the total area sown under peas in the world has increased (Fig. 3).

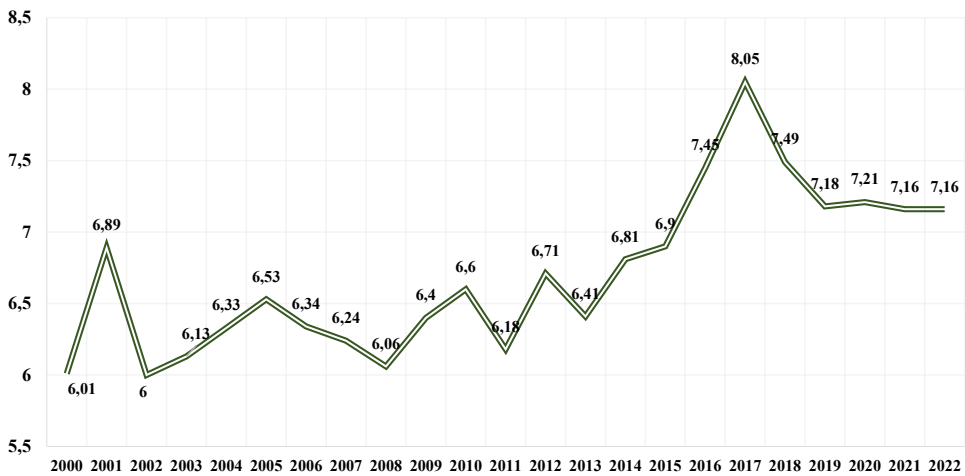


Fig. 3. Grain pea sown areas in the world, million hectares (according to FAOSTAT, 2023)

One of the key aspects of growing a crop is its yield. The grain pea yield can vary significantly depending on a number of factors, such as soil fertility, climatic conditions, variety, cultivation techniques, and others. To achieve high grain pea yields, it

is necessary to select the right varieties, provide proper care for the crops, timely soil treatment, and protect the plants from pests and diseases.

The maximum grain pea yield over the entire 23-year accounting period was recorded in France, with some of them exceeding 4 tons/ha. However, the acreage under this crop in the country is not significant. High levels of grain pea yield have been achieved in North American countries such as Canada and the USA, where the cultivation of this crop is quite developed, and modern technologies and agronomy are applied to ensure high yield levels. Ukraine ranks next after these countries in terms of grain yield (Table 1, Fig. 3).

Gross grain pea yields are an important factor for the country's economy as they influence the volumes of export and domestic consumption of this crop. Knowledge of potential production volumes allows managing market processes, forecasting price trends, and developing strategies for the development of the agricultural sector.

Table 1

Grain pea yield, t/ha (according to FAOSTAT, 2023)

Year	India	Canada	China	USA	Ukraine	France	in the world
2000	1.03	2.35	1.21	2.21	1.75	4.50	1.78
2001	0.86	1.00	1.19	2.19	2.07	3.99	1.50
2002	0.91	1.31	1.58	1.86	1.89	4.92	1.60
2003	0.89	1.68	1.49	1.77	1.10	4.40	1.61
2004	1.02	2.49	1.21	2.52	2.46	4.69	1.86
2005	0.99	2.36	1.16	2.05	1.98	4.20	1.73
2006	0.91	2.05	1.13	1.67	2.00	4.21	1.54
2007	0.81	2.03	1.10	2.25	1.09	3.61	1.46
2008	0.75	2.26	1.19	1.62	2.26	4.50	1.61
2009	0.92	2.27	1.05	2.29	1.81	4.81	1.62
2010	0.88	2.17	1.10	2.24	1.62	4.31	1.59
2011	0.82	2.57	1.58	1.84	1.49	3.58	1.66
2012	0.93	2.26	1.55	1.98	1.66	4.03	1.58
2013	1.10	2.95	1.33	2.20	1.56	3.97	1.76
2014	0.96	2.37	1.42	2.14	2.34	3.71	1.72
2015	0.91	2.14	1.49	1.89	2.24	3.70	1.73
2016	0.82	2.88	1.48	2.34	3.13	2.53	2.00
2017	0.96	2.50	1.59	1.51	2.65	3.45	2.03
2018	1.20	2.50	1.55	2.21	1.82	3.53	1.79
2019	1.34	2.48	1.50	2.38	2.26	4.04	1.96
2020	1.44	2.73	1.54	2.50	2.04	2.76	2.04
2021	1.37	1.49	1.56	1.14	2.36	2.84	1.74
2022	1.32	2.54	1.58	1.96	2.07	3.00	1.98

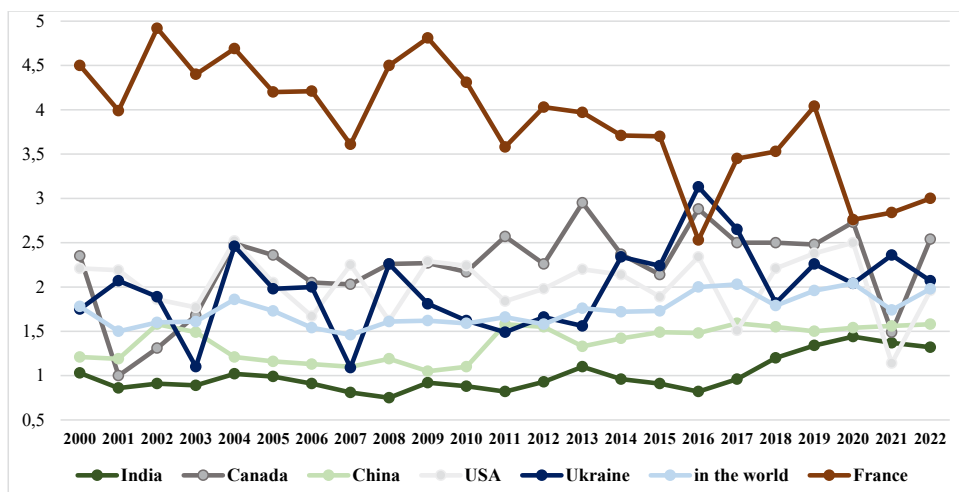


Fig. 4. Yield of pea grain, t/ha (according to FAOSTAT, 2023)

Peas are an important source of protein and other beneficial nutrients, so it is important to have sufficient production volumes to ensure food security for the population.

Analysis of the agricultural sector's development: gross grain pea yields are one of the indicators of production efficiency in agriculture. This indicator allows evaluating the effectiveness of measures aimed at improving the quality and quantity of pea harvest, as well as determining the potential for further sector development.

Therefore, forecasting gross grain pea yields is crucial for understanding and analyzing the market situation of this crop, planning strategies for agricultural sector development, ensuring food security, and regulating export-import processes.

Ukraine is one of the leading producers of grain peas in the world, so production volumes directly impact opportunities for exporting this crop. Forecasting gross yields helps predict demand for peas in foreign markets and develop export strategies. In recent years, pea (dry grain) production in Ukraine has shown a trend towards growth. According to the State Statistics Service of Ukraine, gross pea yields in 2017 amounted to approximately 1.097 million tons, which is a significant improvement compared to previous years (Fig. 5).

Canada is one of the leading global producers of peas. According to Statistics Canada, gross pea production in Canada has shown stable growth in recent years. In 2020, pea production in Canada reached approximately 4 million tonnes, which is a significant indicator.

Overall, it can be stated that Canada, China, India, and the USA are experiencing stable dynamics in pea grain production. This indicates significant production volumes of this crop in these countries and their substantial contribution to global agro-industrial production (Fig. 6).

Peas are a popular crop on the world market, and their grain production also shows steady growth. According to the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), global pea production in 2020 amounted to about 12 million tonnes, a significant increase compared to previous years (Fig. 7).

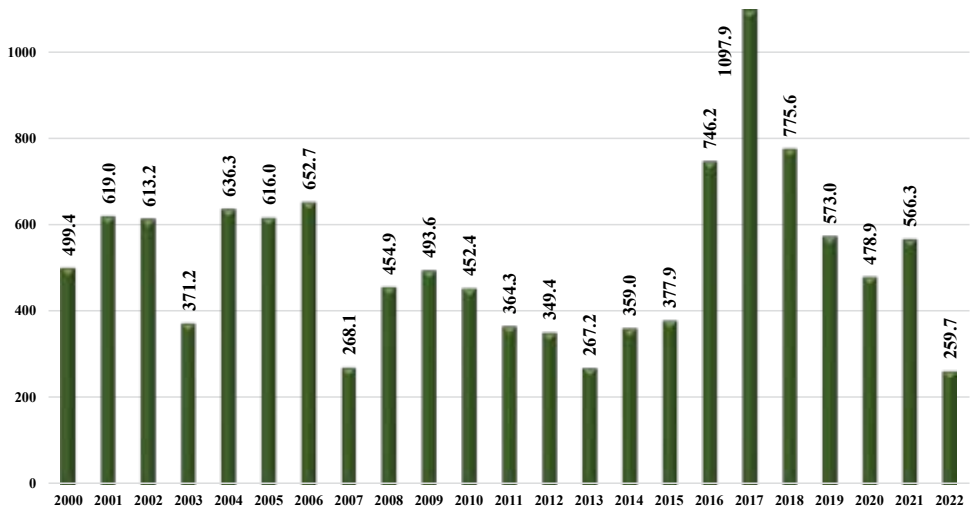


Fig. 5. Dynamics of the gross collection of pea grain in Ukraine, thousand tons (according to FAOSTAT, 2023)

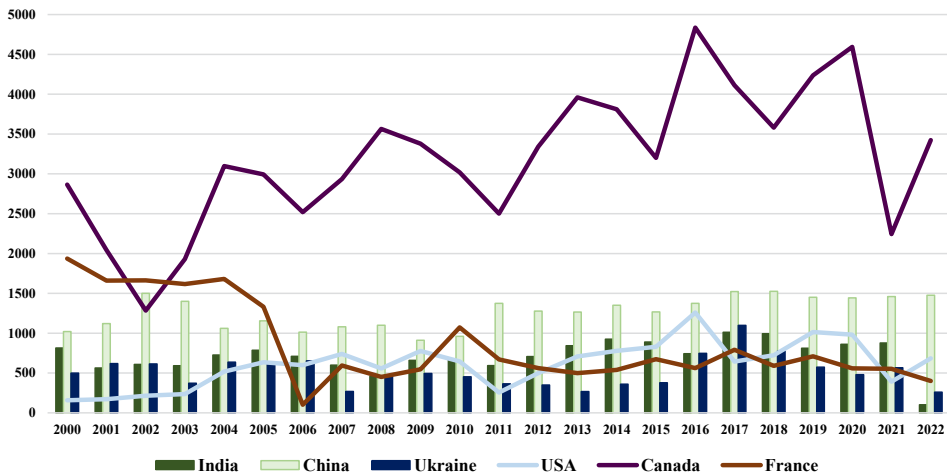


Fig. 6. Dynamics of gross harvests of pea grain in different countries, thousand tons (according to FAOSTAT, 2023)

In general, it can be summarized that both in Ukraine and globally, there is a positive trend in pea grain production. This may be attributed to the development of cultivation technologies, market demand for this crop, and other factors, including soil improvement. It is important to continue monitoring this trend for effective management of the agricultural sector and the development of the agricultural industry.

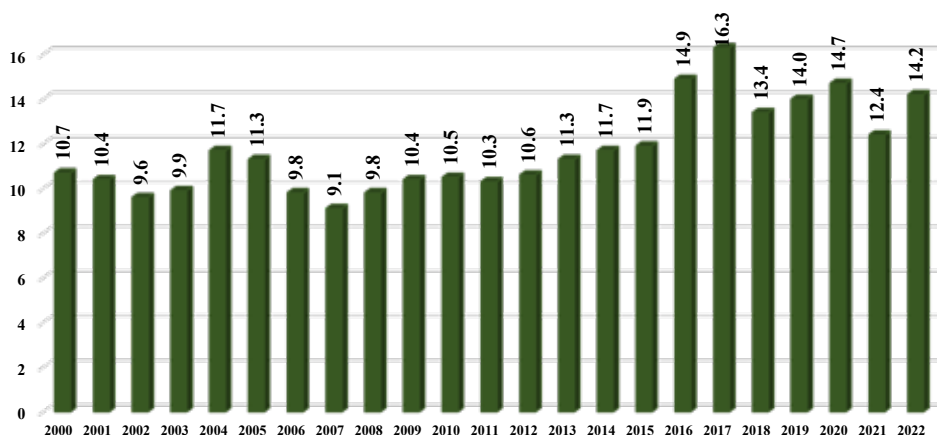


Fig. 7. Gross harvesting of grain peas in the world, million tons (according to FAOSTAT, 2023)

Conclusions and recommendations. Analyzing the statistical data regarding the importance of the culture, cultivation, and production of pea grain overall, it is necessary to emphasize that Ukraine has the potential to increase acreage and improve pea grain yield by implementing modern cultivation technologies. The use of optimal agronomic practices, productive adapted varieties with high-quality grains, fertilizers, as well as systematic monitoring of crop conditions can significantly increase pea yield and improve soil fertility.

REFERENCES:

1. Ткачук О.П., Овчарук В.В. Екологічний потенціал зернобобових культур у сучасній інтенсивній сівозміні. Сільське господарство та лісівництво. Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. 2020. № 18. С. 161–171.
2. Ткачук О. П., Вradій О. І. Баланс поживних речовин у ґрунті при вирощуванні зернобобових культур. *Екологічні науки*. 2022. № 2(41). С. 43–47. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.2-41.7>.
3. Гамаюнова В., Туз М., Базалій С., Шин Є., Глушко Т. Вплив рострегулюючих препаратів на формування врожайності бобових культур в умовах Південного Степу України. *Молдова Știința agricolă*, nr. 1. (2019) (34–40).
4. Гамаюнова В.В., Казанок О.О. Вплив умов вирощування на врожайність сортів сої в південній зоні України – Таврійський науковий вісник № 73, 2010. С. 24–29.
5. Гамаюнова В. В., Назарчук А. А. Продуктивність та азотфіксуюча здатність сортів сої залежно від факторів вирощування на півдні степу України. *Науково-теорет. зб. «Вісник ЖНАЕУ»*. Житомир: Житомирський НАЕУ, 2014. С. 17–23.
6. Гамаюнова В.В. Ефективність спільного застосування соломи та мінеральних добрив на врожай та якість сільськогосподарських культур в умовах зрошення півдня УРСР: Автореферат канд. дис – 1983.
7. Influence of biologics on water consumption of winter barley and sunflower in conditions of Ukrainian Southern Steppe / V. V. Gamajunova, A. O. Kuvshinova, V. S. Kudrina, O. V. Sydiakina. *Innovative Solutions In Modern Science*. New York. TK Meganom LLC. 2020. № 6 (42). P. 149–176.

8. Gamayunova V., Sydiakina O. The problem of nitrogen in modern agriculture. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*. 2023. Vol. 27, No 3. С. 46–61. DOI: 10.56407/bs.agrarian/3.2023.46
 9. Гавриленко В.С. Формування основних елементів структури урожаю ячменю голозерного ярого залежно від удобрення. *Таврійський науковий вісник* № 134. 2023 р. С. 24–29.
 10. Панфілова А.В., Гамаюнова В.В. вплив біодеструктора стерні на поживний режим ґрунту. *Вісник Львівського НАУ – Агрономія*. № 23. 2019. С. 229–233. <https://doi.org/10.31374/agronomu2019.01.229>.
 11. Панфілова А.В., Гамаюнова В.В., Дробітько А.В. Урожайність пшениці озимої залежно від попередника та біодеструктора стерні – *Scientific Progress & Innovations* № 3(94), 2019. С. 18–25. doi: 10.31210/visnyk2019.03.02
 12. Сидякіна О. В. Ефективність біодеструкторів у сучасних агротехнологіях. *Таврійський науковий вісник* № 119. С. 123–129.
 13. Сидякіна О.В., Гамаюнова В.В. Сучасний стан та перспективи виробництва насіння соняшнику *Таврійський науковий вісник*. Серія: Сільськогосподарські науки. 2023. Вип. 131. С. 196–204. DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.131.25>
 14. В.В. Гамаюнова, Л.Г. Хоненко, Т.В. Бакланова, В.С. Кудріна, І.С. Москва. Добір альтернативних соняшнику ярих олійних культур для умов південного Степу України та оптимізація їх живлення. *Житомирський національний агро-екологічний університет, Наукові горизонти*, 2019, № 9 (82). С. 27–35 doi: 10.33249/2663-2144-2019-82-9-27-35
 15. Kovalenko V., Kovalenko N., Gamayunova V., Butenko A., Kabanets V., Salatenko I., Kandyba N., Vandyk M. Ecological and Technological Evaluation of the Nutrition of Perennial Legumes and their Effectiveness for Animals. *Journal of Ecological Engineering* 2024, 25(4), 294–304 <https://doi.org/10.12911/22998993/185219>
-

УДК 633.15:631.81.095.337

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.16>

ПОЗАКОРЕНЕВЕ ПІДЖИВЛЕННЯ КУКУРУДЗИ МІКРОДОБРИВАМИ – ДІЄВИЙ ЕЛЕМЕНТ ТЕХНОЛОГІЇ ЧИ «ТРЕНД»?

Жуйков О.Г. – д.с.-г.н.,

професор кафедри рослинництва і агроінженерії,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

Давиденко І.А. – аспірант кафедри рослинництва і агроінженерії,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

У статті проаналізований вітчизняний досвід застосування мінеральних добрив, що містять мікроелементи, за вирощування кукурудзи на зерно. Зроблений висновок, що в умовах сучасних кліматичних трансформацій (істотний брак активної ґрунтової вологи на момент сходів кукурудзи, тривалі бездощові періоди і нерівномірна кількість опадів за вегетаційний період, несприятливий температурний режим з екстремально високими денними температурами повітря тощо), високоефективним агроприйомом формування толерантних ознак рослин культури на всіх етапах органогенезу є застосування мікроелементів позакореневим способом. Окреслена фізіологічна роль більшості мікроелементів в контексті їх впливу на кількісні та якісні показники врожаю кукурудзи, акцентована увага на зовнішніх ознаках дефіциту того чи іншого елемента в системі мінерального живлення культури задля оперативної діагностики їх нестачі та прийняття агрономічною службою невідкладних виробничих рішень. Дана оцінка ефективності та технологічності різних способів внесення мікродобрив за реалізації системи мінерального живлення культури, проаналізований механізм їх опосередкованого впливу на окремі властивості ґрунту: показник рН, утворення гумусу і активність ґрунтової мікрофлори. Оцінені перспективи сумісного застосування позакореневих підживлень кукурудзи мікродобривами водночас із проведенням вегетаційних гербіцидних обробітків з метою істотної економії матеріальних ресурсів і часу. Встановлено, що за раціонально побудованої системи мінерального живлення культури, котра базується на поєднанні застосування макро- та мікродобрив, реально істотним чином покращити показники продуктивності та якості зерна кукурудзи: врожайність зерна збільшується на 0,35–0,62 т/га, вміст в зерні білка – на 7,7–8,2%, крохмалю – на 0,32–0,40%, жиру – на 0,5–0,7%. Додатково наголошено на істотно вираженій індикативній властивості кукурудзи, що дозволяє оперативно оцінювати рівні забезпеченості орного шару ґрунту основними найбільш фізіологічно цінними мікроелементами.

Ключові слова: кукурудза, система мінерального живлення, мікродобрива, фізіологічна роль мікроелементів, позакореневе підживлення, врожайність і якість зерна.

Zhuikov O.H., Davydenko I.A. Foliar feeding of corn with microfertilizers – an effective element of technology or a “trend”?

The article analyzes the domestic experience of using mineral fertilizers containing trace elements for growing corn for grain. It was concluded that in the conditions of modern climatic transformations (significant lack of active soil moisture at the time of corn germination, long periods without rain and uneven amount of precipitation during the growing season, unfavorable temperature regime with extremely high daytime air temperatures, etc.), a highly effective agricultural method of forming tolerant traits of crop plants at all stages of organogenesis there is the use of microelements in an foliar way. The physiological role of most microelements in the context of their influence on the quantitative and qualitative indicators of the corn harvest is outlined, attention is focused on the external signs of the deficiency of one or another element in the mineral nutrition system of the crop for the purpose of prompt diagnosis of their lack and the adoption of urgent production decisions by the agronomic service. The evaluation of the effectiveness and technological feasibility of various methods of applying microfertilizers for

the implementation of the mineral nutrition system of crops is given, and the mechanism of their indirect effect on certain soil properties is analyzed: the pH indicator, the formation of humus, and the activity of soil microflora. Prospects of combined application of foliar top dressing of corn with microfertilizers at the same time as vegetative herbicide treatment are evaluated with the aim of significant saving of material resources and time. It was established that with a rationally constructed system of mineral nutrition of the crop, which is based on the combination of the use of macro- and micro-fertilizers, it is possible to significantly improve the indicators of productivity and quality of corn grain: the grain yield increases by 0.35–0.62 t/ha, the content in the grain protein – by 7.7–8.2%, starch – by 0.32–0.40%, fat – by 0.5–0.7%. In addition, the significantly expressed indicative property of corn is emphasized, which allows to quickly assess the level of provision of the arable layer of the soil with the main and most physiologically valuable microelements.

Key words: corn, mineral nutrition system, microfertilizers, physiological role of microelements, foliar fertilization, grain yield and quality.

Постановка проблеми. Загальновідомим є той факт, що якщо макроелементи потрібні усім сільськогосподарським культурам без винятку, то щодо мікроелементів кожна окрема культура має різні «смаки» й потреби у живленні. Не виняток і кукурудза, адже «цариця полів» також надає перевагу саме певному «набору» мікроелементів [1, с. 169]. Кукурудза – одна з найбільш цінних сільськогосподарських культур. При дотриманні всіх агротехнічних вимог вирощування вона може формувати високу урожайність зерна. За рахунок збільшення посівних площ кукурудзи можна налагодити стабільне виробництво кормового зерна, адже ця культура відіграє провідну роль не тільки в підвищенні ефективності зернового господарства в цілому та поліпшенні його економічного стану, але й в зростанні продуктивності тваринництва. Відомо, що однією з передумов отримання високого врожаю є збалансоване живлення, а застосування мікродобрив є дешевим способом підвищення врожайності зеленої маси і зерна кукурудзи [2, с. 29]. Висока потреба рослин в основних елементах живлення настає в період інтенсивного приросту вегетативної маси та формування репродуктивних органів [3, с. 10].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Підживлення рослин кукурудзи мінеральними добривами дає можливість отримати приріст урожайності на рівні 10–12%, але досить часто за нестабільного зволоження та посушливих умов, особливо на ранніх етапах росту та розвитку рослин, ефективність підживлення виявляється недостатньою. Тому для одержання кращих результатів від підживлення доцільно використовувати рідкі комплексні добрива, які більш технологічні та придатні для створення бакових сумішей з гербіцидами та мікроелементами [4, с. 729]. Одним з головних чинників, що заважають отримувати вагомий врожай кукурудзи, є забур'яненість посівів. У системі заходів знищення бур'янів вже понад 40 років велику роль відіграють гербіциди – як ґрунтові, так і страхові. В зв'язку зі складною економічною ситуацією в країні та світі слід серйозно замислитися над оптимізацією витрат на вирощування сільськогосподарських культур, зокрема на поліпшення їх живлення та впровадження системи захисту. Тому використання бакових сумішей комплексних рідких добрив та страхових гербіцидів дуже актуальний захід в умовах сьогодення. За даними деяких вчених, внесення комплексних рідких добрив сумісно з гербіцидами зумовлювало більш повне знищення бур'янів, а отже, і послаблення їх негативного впливу на ріст та розвиток культури [2, с. 29; 5, с. 7]. Але механізми впливу гербіцидів та бакових сумішей цих препаратів на рослини надто різняться і ще недостатньо вивчені.

Постановка завдання. На сьогоднішній час вирощування кукурудзи, як і інших сільськогосподарських культур, не можливе без збалансованої системи живлення

протягом вегетації, що включає внесення макро- та мікроелементів у легкодоступній формі, а також внесення позакореневих підживлень мікроелементами. Встановлено, що добрива є одним із найефективніших засобів впливу на урожайність і якість зерна кукурудзи. Кукурудза відноситься до культур, які мають тривалий вегетаційний період і здатна засвоювати поживні речовини у вигляді підживлення впродовж всього життєвого циклу [6, с. 20]. Вирощування сільськогосподарських культур за сучасними технологіями передбачає один з важливих елементів, яким є позакореневе підживлення. Воно істотно підвищує урожайність і покращує якість отриманої продукції. Це відбувається за рахунок збалансованого, швидкого забезпечення потреб рослин у необхідних їм елементів живлення. Особливо у ті періоди розвитку, коли рослини їх найбільше потребують.

Щорічно зростає асортимент мікродобрив, який використовують для позакореневого підживлення. Це може бути як обробка насіння мікроелементами, так і листкове підживлення. Не залежно від способу використання препаратів ефективність їх у технологіях вирощування сільськогосподарських культур досить висока. На підставі цілого ряду обґрунтованих наукових досліджень виявлено, що приріст урожайності і поліпшення якості товарної продукції переважає зростання виробничих затрат на 1 га посіву [7, с. 130].

Виклад основного матеріалу дослідження. Однією з провідних зернових культур України і світу є кукурудза. Порівняно з іншими культурами кукурудза має високий потенціал продуктивності – до 15 т/га. Такого рівня урожайності досягають за внесення норм добрив, які значно вищі, ніж під інші зернові культури. Але не завжди це вирішує питання одержання високої урожайності належної якості [1, с. 169]. Досягти успіху у вирішенні цієї проблеми можливо за рахунок оптимізації живлення, зокрема застосування мікродобрив нового покоління. Їх рекомендують і для позакореневого підживлення, і для передпосівної обробки насіння [2, с. 30; 8, с. 104].

Окрім макроелементів, рослини кукурудзи потребують для засвоєння багато мікроелементів. Їх потреба неоднакова на певних етапах росту і розвитку рослин. Щоб забезпечити рослини кукурудзи елементами марганцю, цинку, сірки, молібдену застосовують цілий перелік різних мікродобрив. Так як кукурудза утворює за відносно короткий період інтенсивного росту велику кількість вегетативної маси, для цього потрібно достатню кількість елементів живлення. Оптимальний розвиток рослин кукурудзи забезпечують мікроелементи. У життєдіяльності рослин вони відіграють важливу роль. Окисновідновні процеси, ферментні реакції відбуваються за їх участі. Іноді мікроелементи за наявності їх у ґрунті перебувають у недоступній для рослин формі. Тому у формуванні урожайності вони можуть стати лімітуючими чинниками. Для усунення дефіциту того чи іншого елемента у ґрунті практикують позакореневе підживлення рослин [8, с. 106; 9, с. 1].

Встановлено, що на формування 1 т зерна з відповідною масою побічної продукції гібриди кукурудзи, залежно від групи стиглості, засвоюють з ґрунту та добрив у середньому 24–30 кг азоту, 10–12 кг фосфору, 25–30 кг калію, 6–10 кг магнію і кальцію, 3–4 кг сірки, 11 г бору, 14 г міді, 110 г марганцю, 0,9 г молібдену, 85 г цинку, 200 г заліза [9, с. 1].

Коренева система рослин кукурудзи має високу здатність засвоювати елементи з ґрунту, та ефективно використовує залишки поживних речовин з добрив внесених під попередник. Традиційно кукурудзу вважають «індикатором» вмісту мікроелементів в ґрунті. Особливо чутлива кукурудза до нестачі цинку (Zn), марганцю (Mn), міді (Cu) та бору (B), що позначається на розвитку рослин, та призводить до

зниження продуктивності культури. Найбільш критичними щодо забезпеченості у розвитку рослин кукурудзи макро- та мікроелементами, вважаються фази трьох-п'яти та шести-восьми листків. У фазу трьох-п'яти справжніх листків у кукурудзи формуються генеративні органи, які в подальшому визначають майбутню врожайність культури.

Від наявності елементів живлення для кукурудзи, особливо фосфору, залежатиме кількість і величина елементів продуктивності, зокрема качанів на рослині та зерен на них. Молода рослина кукурудзи росте слабо. Її коренева система ще недостатньо розвинена. Вона не може засвоювати поживні речовини з важкодоступних сполук. Тому для стимулювання росту коренів важливо забезпечити рослини кукурудзи, не лише сполуками фосфору, а ще й марганцем (Mn), цинком (Zn) та бором (B). У фазі шести-восьми листків у кукурудзи відбувається швидкий ріст вегетативної маси. Відповідно, у рослин зростають потреби в елементах живлення. Часто буває, що рослини кукурудзи підпадають під дію гербіцидного стресу. Тому для підживлення в цей період бажано використовувати композиції мікродобрив з вмістом амінокислот, фосфітів, фітогормонів.

З огляду на те, що у більшості випадків в ґрунтових запасах доступних мікроелементів не достатньо, для забезпечення ними рослин у необхідних кількостях, або з певних причин вони малодоступні для корневих систем рослин, виникає потреба у додатковому внесенні мікроелементів у критичні періоди росту і розвитку. Найбільш ефективним є внесення мікроелементів шляхом позакорневих підживлень мікродобривами у формі хелатів [10, с. 55].

Для успішного вирощування кукурудзи агрономам слід враховувати, які саме мікроелементи є найбільш важливими для правильного росту та розвитку культури. Вважається, що кукурудза найбільш чутлива до нестачі цинку. Один із найважливіших для кукурудзи елементів живлення. Цинк не лише бере участь у синтезі хлорофілу та одразу кількох вітамінів у рослинах, а й підвищує стійкість кукурудзи до температурних стресів (зокрема, заморозків і різких перепадів атмосферних температур). Добрива, які містять цинк, вносять у нормі 1–2 кг/га під сівбу або відразу після неї. Якщо сівозміна перенасичена кукурудзою й агроном бажає зробити «профілактику» дефіциту цинку на найближчі 2–3 роки, вносити слід 4–5 кг/га цинкових добрив у діючій речовині. Особливо прояв даного недоліку спостерігається на перших стадіях розвитку. У той час, коли коріння кукурудзи ще не встигло зміцніти, а також на піщаних ґрунтах з них цинк легко вимивається. Кукурудза на зерно виносить близько 70 грам цинку на 1 тону врожаю основної продукції. Потреба кукурудзи в цинку збільшується, коли в ґрунті присутній надлишок мінеральних добрив. Особливо за високого вмісту фосфору і з високим рівнем рН ґрунту. Надмірний вміст у ґрунті фосфорних добрив так само роблять цинк більш важкодоступним для рослини. Без цинку повноцінно розвиватися рослина не здатна. Також цинк позитивно впливає на формування качанів кукурудзи. Він збільшує їх кількість, допомагає рослині боротися з несприятливими умовами навколишнього середовища, зокрема з посухою, заморозками, холодом і спекою. Також забезпечує імунітет і витривалість до бактеріальних і грибних захворювань. У рослині цинк регулює біосинтез вітамінів, а разом з ним білковий, вуглеводний і фосфорний обмін поживних речовин. Визначити, що кукурудзі не вистачає цинку дуже просто, адже кукурудза – це унікальна у своєму роді «рослина-індикатор». Якщо цій культурі не вистачає того чи іншого мікроелементу, рослина відразу подає сигнал своїм зовнішнім виглядом.

Недолік цинку, зазвичай, стає помітним за два тижні до цвітіння качанів. Перш за все дана культура починає сильно відставати в рості. На листках, по обидва боки, можна розгледіти біло-жовті смужки між жилок. Забарвлення молодого листя стає жовтуватим, а нижні листки взагалі відмирають. Верхівка рослини стає блідою, а також відзначається укорочення міжвузлів. Цинкове голодування кукурудзи – є основною причиною низьких і не якісних врожаїв [11, с. 105–106]. Ознаки можуть проявлятися ще з фази 5-го листка. На більш молодих листках з'являються знебарвлені білуваті ділянки у нижній третині листка з обох боків від центральної жилки. Згодом ці ділянки стають прозорими й відмирають, водночас центральна жилка і краї листка лишаються зеленими. Знебарвлення зазвичай проявляється смугами (так звана блідо-жовта смугастість листя), при цьому старіші листки вражаються вкрай рідко. За значного дефіциту листя може набувати червонуватого кольору, кількість зерна в качані зменшується. Причинами дефіциту цинку можуть бути високий вміст органічної складової (гумусу) у ґрунті, високий вміст фосфору або понаднормове внесення фосфорних добрив, підвищена лужність ґрунтів, холодна та волога погода, що заважає засвоєнню цинку рослинами. За внесення цинкових добрив також слід пам'ятати, що вони не повинні містити міді, оскільки ці два елементи є антагоністами й нейтралізують дію один одного, тому дефіцит лише збільшиться.

Магній також дуже важливий елемент живлення, який входить до складу хлорофілу, є учасником синтезу амінокислот та білків у рослині, впливає на цвітіння та запилення. З метою запобігання дефіциту та забезпечення культури магнієм рекомендовано вносити магнієві добрива під сівбу. Для бідних ґрунтів із низькою кислотністю краще обирати оксиди магнію, для кислих ґрунтів – кальцієво-магнієві сполуки (доломіти). Сульфат магнію краще застосовувати для внесення по листку. У фазі 5–6 листків забарвлення листя змінюється на блідо-зелене або жовтувате, на старішому листі жовте забарвлення нерівномірно з'являється поміж жилками, через що листя виглядає смугастим. Може проявлятися у вигляді білих цяток на червонуватому фоні (на старому листі). Інколи ознаки дефіциту більш виражені на кінчику листка, водночас його краї набувають червонуватого відтінку. У більш тяжких випадках листя всихає коло стебла. Листки видовжуються та опускаються. Причини такого дефіциту – піщані ґрунти та сулинки, підвищена кислотність, переущільнення ґрунтів, високий вміст у ґрунті калію, холодна та волога погода.

Марганець – елемент, який відіграє важливу роль у процесах фотосинтезу та білкового синтезу в рослині. Впливає на відновлення нітратів, а також активує деякі ферменти, таким чином значно впливаючи на метаболізм рослин. Вносити марганець у ґрунт не рекомендовано через низьку засвоюваність його рослинами та мізерний ефект від таких внесень. Для профілактики дефіциту слід приділити увагу правильному обробітку ґрунту: уникати занадто глибокого або занадто поверхневого обробітку. За явного дефіциту марганець вноситься по листку в будь-якій формі: сульфат, оксид, хелатне добриво. За нестачі марганцю усе поле виглядає жовтуватим, листя кукурудзи набуває блідо-жовтого забарвлення, з'являється міжжилковий хлороз на старіших листках. Листя видовжується й опускається, міжвузля короткі, листові пластинки мають хвилясті краї. По краях та на верхівках старих листків з'являються некротизовані ділянки, за серйозної нестачі вони є також у середній частині листка. Причини дефіциту – піщані або погано структуровані та рихлі ґрунти, високий вміст гумусу, висока кислотність, вапнування, холодна та волога погода.

Бор не лише відіграє важливу роль у вуглеводному обміні, а й водночас є регулятором синтезу стимуляторів та інгібіторів росту рослини. Бор сприяє кращому засвоєнню кальцію та азоту рослинами. Він бере участь у поділі клітин і формуванні клітинної мембрани, має вплив на запліднення квіток та формування пилку. За дефіциту бору велика вірогідність втратити урожай повністю. Хоча, слід визнати, трапляється такий дефіцит дуже рідко й запобігти негативним наслідкам можна шляхом обприскування посівів борвмісним добривом із розрахунку 300 г/га у діючій речовині. Дефіцит бору. Трапляється надзвичайно рідко. Починаючи з фази 6–7 листків, листя рослини підняте строго вгору, після появи 7-го листка листя починає біліти між жилками, поступово побіління поширюється і листки набувають смугастості, стебло стає дуже твердим. Репродуктивні органи рослини не утворюються, через що урожаю чекати марно. Зазвичай такий дефіцит може виникати на ґрунтах, що містять мало бору (найчастіше – через вимивання), а також на піщаних ґрунтах, де нещодавно провели вапнування. Внесення борвмісних добрив із розрахунку 300–400 г/га у діючій речовині дозволить виправити ситуацію, проте діяти слід оперативного.

Залізо – важливий для життєдіяльності рослини елемент, який активно бере участь у синтезі білків та хлорофілу, а також у фотосинтезі. Ризик дефіциту заліза з'являється, зокрема, на погано дренованих ґрунтах, що потрібно врахувати під час планування вирощування кукурудзи. Починаючи з фази 5–6 листка листя стає блідим, краї листків поступово всихають. Ріст рослин помітно пригальмовується, верхівки молодих листків схиляються донизу. Причини: високий вміст гумусу у ґрунті, високий вміст кальцію або заліза, рекультивовані ґрунти, застосування надто високих норм азотних добрив.

Мідь активує окисно-відновні процеси, за рахунок чого є важливим чинником вмісту білка та цукру в зерні кукурудзи. Бере участь у синтезі лігніну клітинною стінкою, підвищує активність продукування зерна. Починаючи з фази 5–6 листка листя стає блідим, краї листків поступово всихають. Ріст рослин помітно пригальмовується, верхівки молодих листків схиляються донизу. Причини: високий вміст гумусу у ґрунті, високий вміст кальцію або заліза, рекультивовані ґрунти, застосування надто високих норм азотних добрив.

Останнім часом нерідким явищем у виробничих посівах кукурудзи, особливо на темно-каштанових ґрунтах Степу, є дефіцит сірки. У фазі 4–5 листків кукурудза виглядає жовтуватою, причому найжовтішим буде листок, котрий виріс останнім. На молодому листі виникає знебарвлення ділянок поміж жилками, інколи пожовтіння розповсюджується на старіше листя, але часто воно залишається зеленим. Причинами дефіциту можуть бути ґрунти з низьким вмістом гумусу та ґрунти, схильні до залуження. За перших ознак дефіциту сірки рекомендується внести 25–50 кг/га сірчаніх добрив у діючій речовині (норма підбирається залежно від ступеню нестачі). До того ж слід відрізнити ознаки дефіциту сірки від дефіциту магнію: якщо за нестачі сірки рослини виглядають рівномірно жовтуватими та прояви найбільш помітні на молодому листі, то за дефіциту магнію найбільше вражається старіше листя і з'являються білі цятки з червонуватою облямівкою.

За результатами проведення наукових досліджень встановлено, що рослини кукурудзи найбільше потребують поживних речовин у період викидання волоті – початок цвітіння та ще близько місяця після початку цвітіння. За даними Д. Шпачара, кукурудза особливо потребує забезпечення мікроелементами цинку і марганцю, дещо менше – міді і бору [11, с. 104]. Тому сучасні мікродобрива з вмістом зазначених мікроелементів будуть наразі досить доречними. Встановлено, що

позакореневе підживлення мікродобривами сприяє збільшенню висоти рослин, інших біометричних параметрів та впливає на покращення якості врожаю [12, с. 24]. Процес цвітіння волоті (чоловічого суцвіття кукурудзи) з подальшим заплідненням і формуванням зернівок багато в чому залежить від погоднокліматичних чинників і наявності поживних елементів. За настання фази молочної стиглості процес накопичення у зернівках поживних речовин триває. В подальшому це визначить їхню масу, тому підживлення кукурудзи у цей період дозволить підвищити масу 1000 зерен.

Якщо провести позакореневе підживлення рослин мікродобривами у оптимальні строки, це дозволить повністю чи частково забезпечити потребу культури у поживних елементах. Відповідно це вплине на покращення рівня урожайності [13, с. 76]. Оскільки немає єдиної думки по питанню ефективної єдиної схеми використання мікродобрив у системі підживлення кукурудзи, дослідження у цьому напрямі продовжуються.

Механізм впливу на урожайність мікроелементів азотних добрив можна розглядати через дію на лужність ґрунту, гумусу і ґрунтову мікрофлору. Наприклад, унесення у весняне підживлення озимини аміачної селітри 100 кг/га сприяє зниженню рН ґрунтового розчину від 0,5 до 1 одиниці на чорноземних ґрунтах регіону. Зниження рН ґрунту тримається близько двох місяців, тобто впродовж активного живлення рослин. А зменшення рН на одиницю відчутно збільшує рухомість основних мікроелементів, формуючи рівень мікроелементного живлення.

Порушення оптимального співвідношення мікроелементів у ґрунті також є чинником формування трофічного дефіциту. Високий уміст рухомих сполук міді та низький – заліза й цинку, що саме характерно для ґрунтів регіону, призводить до блокування надходження останніх у рослини. Перезволоження ґрунту, особливо за надлишку фосфору й дефіциту калію, призводить до зменшення рухомості заліза, але збільшує поглинання рослинами кобальту. Низька або висока температура є негативними чинником для живлення залізом. За умов підвищених температур можливий розвиток дефіциту міді, особливо в разі застосування фосфорних добрив [13, с. 77]. Тому у врегулюванні живлення сільськогосподарських рослин важливим є експрес реагування на конкретні кліматичні умови року для цільового використання мікродобрив.

Високоєфективним способом «швидкого реагування» у відновленні мікроелементного балансу рослин є позакореневе мікроелементне підживлення. Позакореневу обробку посівів треба проводити у найважливіші періоди розвитку рослин відповідно, до фізіологічних потреб культури на основі визначення конкретного мікроелементного дефіциту, базуючись на наукових знаннях і лабораторних дослідженнях, індивідуально для кожного типу ґрунту і рівня удобрення.

В умовах Північного Степу за застосування фосфорних добрив компенсація мікроелементного дисбалансу лише позакореневими підживленнями не завжди є ефективною. Ґрунтове внесення мікродобрив із подальшим позакореневим мікроелементним підживленням є більш дієвим способом запобігання полі мікроелементному дефіциту, який провокує фосфорне удобрення [14, с. 1].

Рівень удобрення, що формує приблизно однакову насиченість ґрунту фосфатами й нітратами, здебільшого потребує підживлення комплексними багатокомпонентними мікродобривами в невисоких дозах. За середньої та підвищеної забезпеченості ґрунту фосфором й азотом із перевищенням насиченості ґрунту нітратами щодо фосфатів не більше ніж у два рази без виявлення дефіциту мікроелементів аналітичними методом застосовувати мікроелементне підживлення не потрібно.

Такий рівень удобрення є оптимальними для використання ґрунтових резервів і створення збалансованого режиму мікроелементного живлення.

Оцінюючи той чи інший спосіб застосування мікродобрив, треба виходити з того, що обмежує нормальний розвиток рослин. За низького й дуже низького рівня забезпеченості ґрунту основними елементами живлення, що формується на фоні недостатнього удобрення, визначальним для врожаю мінімумом є дефіцит основних елементів живлення. Необґрунтованість використання мікродобрив може призвести до невиправданих витрат, зниження ефективності виробництва аж до 100 % падіння рентабельності [4, с. 728].

Використання наукових основ у поєднанні макро- та мікроудобрення сприяє отриманню гарантованого економічно виправданого високоякісного приросту врожаю зернових культур за технологій і умов сільськогосподарського виробництва степового регіону. Збільшення коефіцієнта використання поживних речовин мінеральних добрив у 2–2,5 рази, забезпечення збалансованого й гармонійного живлення рослин протягом усього періоду вегетації, підвищення імунітету та стійкості рослин до несприятливих умов, збільшення гарантованого отримання сталого приросту врожаю в середньому до 15–20 % за підвищення рентабельності виробництва зерна (в окремих випадках до 49 %) й окупності мікродобрив, поліпшення елементарного складу продукції без необґрунтованих витрат на невиправдані технологічні елементи, запобігання екологічному перенавантаженню ґрунту – це неповний перелік переваг комплексного підходу щодо оптимізації живлення рослин [2, с. 29].

Висновки і пропозиції. Кукурудза відноситься до культур, які мають тривалий вегетаційний період і здатна засвоювати поживні речовини у вигляді підживлення впродовж всього життєвого циклу, окрім макроелементів, рослини кукурудзи потребують для засвоєння багато мікроелементів. Їх потреба неоднакова на певних етапах росту і розвитку рослин. Встановлено, що на формування 1 т зерна з відповідною масою побічної продукції гібриди кукурудзи, залежно від групи стиглості, засвоюють з ґрунту та добрив у середньому 24–30 кг азоту, 10–12 кг фосфору, 25–30 кг калію, 6–10 кг магнію і кальцію, 3–4 кг сірки, 11 г бору, 14 г міді, 110 г марганцю, 0,9 г молібдену, 85 г цинку, 200 г заліза. Позакореневе підживлення мікродобривами сприяє збільшенню висоти рослин, інших біометричних параметрів та впливає на покращення якості врожаю, а позакореневу обробку посівів треба проводити у найважливіші періоди розвитку рослин відповідно, до фізіологічних потреб культури на основі визначення конкретного мікроелементного дефіциту, базуючись на наукових знаннях і лабораторних дослідженнях, індивідуально для кожного типу ґрунту і рівня удобрення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Leaf area index of sweet corn (*Zea mays* ssp. *saccharata* L.) crops depending on cultivation technology in the drip-irrigated conditions of the south of Ukraine / Lykhovyd P. etc. *Modern Phytomorphology*. 2019. № 1–4, P. 166–184.
2. Гож О.А., Марченко Т.Ю., Котов Б.С. Вплив комплексних мікродобрив на основні біометричні параметри гібридів кукурудзи. *Біологічні дослідження – 2014*: зб. наук. праць V Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених і студентів. Житомир: вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2004. С. 28–31.
3. Захарченко Е.А. Ефективність застосування цинку при вирощуванні кукурудзи на зерно. *Вісник Сумського НАУ*. 2019. Вип. 4. С. 8–14.
4. Коваленко О.А., Дробітько А.В. Вплив мікро- та функціональних добрив на стресостійкість і продуктивність кукурудзи за умов змін клімату. *Кліматичні*

зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти: матеріали Міжн. наук.-практ. конф. Київ: Агроосвіта, 2018. С. 727–730.

5. Крамарьов С.М., Писаренко П.В., Андрієнко А.Л. Продуктивність і якість зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості за оптимізованої системи удобрення в умовах північного Степу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2005. № 4. С. 5–10.

6. Крестьянінов Є.В., Єрмакова Л.М., Антал Т.В. Формування урожаю та якості зерна кукурудзи залежно від фону та позакореневого підживлення посівів в умовах лівобережного Лісостепу. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2019. Т. 10. № 1. С. 18–26.

7. Лавриненко Ю.О., Гож О.А. Ріст і розвиток рослин гібридів кукурудзи ФАО 180-430 за впливу регуляторів росту і мікродобрив в умовах зрошення на півдні України. *Зрошуване землеробство*. 2016. Вип. 65. С. 128–131.

8. Молдован Ж.А., Собчук С.І. Оцінка показників індивідуальної продуктивності рослин кукурудзи за допосівної обробки насіння та позакореневого підживлення. *Зернові культури*. 2018. Т. 2. № 1. С. 101–108.

9. Особливості застосування мікродобрив Реаком Плюс сумісно з гербицидами в технології вирощування кукурудзи. URL: <https://posivna.com.ua/ua/doslidi-agronoma/osoblivosti-zastosuvannya-mikrodobriv-reakom-plyus-sumisno-z-gerbitsidami-v-tehnologii-viroshchuvannya-kukurudzi> (дата звернення: 06.04.2024).

10. Пелех Л.В. Формування продуктивності кукурудзи залежно від обробки стимуляторами росту рослин в умовах Правобережного Лісостепу. *Сільське господарство та лісівництво*. 2017. № 5. С. 54–61.

11. Поліщук М.І. Паламарчук О.Д. Вплив позакореневих підживлень на продуктивність гібридів кукурудзи. *Сільське господарство та лісівництво*. 2016. № 4. С. 102–109.

12. Циков В.С., Дудка М.І., Шевченко О.М. Ефективність позакореневого підживлення кукурудзи мікроелементними препаратами 51 сумісно з азотним мінеральним добривом. *Бюлетень ІЗГ степової зони НААН України*. 2016. № 11. С. 23–27.

13. Циков В.С. Ефективність застосування макро- і мікродобрив при вирощуванні кукурудзи. *Зернові культури*. 2017. Т. 1. № 1. С. 75–79.

14. Що любить «їсти» кукурудза? Мікроелементи, які необхідні цариці полів. URL: <https://superagronom.com/articles/143-scho-lyubit-yisti-kukurudza-mikroelementi-yaki-neobhidni-tsaritsi-poliv> (дата звернення: 06.04.2024).

УДК 633.854.78:631.86:631.559(477.7)
DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.17>

ВПЛИВ РІВНІВ БІОЛОГІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКА НА ФОРМУВАННЯ РІЗНИХ РЕЖИМІВ ҐРУНТУ В НЕЗРОШУВАНИХ УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Жуйков О.Г. – д.с.-г.н.,

професор кафедри рослинництва та агроінженерії,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

Лаєрись В.Ю. – д.філос.,

асистентка кафедри лісового та садово-паркового господарства,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

Котовська Ю.С. – асистентка кафедри лісового

та садово-паркового господарства,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

У статті наведено результати досліджень особливостей формування водного, поживного та мікробного режимів ґрунту в посівах гібридів соняшника середньоранньої екологічної групи PR64F66 F1 і Типса F1 за різних рівнів біологізації зональної сортової технології вирощування в умовах південного Степу України: традиційної інтенсивної, екстенсивної мінімальної, органічної та двох рівнів біологізованої. Встановлено залежність скорочення середньодобового споживання ґрунтової вологи за застосування елементів біологізації: за інтенсивної технології вирощування 1 га посіву за добу споживав в середньому 10,1 т води, за біологізованої I це споживання скоротилося до 9,1 т, за біологізованої II – до 8,9 т, а найбільш економне споживання було за органічної технології вирощування – 8,6 т/га/добу. Варіант екстенсивної технології вирощування за середньодобовим споживанням вологи не відрізнявся від контрольного варіанту і склав, в середньому, 10,1 м³/га/добу. За обома гібридами культури мінімальне значення коефіцієнту водоспоживання в середньому за роки проведення дослідження нами відмічено за органічної технології вирощування культури – відповідно 407 і 423 м³/т сухої речовини, а найменш економне споживання активної вологи на формування біомаси було зафіксоване за варіантом екстенсивної технології вирощування – 523 і 624 м³/т відповідно. Варіанти із застосуванням елементів біологізації системи мінерального живлення характеризувалися істотно вищою ефективністю та економністю споживання ґрунтових запасів азоту – в середньому за фактором A, інтенсивність втрати ґрунтових запасів доступного азоту в орному шарі за вегетацію культури склала: у варіанті традиційної інтенсивної технології – з 3,99 до 1,58 мг/100 г (використано 60,4%), біологізованої I – з 1,94 до 1,25 мг/100 г (36,6%), біологізованої II – з 3,91 до 1,81 мг/100 г (53,7%), органічної – з 1,82 до 1,31 мг/100 г (28,0%), а екстенсивної – з 1,51 до 0,70 мг/100 г (53,7%); рухомого фосфору відповідно: традиційна інтенсивна технологія – з 7,63 до 5,71 мг/100 г (використано 25,2%), біологізована I – з 6,29 до 5,57 мг/100 г (14,5%), біологізована II – з 7,67 до 5,44 мг/100 г (29,1%), органічна – з 6,20 до 5,29 мг/100 г (14,7%) і екстенсивна – з 7,62 до 6,11 мг/100 г (19,8%). Впродовж вегетаційного періоду за умов застосування інтенсивної технології вирощування соняшника як загальна заселеність орного шару ґрунту дослідної ділянки, так і кількість мікрофлори за окремими найбільш принциповими групами істотно зменшувалися у порівнянні з варіантами, де реалізовувалися окремі елементи біологізації чи їх комплексне застосування (органічна технологія вирощування) на 6,1–40,9%.

Ключові слова: соняшник, гібриди середньостиглої групи, рівні біологізації, органічна технологія вирощування, водоспоживання, внос елементів мінерального живлення, мікробіологічна активність ґрунту.

Zhuikov O.H., Lavrys V.Yu., Kotovska Ju.S. The influence of levels of biologization of sunflower cultivation technology on the formation of different regimes of soil in non-irrigated conditions of the Southern Steppe of Ukraine

The article presents the results of studies of the peculiarities of the formation of water, nutrient and microbial regimes of the soil in the sowing of sunflower hybrids of the mid-early ecological group PR64F66 F1 and Tunca F1 at different levels of biologization of zonal varietal cultivation technology in the conditions of the southern Steppe of Ukraine: traditional intensive, extensive minimal, organic and two levels biologized. The dependence of the reduction of the average daily consumption of soil moisture due to the use of biologization elements was established: with intensive cultivation technology, 1 hectare of crops consumed an average of 10.1 tons of water per day, with biologic I this consumption decreased to 9.1 t, with biologic II – to 8.9 t, and the most economical consumption was for organic cultivation technology – 8.6 t/ha/day. The option of the extensive cultivation technology did not differ from the control option in terms of average daily moisture consumption and was, on average, 10.1 m³/ha/day. For two culture hybrids, the minimum value of the water consumption coefficient on average over the years of the research was noted by us for the organic technology of crop cultivation – 407 and 423 m³/t of dry matter, respectively, and the least economical consumption of active moisture for the formation of biomass was recorded for the option of extensive cultivation technology – 523 and 624 m³/t, respectively. Variants with the use of elements of biologization of the mineral nutrition system were characterized by significantly higher efficiency and economy of consumption of soil nitrogen reserves – on average, according to factor A, the intensity of loss of soil reserves of available nitrogen in the arable layer during the growing season of the crop was: in the variant of traditional intensive technology – from 3.99 to 1.58 mg/100 g (60.4% used), biologized I – from 1.94 to 1.25 mg/100 g (36.6%), biologized II – from 3.91 to 1.81 mg/100 g (53.7%), organic – from 1.82 to 1.31 mg/100 g (28.0%), and extensive – from 1.51 to 0.70 mg/100 g (53.7%); of mobile phosphorus, respectively: traditional intensive technology – from 7.63 to 5.71 mg/100 g (25.2% used), biologized I – from 6.29 to 5.57 mg/100 g (14.5%), biologized II – from 7.67 to 5.44 mg/100 g (29.1%), organic – from 6.20 to 5.29 mg/100 g (14.7%) and extensive – from 7.62 to 6.11 mg/100 g (19.8%). During the growing season, under the conditions of the application of intensive sunflower cultivation technology, both the total population of the arable soil layer of the experimental site and the number of microflora according to individual most fundamental groups significantly decreased compared to the options where individual elements of biologization were implemented or their complex application (organic cultivation technology) on 6.1–40.9%.

Keywords: sunflower, hybrids of the mid-ripening group, biologization levels, organic growing technology, water consumption, removal of mineral nutrition elements, soil microbiological activity.

Постановка проблеми. Характерною особливістю сучасних агрофітоценозів усіх без винятку агрозон України є все більш прогресуюча експансія маржинальних культур, за якою на перший план сільгосптоваровиробниками виносяться саме економічні показники господарювання, екологічні ж аспекти або взагалі не беруться до уваги, або в кращому випадку розглядаються за залишковим принципом [23, с. 24]. У цьому сенсі ситуація, що склалася в державі з виробництвом соняшнику, вже давно перейшла зі стадії явища, що викликало занепокоєння фахівців, у проблему загальнонаціонального масштабу [22, с. 30]. Тому її розв'язання (зменшення пресингу на агроландшафти за одночасного збереження показників ефективності господарсько-економічної діяльності) є перспективним та актуальним завданням дослідників [1, с. 77]. Беручи до уваги вищенаведене, процес біологізації виробництва соняшнику чи взагалі переведення певної частки його посівних площ на «органічні рейки» нам убачається сьогодні майже безальтернативним способом вирішення тієї «патової» ситуації, що склалася на вітчизняному ринку сільськогосподарської продукції [2, с. 25; 11, с. 42].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Треба зазначити, що ця проблема не залишає байдужим світовий і вітчизняний науковий загал, проблемі біологізації виробництва соняшнику останнім часом присвячено значну кількість наукових

досліджень і публікацій закордонних та українських фахівців [3, с. 183; 4, с. 2]. Своєрідним «трендом» зазначених праць є те, що все частіше дослідники намагаються розв'язати проблему комплексно, тобто з урахуванням не лише несприятливих біотичних факторів агроценозу (шкідники, фітопатогени, бур'яни), а й абіотичних чинників – передусім гідротермічних [6, с. 40; 7, с. 4; 9, с. 2]. І ця тенденція однаково чітко спостерігається й під час аналізу презентацій новинок компаній-виробників засобів захисту рослин, у портфоліо яких усе частіше з'являються препарати органічного походження, що не лише виконують суто пестицидну функцію, а й мають властивості імуномодуляторів, термопротекторів, регуляторів росту, цитокінінів тощо [5, с. 35; 8, с. 56]. За допомогою сучасних біологічно активних речовин природного походження у виробничій умовах можливо не лише збільшувати продуктивність гектару посіву соняшнику, а й істотним чином впливати на якісні показники врожаю. Як свідчать результати сучасних наукових розробок і практика їх виробничого впровадження, сьогодні є абсолютно реальна можливість скоротити площі посіву соняшнику в зоні Південного Степу на 17–20% без зниження валових зборів насіння [10, с. 1; 12, с. 114]. Аналіз наукової періодики із зазначеної проблеми свідчить, що більшість дослідників надають перевагу фрагментарному вивченню окремих елементів біологізації технології вирощування соняшнику (використання біофунгіцидів, органічних добрив, мінімалізація застосування або повна відмова від окремих видів мінеральних туків, зменшення їх доз і норм, перегляд способів застосування, залучення до технології вирощування біологічно активних речовин органічної природи тощо) [13, с. 67]. Друга група вчених дотримується іншої концепції: декларує науково обґрунтовану насиченість культурою агрофітоценозів (15–16%) без принципового перегляду зональної технології вирощування в бік залучення до неї елементів біологізації [14, с. 29]. Залучення у технологію вирощування соняшника елементів, спрямованих на оптимізацію факторів життєдіяльності рослин (і елементи біологізації в цьому аспекті не є виключенням), має за мету трансформацію базисних екологічних чинників, що формують підсумковий показник насінневої продуктивності. Зокрема, в умовах Південного Степу на перший план з них виходять водний, поживний, мікробіологічний режими ґрунту фітосанітарний стан агроценозу [15, с. 1; 16, с. 3; 20, с. 18]. І якщо на показники поживного режиму орного шару, вміст в ньому корисної та патогенної ґрунтотриваючої мікрофлори, загальну фітосанітарну картину посіву сучасні біологічні препарати мають прямий і дієвий вплив, то на формування витратної частини водного балансу цей вплив має опосередковану природу.

Постановка завдання. З метою розроблення зональної органічної технології вирощування соняшнику до завдань наукового дослідження входило встановити основні особливості формування водного режиму метрового шару ґрунту в залежності від факторів досліду, дослідити закономірності споживання рослинами культури макроелементів мінерального живлення з орного шару в залежності від гібриду та технології його вирощування, визначити ефективність елементів біологізації технології вирощування соняшнику щодо їх впливу на динаміку чисельності основних груп ґрунтотриваючої мікрофлори орного шару дослідної ділянки. Реалізація поставлених завдань здійснена шляхом закладання двофакторного польового досліду в умовах ДПДГ «Піонер» Бериславського району Херсонської області на площі 2,4 га впродовж 2020–2023 років. Фактор А (гібрид соняшнику) представлений двома варіантами: PR64F66 F1 селекції компанії Pioneer і Tunca F1 селекції компанії Limagrain, фактор В (технологія вирощування): традиційна (інтенсивна) – контроль, екстенсивна (мінімальна), біологізована І, біологізована

II та органічна технологія. Спосіб закладання досліду – розщепленими блоками із частковою рендомізацією, повторність досліду – чотириразова.

Характеристика варіантів досліду (фактор В):

– традиційна інтенсивна зональна технологія вирощування – рекомендована оригінатором технологія вирощування для умов Південного Степу України з використанням мінеральних добрив і хімічних ЗЗР, спрямована на максимальну реалізацію генетичного потенціалу гібриду;

– біологізована I – інтенсивна технологія, в якій в системі догляду за рослинами мінеральні добрива були замінені біологічними добривами, що дозволені для використання в практиці органічного землеробства. В якості органічного добрива використовувався багатofункціональний препарат ТМ «Еко-Рост»;

– біологізована II – інтенсивна технологія, в якій в системі догляду за рослинами хімічні фунгіциди та інсектициди були замінені біологічними препаратами, що дозволені для використання в практиці органічного землеробства, а гербіциди – механічними операціями боротьби із бур'янами. В якості біологічного фунгіцидного препарату застосовувалися препарати ТМ «ENZIM-Agro» Гаубсин-FORTE та Viridin (Триходермін). В якості біологічного інсектицидного препарату застосовувалися інсекто-акарициди ТМ «ENZIM-Agro» Ентоцид (Метаризин) і Актарофіт;

– органічна – технологія, в якій система догляду за посівами базувалася виключно на застосуванні біологічних препаратів (як добрив, так і пестицидів);

– екстенсивна (мінімальна) – технологія вирощування культури, в якій система догляду за посівами представлена лише механічними операціями боротьби із бур'янами без застосування хімічних та біологічних добрив і ЗЗР.

Агротехніка в дослідях, за умови, якщо зазначена технологічна операція або її градація не являли собою фактор, що вивчався згідно схеми досліду, мала наступний вигляд: попередником була озима пшениця, після збирання якої проводилося дискування на глибину 10–12 см БДТ-7, оранка ПЛН-5-35 (22–24 см), вирівнювання зябу КПЕ-3,8 (8–10 см), двократна передпосівна культивування агрегатом «Comractor S» фірми Lemken. Збирання врожаю проводилося прямим комбайнуванням за повної стиглості насіння самохідним зернозбиральним комбайном John Deere 9660STS.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідження динаміки показника, що є базисним для подальшого формування водоспоживання одиниці площі посіву культури та взагалі приходної частини водного балансу соняшникового клину – вологості метрового шару ґрунту, дає підстави стверджувати, що з моменту утворення сходів культури і до фази V справжнього листка він не мав істотної залежності від факторів досліду і змінювався синхронно за всіма варіантами гібридів культури і рівнів біологізації технології її вирощування. Починаючи із зазначеної фенологічної фази, нами відмічена закономірність, згідно якої зменшення показника вологості ґрунту в шарі 0–100 см відбувалося інтенсивніше у варіантах традиційної інтенсивної та екстенсивної (мінімальної) технології вирощування за обома варіантами гібридів культури. На момент початку фази «утворення кошика» в досліді нами не відмічено суттєвої різниці за жодним із факторів за показником вологості ґрунту в метровому шарі. В подальшому, ця різниця стала очевидною: вміст активної вологи в ґрунті під рослинами на варіантах часткової біологізації (біологізована I та II) та повної біологізації (органічна) технології вирощування був істотно вищим, ніж за варіантами інтенсивної та екстенсивної технології вирощування. (рис. 1, 2).

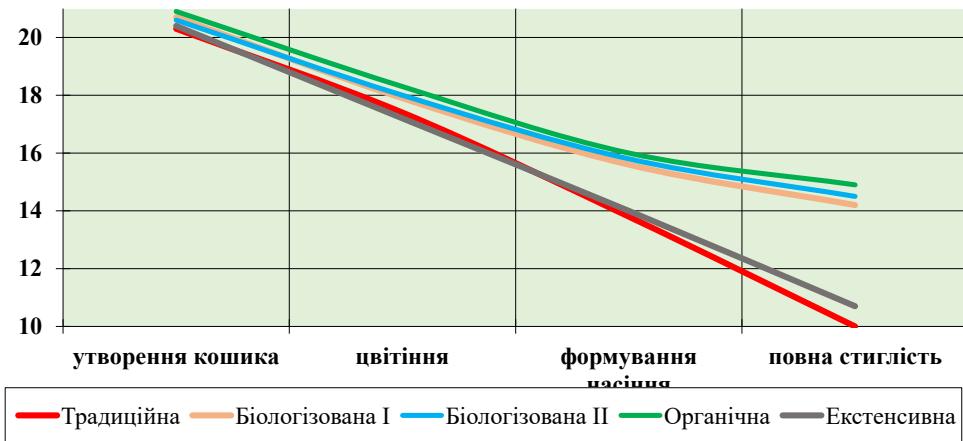


Рис. 1. Динаміка вологості ґрунту в шарі 0–100 см посіву соняшника Типса F1 в другу половину вегетаційного періоду залежно від технології вирощування, %

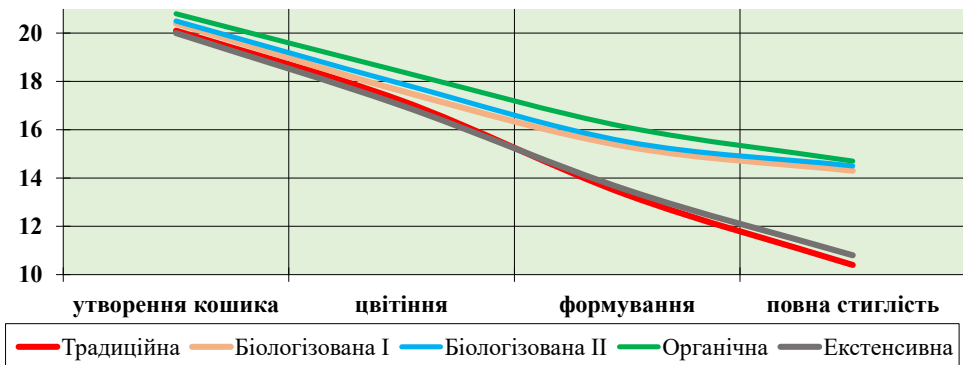


Рис. 2. Динаміка вологості ґрунту в шарі 0–100 см посіву соняшника PR64F66 F1 в другу половину вегетаційного періоду залежно від технології вирощування, %

Особливо істотної різниці він набув у фінальній фазі проведення спостереження – формування та повної стиглості насіння. Так, на момент біологічної стиглості культури в середньому за фактором А вологість метрового шару ґрунту дослідної ділянки складала: традиційна інтенсивна технологія – 13,9%, біологізована I – 14,3%, біологізована II – 14,5%, органічна – 14,8%, екстенсивна мінімальна – 13,1%.

Проте, робити висновок про реальний стан вологозабезпеченості ґрунту, керуючись виключно його вологістю, було б не вірно. Як на нас, треба брати до уваги також і запас в ньому саме продуктивної вологи, що являє собою різницю між загальним і «мертвим» запасами (табл. 1).

Згідно наших досліджень, запаси продуктивної ґрунтової вологи в шарі 0–100 см в першу половину вегетації культури (до фази «початок утворення кошика» включно) не мали істотної залежності ні від гібриду соняшника, ні від технології вирощування, що реалізувалася в тому чи іншому варіанті дослідів.

Починаючи з фази «цвітіння», в досліді відмічений наступний характер залежності: динаміка втрати метровим шаром ґрунту активної вологи була істотно інтенсивнішою за контрольного варіанту (традиційна інтенсивна технологія) та варіанту із застосуванням екстенсивної (мінімальної) технології вирощування культури.

Таблиця 1
Динаміка вмісту продуктивної вологи в 0–100 см шарі ґрунту посіву соняшника залежно від технології вирощування, м³/га

Гібрид (фактор А)	Технологія вирощування (фактор В)	Фаза розвитку культури					
		«сходи»	«1 пара листіків»	«утворення кошика»	«цвітіння»	«формування насіння»	«повна стиглість»
PR64F66 F1	Традиційна – контроль	1294	1243	1194	305	242	175
	Біологізована I	1294	1245	1197	313	273	249
	Біологізована II	1294	1245	1200	315	277	254
	Органічна	1294	1247	1199	321	280	261
	Екстенсивна	1294	1248	1190	301	245	187
Tunca F1	Традиційна – контроль	1294	1241	1198	301	233	182
	Біологізована I	1294	1244	1199	308	268	250
	Біологізована II	1294	1246	1202	313	271	254
	Органічна	1294	1247	1205	322	282	257
	Екстенсивна	1294	1242	1190	298	236	189
НІР ⁰⁵ ММ	для середніх (головних) ефектів	А-30,7; В-29,4					
	для часткових відмінностей	А-12,2; В-28,0					

Варіанти із застосуванням елементів біологізації характеризувалися істотно меншою інтенсивністю втрати запасів вологи метровим шаром: так, на момент припинення вегетації культури, середні запаси вологи в шарі 0–100 см за варіантом біологізованої I технології склали 250 м³/га, біологізованої II – 254 м³/га і органічної 259 м³/га проти 179 м³/га і 188 м³/га за інтенсивної та екстенсивної технологій вирощування в середньому за фактором досліді А (табл. 1).

Завдяки потужній кореневій системі, соняшник здатний поглинати вологу з глибини до 1,8–2,0 м, відтак нами спостерігалось суттєве зневоднення метрового шару ґрунту. Так, за варіантом інтенсивної технології вирощування початкові запаси активної вологи, сформовані на період отримання сходів, на момент повної стиглості насіння були вичерпані на 86,2%, біологізованої I – на 80,7%, біологізованої II – на 80,4%, органічної – на 80,0% і екстенсивної – на 85,5%.

Проте, як на нас, більш об'єктивним показником, що дає можливість аналізувати економічність споживання активної ґрунтової вологи рослинами культури, є її середньодобові витрати. В таблиці 2 нами наведені результати розрахунку зазначеного показника за варіантами досліді.

Показник середньодобового споживання ґрунтової вологи рослинами соняшника, наведений вище, звісно має певною мірою умовний характер, адже мало

враховує надходження до ґрунтового профілю вологи атмосферних опадів, втім його достатньо для виокремлення загальної тенденції стосовно залежності споживання культурою вологи з ґрунту від рівня біологізації технології вирощування. Якщо даний показник не мав істотної залежності від фактору А, то за фактором В нами була відмічена залежність скорочення споживання ґрунтової вологи за застосування елементів біологізації: якщо за інтенсивної технології вирощування 1 га посіву за добу споживав в середньому 10,1 т води, то за біологізованої І це споживання скоротилося до 9,1 т, за біологізованої ІІ – до 8,9 т, а найбільш економне споживання було за органічної технології вирощування – 8,6 т/га/добу. Варіант екстенсивної технології вирощування за середньодобовим споживанням вологи не відрізнявся від контрольного варіанту і склав, в середньому, 10,1 м³/га/добу.

Таблиця 2

**Середньодобове споживання вологи рослинами соняшника
за варіантами досліді**

Гібрид (фактор А)	Технологія вирощування (фактор В)	Запас активної вологи, м ³ /га		Загальні витрати вологи, м ³ /га	Тривалість вегетації, діб	Середньодобове споживання, м ³ /га/добу
		«сходи»	«повна стиглість»			
PR64F66 F1	Традиційна – контроль	1294	175	1119	111	10,1
	Біологізована І	1294	249	1045	115	9,1
	Біологізована ІІ	1294	254	1040	118	8,8
	Органічна	1294	261	1033	121	8,5
	Екстенсивна	1294	187	1107	109	10,2
Tunca F1	Традиційна – контроль	1294	182	1112	109	10,2
	Біологізована І	1294	250	1044	114	9,2
	Біологізована ІІ	1294	254	1040	115	9,0
	Органічна	1294	257	1037	119	8,7
	Екстенсивна	1294	189	1096	108	10,1

Критеріями, за якими доцільно проводити найбільш об'єктивне порівняння варіантів досліді за ефективністю використання найбільш лімітуючого фактору зони вирощування – активної вологи, є, як відомо, розрахункові показники сумарного водоспоживання та коефіцієнту водоспоживання соняшника. Саме останній з них дозволяє аналізувати рівень питомих витрат вологи на утворення одиниці сухої біомаси культурою. Нашими дослідженнями встановлено, що застосування елементів біологізації в технології вирощування соняшника істотним чином показник коефіцієнту водоспоживання культури за двома варіантами гібриду культури. Так, і за варіантом гібриду Tunca F1, і за варіантом гібриду PR64F66 F1 мінімальне значення коефіцієнту водоспоживання в середньому за роки проведення дослідження нами відмічено за органічної технології вирощування культури – відповідно 407 і 423 м³/т сухої речовини, а найменш економне споживання активної вологи на формування біомаси було зафіксоване за варіантом екстенсивної технології вирощування – 523 і 624 м³/т відповідно (табл. 3).

Таблиця 3

**Складові водного балансу метрового шару ґрунту в посіві соняшника
залежно від факторів досліджу**

Гібрид (фактор А)	Технологія вирощування (фактор В)	Волога ґрунтових запасів, м ³ /га	Волога опадів за період, м ³ /га	Сумарне водоспоживання, м ³ /га	Врожайність сухої біомаси, т/га	Коефіцієнт водоспоживання, м ³ /т
PR64F66 F1	Традиційна – контроль	1119	2037	3156	6,04	523
	Біологізована I	1045	2042	3087	7,34	421
	Біологізована II	1040	2042	3082	7,27	424
	Органічна	1033	2042	3075	7,56	407
	Екстенсивна	1107	2037	3144	5,26	598
Tunca F1	Традиційна – контроль	1112	2037	3149	5,89	534
	Біологізована I	1044	2042	3086	7,11	434
	Біологізована II	1040	2042	3082	7,03	438
	Органічна	1037	2042	3079	7,28	423
	Екстенсивна	1096	2037	3133	4,94	634

В цілому, в середньому за фактором А, показник коефіцієнту водоспоживання соняшника мав наступний графічний вигляд (рис. 3).

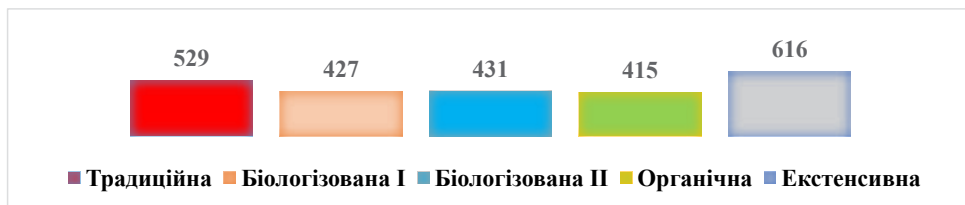


Рис. 3. Коефіцієнт водоспоживання соняшника залежно від технології вирощування, м³/т сухої біомаси

Так, у порівнянні із контрольним варіантом традиційної інтенсивної технології вирощування культури, варіант біологізованої I технології, за якої синтетичні мінеральні добрива були замінені добривами органічними, характеризувався на 19,3% економнішим споживанням води на формування одиниці сухої біомаси, варіант біологізованої II технології (заміна хімічних пестицидів на органічні препарати для захисту) – на 18,5% економнішим споживанням, органічна технологія (застосування виключно біологічних добрив та пестицидів) виявилася більш ефективною в сенсі водоспоживання на 21,5%, а екстенсивна зумовила зростання показника коефіцієнту водоспоживання на 16,5% у порівнянні з контролем.

Суттєвим стримуючим фактором, що стоїть на заваді більш інтенсивного впровадження принципів біологізації у сучасне землеробство, є певний «психологічний бар'єр» більшості сільгосптоваровиробників у питанні відмови в системі мінерального живлення культури від певної кількості мінеральних туків і заміни їх

біологічними (органічними) добривами [17, с. 185; 21, с. 12]. Проте, рядом вітчизняних і закордонних науковців доведено, що застосування біологізованих методів побудови системи живлення соняшника за рахунок залучення до технології його вирощування мікробіологічних добрив, що здатні переводити іммобілізовані та важкодоступні форми макроелементів ґрунтових запасів у високолабільний стан, хелатованих комплексних мікродобрив, що містять разом із макроелементами цілий спектр мезо- та мікроелементів, і характеризуються кумулятивною дією та майже 100% засвоєнням, дозволяє докорінно переглянути принципи побудови системи мінерального живлення [18, с. 129].

Сучасні біологізовані технології вирощування соняшника базуються на суттєвому (до 50–60%) переведенні системи живлення культури з мінеральних туків, для котрих є характерним високий вміст баластних речовин, недостатній ступінь засвоєння кореневою системою рослин, істотні втрати діючої речовини до моменту поглинання ГПК тощо, на біологічні мультифункціональні добрива [19, с. 132].

Стосовно повної (100% від норми) відмови від застосування мінеральних туків у технології вирощування культури на користь виключно органічних добрив, біопрепаратів, хелатних мікрокомплексів, то науково підтверджених позитивних результатів такого технологічного рішення в науковій літературі, наразі, не зустрічається. Відтак, нами в наших дослідженнях за першочергову мету було проаналізувати зміну показників поживного режиму орного шару ґрунту за різних сценаріїв застосування як мінеральних, так і біологічних добрив та їх взаємодії з комплексними багатофункціональними препаратами (табл. 4).

Таблиця 4

Динаміка вмісту легкогідролізованого азоту в орному шарі ґрунту дослідної ділянки, мг/100 г ґрунту

Гібрид (фактор А)	Технологія вирощування (фактор В)	Фаза розвитку культури					
		«сходи»	«1 пара листків»	«утворення кошика»	«цвітіння»	«формування насіння»	«повна стиглість»
PR64F66 F1	Традиційна – контроль	3,91	3,65	3,22	2,62	2,04	1,56
	Біологізована I	1,94	2,27	2,97	2,17	1,88	1,22
	Біологізована II	3,83	3,53	3,17	2,90	2,23	1,71
	Органічна	1,82	2,33	3,11	2,56	2,01	1,32
	Екстенсивна	1,42	1,24	1,20	1,19	0,90	0,63
Tunca F1	Традиційна – контроль	4,07	3,49	3,22	2,70	2,16	1,60
	Біологізована I	1,94	2,22	2,91	2,24	1,81	1,27
	Біологізована II	3,98	3,39	3,17	2,95	2,34	1,90
	Органічна	1,82	2,19	3,30	2,64	2,10	1,29
	Екстенсивна	1,60	1,44	1,40	1,31	1,04	0,77
НІР ₀₅	для середніх (головних) ефектів	А-0,14; В-0,31					
	для часткових відмінностей	А-0,08; В-0,18					

Визначення вмісту легкогідролізованого азоту показало, що рівень забезпеченості цим елементом порівняно низький. Аналіз наведених вище даних дозволяє зробити висновок, що динамічний процес зміни вмісту в ґрунті доступної форми азоту має суттєві особливості, а саме: за варіантом інтенсивної та біологізованої II технологій, де застосовувалася повна норма мінеральних туків, вміст азоту в ґрунті істотно зменшуватися впродовж всього вегетаційного періоду аж до фази повної стиглості насіння. Аналогічна тенденція спостерігалася нами і за варіантом екстенсивної (мінімальної) технології вирощування культури.

За варіантами біологізованої I та органічної технологій вирощування картина була дещо іншою: починаючи з фази сходів і до утворення кошика нами було відмічене незначне зростання вмісту легкогідролізованого азоту в орному шарі ґрунту, що пояснюється нами інтенсифікацією нітрифікуючої діяльності як природної ґрунтової мікрофлори, так і штамів бактерій, що входили до складу мікробіологічних препаратів. Починаючи з фази цвітіння і до припинення вегетації нами відмічалася зменшення вмісту елементу мінерального живлення в 0–30 см шарі ґрунту.

В середньому за фактором А, інтенсивність втрати ґрунтових запасів доступного азоту в орному шарі за вегетацію культури складала: у варіанті традиційної інтенсивної технології – з 3,99 до 1,58 мг/100 г (використано 60,4%), біологізованої I – з 1,94 до 1,25 мг/100 г (36,6%), біологізованої II – з 3,91 до 1,81 мг/100 г (53,7%), органічної – з 1,82 до 1,31 мг/100 г (28,0%), а екстенсивної – з 1,51 до 0,70 мг/100 г (53,7%), тобто варіанти із застосуванням елементів біологізації системи мінерального живлення характеризувалися істотно вищою ефективністю та економічністю споживання ґрунтових запасів основного для формування потенційного врожаю макроелементу.

Дослідження нами динаміки вмісту в ґрунті другого макроелементу – фосфору дає можливість стверджувати про абсолютно аналогічний характер залежності цього показника від факторів, що досліджувалися.

Так, за варіантами інтенсивної, біологізованої II та екстенсивної технологій вміст P_2O_5 в ґрунті зменшуватися впродовж всього вегетаційного періоду з тією лише різницею, що до фази цвітіння інтенсивність цього процесу була незначною, а з початком формування генеративної частини врожаю (від фази цвітіння і до фази повної стиглості насіння) інтенсивність споживання рослинами фосфору з орного шару ґрунту суттєво збільшилась (табл. 5).

Стосовно ефективності споживання рослинами соняшника ґрунтових запасів P_2O_5 впродовж вегетаційного періоду, то в середньому за фактором А вона становила за роки проведення досліджень: традиційна інтенсивна технологія – з 7,63 до 5,71 мг/100 г (використано 25,2%), біологізована I – з 6,29 до 5,57 мг/100 г (14,5%), біологізована II – з 7,67 до 5,44 мг/100 г (29,1%), органічна – з 6,20 до 5,29 мг/100 г (14,7%) і екстенсивна – з 7,62 до 6,11 мг/100 г (19,8%), тобто, як і у випадку з доступним азотом, біологізація системи мінерального живлення культури зумовила зростання ефективності та раціональності споживання рухомого фосфору також. Зважаючи на ту обставину, що вміст рухомого калію K_2O в ґрунті дослідної ділянки характеризується як високий (36,7 мг/100 г), і розрахункова норма мінеральних добрив, що застосовувалася за варіантами традиційної інтенсивної та біологізованої II технологій вирощування не передбачала внесення калійної складової, аналіз динаміки вмісту обмінного калію в ґрунті і його споживання рослинами культури нами не проводився. Стосовно динаміки ґрунтових запасів NO_3 та P_2O_5 , то застосування елементів біологізації системи мінерального

живлення в технології вирощування соняшника визнане нами за високоефективний метод підвищення ефективності споживання даних макроелементів рослинами культури з ґрунту.

Таблиця 5

Динаміка вмісту доступного фосфору в орному шарі ґрунту дослідної ділянки, мг/100 г ґрунту

Гібрид (фактор А)	Технологія вирощування (фактор В)	Фаза розвитку культури					
		«сходи»	«1 пара листків»	«утворення кошика»	«звігіння»	«формування насіння»	«повна стиглість»
PR64F66 F1	Традиційна – контроль	7,63	7,34	6,48	6,06	5,77	5,70
	Біологізована I	6,29	6,33	6,60	6,19	5,65	5,53
	Біологізована II	7,67	7,25	6,49	6,21	5,73	5,43
	Органічна	6,20	6,44	6,64	6,09	5,69	5,30
	Екстенсивна	7,62	7,37	6,85	6,61	6,40	6,09
Tunca F1	Традиційна – контроль	7,63	7,39	6,55	6,10	5,80	5,72
	Біологізована I	6,29	6,38	6,62	6,17	5,66	5,60
	Біологізована II	7,67	7,26	6,57	6,26	5,79	5,45
	Органічна	6,20	6,50	6,68	6,15	5,73	5,29
	Екстенсивна	7,62	7,41	6,87	6,72	6,50	6,12
HIP ₀₅	для середніх (головних) ефектів	A-0,07; B-0,06					
	для часткових відмінностей	A-0,02; B-0,05					

У сучасних працях як вітчизняних, так і зарубіжних науковців неодноразово наголошувалося про інгібуючий вплив діючих речовин і метаболітів синтетичних пестицидів (передусім, фунгіцидних і бактерицидних препаратів) на загальну чисельність і активність ґрунтотриваючої мікробіоти [13, с. 63]. В своїй абсолютній більшості, сучасні групи згаданих пестицидів не вирізняються селективністю дії на патогенну та корисну мікрофлору, відтак разом із контролем чисельності збудників хвороб сільськогосподарських культур є суттєва потенційна небезпека бактерицидної дії по відношенню до груп мікроорганізмів, що приймають безпосередню участь в ґрунтоутворюючому процесі, виконують мінералізуючу, азотфіксуєуючу, аммоніфікуючу, целюлозолітичну місію, виступають антагоністами по відношенню до патогенної мікробіоти [5, с. 35]. В разі інтенсифікації виробництва соняшника інтенсивність зазначених вище негативних процесів потенційно зростає на порядок, приймаючи до уваги передчасне повернення соняшника в те ж поле сівозміни, а то й випадки повторних посівів і навіть монокультури в одноосібних і фермерських господарствах регіону. Спровоковане цим збільшення пестицидного навантаження на гектар соняшникового клину спричиняє ще більш несприятливі умови для нормальної життєдіяльності мікроорганізмів в орному шарі ґрунту. Нижче нами наведені результати експериментальних досліджень щодо динаміки інтенсивності мікробіологічної діяльності ґрунту за різних

технологій вирощування соняшника в перерізі основних груп мікроорганізмів, що приймають участь в ґрунтоутворюючому процесі і відповідають за різні аспекти формування рівня його родючості. Експериментальні дані свідчать, що впродовж вегетаційного періоду за умов застосування інтенсивної технології вирощування соняшника як загальна заселеність орного шару ґрунту дослідної ділянки, так і кількість мікрофлори за окремими найбільш принциповими групами істотно зменшувалися у порівнянні з варіантами, де реалізовувалися окремі елементи біологізації чи їх комплексне застосування (органічна технологія вирощування) (табл. 6).

Таблиця 6

Динаміка мікробіологічної активності 1 г абсолютно сухого ґрунту за різних технологій вирощування соняшника

Технологія вирощування (фактор В)	Фаза розвитку культури													
	«І пара листків»						«повна стиглість»							
	Аеробні види, млн.	Амоніфікуючі, млн.	Олігонітрофіли, млн.	Актиноміцети, млн.	Нітрофіли, млн.	Целюлолітичні, тис.	Нітрифікуючі, тис.	Аеробні види, млн.	Амоніфікуючі, млн.	Олігонітрофіли, млн.	Актиноміцети, млн.	Нітрофіли, млн.	Целюлолітичні, тис.	Нітрифікуючі, тис.
Традиційна	17,5	16,6	12,9	1,0	15,1	1,3	7,1	10,3	11,3	8,9	0,7	9,7	0,7	5,1
Біологізована I	18,9	17,0	16,2	1,1	15,0	1,3	8,3	20,6	23,0	19,0	0,9	18,4	2,2	10,9
Біологізована II	19,5	17,2	16,9	1,0	15,6	1,7	8,5	20,9	23,3	19,4	0,8	19,0	2,3	11,6
Органічна	19,6	17,6	17,2	1,1	15,4	1,8	8,6	21,3	23,7	19,3	0,9	19,2	2,5	12,1
Екстенсивна	18,0	16,9	12,5	1,1	13,0	1,1	7,5	11,9	14,2	10,7	0,6	11,8	0,8	5,9

Завдяки відсутності негативного пестицидного пресингу на агроценоз і додаткового надходження КУО за окремими групами ґрунтової мікробіоти, впродовж періоду спостереження нами відмічена позитивна динаміка чисельності мікроорганізмів у варіантах біологізованої I та II і органічної технології вирощування соняшника. В середньому за фактором А, починаючи з фази «І пара справжніх листків» і до фази «повна стиглість насіння», загальна заселеність 1 г абсолютно-сухого ґрунту аеробними видами зростає: за біологізованої I – на 8,3%, біологізованої II – на 6,7%, органічної – на 8,0%; амоніфікуючими видами – відповідно на 6,1%, 6,2% та 5,7%; олігонітрофілами – на 14,7%, 12,9% та 10,9%; нітрофілами – на 18,5%, 17,9% та 19,2%; целюлолітичними – на 40,9%, 28,0% та 28,0%; нітрифікуючими – на 23,9%, 26,7% та 28,9%. За групою актиноміцетів нами відмічене зменшення заселеності ґрунту за вегетаційний період у варіантах біологізованих та інтенсивної технологій, що вбачається нами за позитивний ефект, адже дана група в більшості представлена патогенними видами, що є збудниками хвороб культурних рослин і, зокрема, соняшника. Аналіз динаміки мікробіологічної активності ґрунту за варіантами традиційної та екстенсивної технології вирощування дає можливість стверджувати про скорочення кількості КУО за всіма групами, окрім актиноміцетів, причому інтенсивність цього процесу була більш

інтенсивною за традиційної технології вирощування, що пояснюється нами застосуванням в ній синтетичних пестицидів, що мають інгібуючий вплив на ґрунтову мікробіоту.

Висновки.

1. В досліді нами була відмічена залежність скорочення середньодобового споживання ґрунтової вологи за застосування елементів біологізації: за інтенсивної технології вирощування 1 га посіву за добу споживав в середньому 10,1 т води, за біологізованої I це споживання скоротилося до 9,1 т, за біологізованої II – до 8,9 т, а найбільш економне споживання було за органічної технології вирощування – 8,6 т/га/добу. Варіант екстенсивної технології вирощування за середньодобовим споживанням вологи не відрізнявся від контрольного варіанту і склав, в середньому, 10,1 м³/га/добу. За обома гібридами культури мінімальне значення коефіцієнту водоспоживання в середньому за роки проведення дослідження нами відмічено за органічної технології вирощування культури – відповідно 407 і 423 м³/т сухої речовини, а найменш економне споживання активної вологи на формування біомаси було зафіксоване за варіантом екстенсивної технології вирощування – 523 і 624 м³/т відповідно.

2. Варіанти із застосуванням елементів біологізації системи мінерального живлення характеризувалися істотно вищою ефективністю та економністю споживання ґрунтових запасів азоту – в середньому за фактором А, інтенсивність втрати ґрунтових запасів доступного азоту в орному шарі за вегетацію культури складала: у варіанті традиційної інтенсивної технології – з 3,99 до 1,58 мг/100 г (використано 60,4%), біологізованої I – з 1,94 до 1,25 мг/100 г (36,6%), біологізованої II – з 3,91 до 1,81 мг/100 г (53,7%), органічної – з 1,82 до 1,31 мг/100 г (28,0%), а екстенсивної – з 1,51 до 0,70 мг/100 г (53,7%); рухомого фосфору відповідно: традиційна інтенсивна технологія – з 7,63 до 5,71 мг/100 г (використано 25,2%), біологізована I – з 6,29 до 5,57 мг/100 г (14,5%), біологізована II – з 7,67 до 5,44 мг/100 г (29,1%), органічна – з 6,20 до 5,29 мг/100 г (14,7%) і екстенсивна – з 7,62 до 6,11 мг/100 г (19,8%).

3. Впродовж вегетаційного періоду за умов застосування інтенсивної технології вирощування соняшника як загальна заселеність орного шару ґрунту дослідної ділянки, так і кількість мікрофлори за окремими найбільш принциповими групами істотно зменшувалися у порівнянні з варіантами, де реалізовувалися окремі елементи біологізації чи їх комплексне застосування (органічна технологія вирощування) на 6,1–40,9%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Базалій В.В., Домарацький Є.О., Добровольський А.В. Агротехнічний спосіб пролонгації фотосинтетичної діяльності рослин соняшнику. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2016. № 4 (92). С. 77–84.

2. Базалій В.В., Домарацький Є.О., Козлова О.П. Вплив стимуляторів росту та біофунгіцидів на архітектоніку різних морфобіотипів соняшника. *Науково-виробничий журнал: Техніка і технологія АПКІВ* № 2 (111). 2019. С. 24–28.

3. Волгогон В.В., Зарішняк М.І. та ін. Мікробні препарати в технологіях вирощування сільськогосподарських культур. *Посібник українського хлібороба*. 2017. № 1. С. 180–235.

4. Гораш О., Сендецький В. Оптимізація продукційного процесу агроценозу соняшнику за використання регуляторів росту. *Фахові видання Національного університету біоресурсів і природокористування України*. URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/index> (дата звернення: 25.08.2023).

5. Дегодюк Є.Г., Вітвицька О.І., Дегодюк Т.С. Сучасні підходи до оптимізації мінерального живлення рослин в органічному землеробстві. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2014. № 1–2. С. 33–39.
6. Добровольський А.В., Домарацький Є.О. Особливості реалізації стимулюючої дії комплексних препаратів рослинами соняшника на початкових етапах органогенезу. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2017. №. 84. С. 39–45.
7. Добровольський А. Ефективність сучасних рістрегулюючих препаратів за біологізації технології вирощування соняшнику в Південному Степу України : дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.09. Херсон, 2019. 174 с.
8. Домарацький О.О., Сидякіна О.В., Іванів М.О., Добровольський А.В. Біопрепарат нового покоління Хелафіт у технології вирощування гібридів соняшнику на Півдні України. *Таврійський науковий вісник*. 2017. № 98. С. 51–56.
9. Домарацький Є. Вплив рістрегулюючих препаратів та мінеральних добрив на поживний режим соняшника. Наукові доповіді НУБіП України. *Фахові видання Національного університету біоресурсів і природокористування України*. URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/10027> (дата звернення: 25.08.2023).
10. Дяченко О. Шляхи підвищення урожайності соняшнику в умовах сучасних інтеграцій процесів України. *Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського*. URL: <http://www.nbuv.gov.ua> (дата звернення: 25.08.2023).
11. Жуйков О.Г., Бурдюг О.О. Дослідження продуктивності та якісних показників гібридів соняшника середньоранньої групи за різних технологій вирощування в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2019. Вип. 109. Том 1. С. 42–48.
12. Заїка С.О. Тенденції розвитку органічного землеробства. Органічне виробництво і продовольча безпека. Житомир: «Полісся», 2013. 492 с.
13. Іваніна В. В. Баланс біогенних елементів та його регулювання в агроєкосистемах Лісостепу за умов біологізації землеробства. *Агробіологія*. 2011. № 6. С. 63–67.
14. Камінський В.Ф. Біологічне землеробство в умовах зміни клімату. *Посібник українського хлібороба*. Київ, 2017. № 1. С. 28–31.
15. Каталог товарів компанії «AGRO–ENZIM». URL: www.agro.enzim.biz (дата звернення: 29.03.2019)
16. Каталог товарів компанії «Еко-Рост» URL: www.ecorost.ua (дата звернення: 29.03.2019)
17. Клименко І.І. Вплив регуляторів росту рослин і мікродобрива на урожайність насіння лійної та гібридів соняшнику. *Селекція і насінництво*. 2015. № 107. С. 183–188.
18. Маркова Н. В. Агроекологічні аспекти вирощування гібридів соняшнику в умовах південного Степу України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. Миколаїв, 2014. Вип. 1(77). С. 133–139.
19. Покопцева Л.А., Єременко О.А., Булгаков Д.В. Використання регуляторів росту рослин для передпосівної обробки насіння соняшнику гібриду Армада. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. Миколаїв, 2015. Вип. 4. С. 127–135.
20. Ретьман С., Ткаленко Г., Михайленко С. Сучасні агротехнології застосування біопрепаратів-регуляторів росту. *Пропозиція*. Київ, 2015. С. 18–20.
21. Світове досягнення українських вчених для фермерів аграріїв (полікомпонентні біостимулятори розвитку рослин з біозахисним ефектом). / Пономаренко С.П та ін. Київ: Агробіотех, 2017. 44 с.
22. Ткаліч І.Д., Ткаліч І.Ю., Кохан П.О. Якi культури виснажують ґрунт більше? *Пропозиція*. Київ, 2014. № 1. С. 30–34.
23. Шевченко М.С. Лебідь Є.М. Оптимізація посівних площ соняшнику. Агрономічні закони та економічні пріоритети. *Агроном*. Київ, 2016. № 11. С. 23–26.

УДК 631.461:633.15:631.811.98

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.18>

МІКРОБІОЛОГІЧНА АКТИВНІСТЬ РИЗОСФЕРИ КУКУРУДЗИ ЗА ВИКОРИСТАННЯ БІОПРЕПАРАТІВ

Заболотна А.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри біології та здоров'я людини,

Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

Заболотний О.І. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри біології,

Уманський національний університет садівництва

Тернавський А.Г. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри овочівництва,

Уманський національний університет садівництва

У статті досліджено вплив передпосівної обробки насіння кукурудзи біологічними препаратами з ретрегулювальними властивостями на формування чисельності ризосферної мікробіоти у посівах культури, адже в останні роки широкої популяризації та поширення в аграрному виробництві набуває напрям, спрямований на екологічність землеробства, що передбачає застосування сучасних біопрепаратів і стимуляторів росту рослин, які містять важливі мікроелементи, фітогормони та активатори росту. У дослідженнях багатьох вчених відмічено позитивний вплив біопрепаратів на ріст і розвиток основних груп ґрунтових мікроорганізмів.

Дослідження проводили в польових та лабораторних умовах кафедри біології Уманського національного університету садівництва. Насіння кукурудзи перед сівою обробляли регуляторами росту рослин у відповідності до схеми досліду: Біосил – 50 мл/т; Біолан – 20 мл/т; Регоплант – 250 мл/т; Зеастимулін – 20 мл/т.

Загальну чисельність основних таксономічних груп мікроорганізмів у ризосфері кукурудзи визначали шляхом висіву ґрунтової суспензії відповідних розведень на агаризоване середовище м'ясо-пептонний агар (МПА). Кількість мікроорганізмів виражали в колонієутворюючих одиницях (КУО). Чисельність бактерій роду *Azotobacter* визначали на безазотистому живильному середовищі Ешбі.

Найбільш активний розвиток ризосферної мікробіоти відмічено у разі інкрустації насіння кукурудзи Зеастимуліном. Тут загальна чисельність ризосферних бактерій зросла проти контролю на 30%, тоді як мікроміцетів – на 27%.

При дослідженні у ризосфері бактерій кукурудзи бактерій роду *Azotobacter* встановлено, що найбільш активний вплив на ріст і розвиток бактерій роду *Azotobacter* простежувався також у разі обробки насіння регулятором росту рослин Зеастимулін, де обростання грудочок ґрунту перевищувало показники контрольного варіанту досліду на 23%.

Ключові слова: біопрепарати, регулятори росту, кукурудза, ризосфера, мікробіологічна активність, *Azotobacter*.

Zabolotnyi O.I., Zabolotna A.V., Ternavskiy A.H. Microbiological activity of the corn rhizosphere under the using of biopreparations

The article investigated the effect of pre-sowing treatment of corn seeds with biological preparations with re-regulatory properties on the formation of the number of rhizosphere microbiota in crops sowing, because in recent years, the direction aimed at the environmental friendliness of agriculture, which involves the use of modern biological preparations and plant growth stimulants, has become widely popularized and spread in agricultural production, which contain important trace elements, phytohormones and growth activators. In the studies of many scientists was noted the positive influence of biological preparations on the growth and development of the main groups of soil microorganisms.

The research was conducted in the field and laboratory conditions of the department of biology of the Uman National University of Horticulture. Before sowing, the corn seeds was treated with

plant growth regulators in accordance with the experimental scheme: Biosil – 50 ml/t; Biolan – 20 ml/t; Regoplant – 250 ml/t; Zeastimulin – 20 ml/t.

The total number of the main taxonomic groups of microorganisms in the rhizosphere of corn was determined by sowing the soil suspension of the appropriate dilutions on the meat-peptone agar medium (MPA). The number of microorganisms was expressed in colony-forming units (CFU). The number of bacteria of the genus *Azotobacter* was determined on Ashby's nitrogen-free nutrient medium.

The most active development of the rhizospheric microbiota was noted in the case of incrustation of corn seeds with Zeastimulin. Here, the total number of rhizospheric bacteria increased by 30% compared to the control, while micromycetes increased by 27%.

During the study of bacteria of the genus *Azotobacter* in the rhizosphere of corn, it was established that the most active influence on the growth and development of bacteria of the genus *Azotobacter* was also observed in the case of seed treatment with the plant growth regulator Zeastimulin, where the growth of soil clods exceeded the indicators of the control version of the experiment by 23%.

Key words: biological preparations, growth regulators, corn, rhizosphere, microbiological activity, *Azotobacter*.

Постановка проблеми. Стимулювання виробництва зерна у світовій практиці є головним напрямом аграрної політики для задоволення потреб людства продуктами харчування. Серед групи зернових важливе місце займає вирощування кукурудзи, однієї із найбільш продуктивних та цінних за біологічними властивостями культур. Сьогодні кукурудза посідає друге місце серед сільськогосподарських культур у світі після пшениці і за посівними площами, і за рівнем продажів, що пояснюється її широким застосуванням і високою врожайністю. Вона є більш високоенергетичним кормом порівняно з пшеницею, ячменем і вівсом. Крім того, з ростом цін на енергоресурси підвищився інтерес до використання зерна кукурудзи як найбільш дешевого матеріалу для виробництва біоетанолу [1].

Нині зменшення витрат на вирощування сільськогосподарських культур в перспективі пов'язано із застосуванням зональних енерго- та ресурсозберігаючих технологій, які базуються на новітніх досягненнях науки і техніки, застосуванні науково обґрунтованих і економічно-доцільних систем сівозмін, способів обробки ґрунту, застосуванні біопрепаратів та стимуляторів росту. Саме застосування інноваційних елементів із введенням у технології вирощування польових культур загалом та кукурудзи зокрема різноманітних біологічних препаратів нині є актуальним заходом, що сприяє зростанню продуктивності культур [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В останні роки широкої популяризації та поширення в аграрному виробництві набуває напрям, спрямований на екологічність землеробства, що передбачає застосування екологічно безпечних засобів захисту рослин від шкідливих організмів та стимулювання росту і розвитку рослин біологічними препаратами [3, 4]. Біологічний метод захисту рослин (biological control or biocontrol) у його вузькому класичному розумінні є методом боротьби зі шкідниками, бур'янами і хворобами рослин із використанням природних ворогів. Він ґрунтується на природних механізмах («хижак – жертва», «паразит – господар») й активному втручанні людини в процес регуляції та пригнічення шкідників і патогенних організмів [5, 6].

Вивчення впливу біопрепаратів із рістрегулюючими властивостями є перспективним та актуальним, особливо в умовах змін клімату. Аналіз літературних даних указує на те, що застосування біопрепаратів із захисними та рістстимулюючими функціями сприяє реалізації закладеного біологічного потенціалу культури, у тому числі певних імунних реакцій, підвищує продуктивність рослин та сприяє реалізації генотипових задатків сортів та гібридів [7–12].

Питанню широкого використання біопрепаратів у землеробстві приділяють значну увагу в більшості економічно розвинених країн: Франції, Великій Британії, Німеччині, Швейцарії, США [8].

У підвищенні рівня реалізації біологічного потенціалу кукурудзи в Україні важливе значення має впровадження у виробництво сучасних ефективних конкурентоспроможних технологій вирощування. Для покращення росту та розвитку рослин, разом з основним удобренням важливе значення має застосування сучасних біопрепаратів і стимуляторів росту рослин, які містять важливі мікроелементи, фітогормони та активатори росту [13–16].

Біопрепарати та ріст регульовальні речовини – це біологічно активні низькомолекулярні речовини природного або синтетичного походження, які при виключно малих концентраціях у рослинах суттєво змінюють процеси їх життєдіяльності, дають змогу посилити інтенсивність обмінних і ростових процесів у рослинах, підвищити продуктивність посівів польових культур та якість продукції. Вони містять збалансований комплекс фіторегуляторів, біологічно активних речовин, мікроелементів. Позитивно впливаючи в невисоких дозах на накопичення рослинної біомаси, вони опосередковано збільшують винос біогенних елементів з ґрунту через посилення здатності рослин засвоювати макро- і мікроелементи. Вони підвищують стійкість рослин до несприятливих факторів природного або антропогенного походження: критичних перепадів температур, дефіциту вологи, токсичної дії пестицидів, ураженню хворобами і пошкодженню шкідниками. розширюють обсяги кругообігу біогенних елементів. Це сприяє систематичному зростанню виробництва органічної продукції без збільшення витрат ресурсів зовнішнього походження. Біопрепарати рістрегульовального та стимулювального характеру дії є важливим елементом системи землеробства [17].

У дослідженнях багатьох вчених відмічено позитивний вплив біопрепаратів на ріст і розвиток основних груп ґрунтових мікроорганізмів [18, 19]. Так, О. В. Шерстобоева [20], повідомляє, що використання біопрепаратів, основою більшості яких є діазотрофи, сприяє зростанню в 1,5 рази кількості азотфіксувальних бактерій у ризосфері ячменю, сорго і пшениці озимої.

Дослідженнями Г. М. Василенко [21] встановлено, що при застосування біологічного препарату Гумісол у ґрунті кореневої зони сої збільшується чисельність мікроорганізмів-амоніфікаторів, які розкладають білки до амонійних сполук, доступних рослинам, оліготрофілів і міцеліальних форм мікроорганізмів, серед яких багато продуктів біологічно активних речовин. Підвищення чисельності грибів може свідчити про фітопатогенез. За використання Гумісолу в ґрунті під соєю і кукурудзою спостерігається тенденція до збільшення вмісту загальної мікробної маси, що свідчить про підвищення активності ґрунтового біоценозу загалом. Зокрема, у 1,5–2 рази підвищується активність розкладання целюлози в ґрунті.

Активізація росту і розвитку ризосферної мікробіоти сільськогосподарських культур за дії РРР у свою чергу сприяє покращенню росту і розвитку культурних рослин і, як наслідок, підвищення їх продуктивності. Очевидно, це є наслідком того, що зростає чисельність азотфіксувальних та фосфатмобілізувальних видів мікроорганізмів, що сприяє зростанню доступних для рослин елементів живлення.

Мета дослідження полягала у встановленні змін у формуванні чисельності ризосферної мікробіоти посівів кукурудзи за передпосівної обробки насіння культури біопрепаратами рістрегульовальної дії.

Матеріали і методи. Дослідження проводили в польових та лабораторних умовах кафедри біології Уманського національного університету садівництва у 2023 році в посівах кукурудзи гібриду Достаток 300 МВ.

Насіння кукурудзи перед сівбою обробляли регуляторами росту рослин у відповідності до схеми досліду: Біосил – 50 мл/т; Біолан – 20 мл/т; Регоплант – 250 мл/т; Зеастимулін – 20 мл/т. Повторність досліду триразова.

Ґрунт – чорнозем опідзолений важкосуглинковий, вміст гумусу в орному шарі 3,2–3,3%. Ступінь насиченості профілю ґрунту основами в межах 89,8–92,5%, реакція ґрунтового розчину середньо-кисла (рН_{ксл} 5,5), гідролітична кислотність – 1,93–2,26 смоль/кг ґрунту, вміст рухомих сполук фосфору та калію (за методом Чирикова) – 120–132 мг/кг ґрунту, азоту лужногідролізованих сполук (за методом Корнфілда) – 103 мг/кг ґрунту.

Загальну чисельність основних таксономічних груп мікроорганізмів у ризосфері кукурудзи визначали шляхом висіву ґрунтової суспензії відповідних розведень на агаризоване середовище м'ясо-пептонний агар (МПА) [22]. Кількість мікроорганізмів виражали в колонієутворюючих одиницях (КУО). Чисельність бактерій роду *Azotobacter* визначали на безазотистому живильному середовищі Ешбі, підраховуючи оброслі колоніями грудочки ґрунту [22].

Результати та обговорення. Одним із показників, що дає змогу дати узагальнену оцінку стану ризосферної мікробіоти, є її загальна чисельність, яка є дуже динамічною величиною та швидко змінюється за дії численних факторів, у тому числі й використання мікробних препаратів.

Загалом, результати досліджень з вивчення впливу біологічних препаратів на розвиток як загальної кількості мікроорганізмів у ризосфері культурних рослин, так і їх окремих груп демонструють позитивний їх вплив на дані показники. Зокрема, дослідники відмічають зростання загальної чисельності мікробіоти до 45% порівняно з контрольним варіантом та до 20–30% – основних груп мікроорганізмів. Так, загальна чисельність мікроорганізмів у ризосфері соризу, що є близькою за характеристиками до кукурудзи зростала на 20–45%, кількість амоніфікувальних, нітрифікувальних і азотфіксувальних – на 9–22%, целюлозоруйнівних – 14–30% [23].

У результаті проведених досліджень встановлено, що передпосівна обробка насіння кукурудзи досліджуваними препаратами мала позитивний вплив на зростання загальної чисельності ризосферної мікробіоти.

Зокрема, при застосуванні для передпосівної інкрустації насіння регулятора росту Біосил нормою 20 мл/т загальна чисельність ризосферних бактерій зросла порівняно з контролем на 10%, тоді як міксоміцетів – на 7%. У разі застосування Біолану у нормі 50 мл/т ці показники перевищили контрольний варіант досліду відповідно на 15 та 10% (табл. 1).

Таблиця 1

Загальна чисельність мікроорганізмів у ризосфері рослин кукурудзи (тис. КУО в 1 г ґрунту), фаза викидання волоті, 2023 р.

Варіант досліду	Мікробіота	До контролю, %	Міксоміцети	До контролю, %
Без препаратів (контроль)	1980	100,0	186	100,0
Біосил	2178	110,0	199	107,0
Біолан	2277	115,0	204	110,0
Регоплант	2415	122,0	220	118,0
Зеастимулін	2575	130,0	224	120,0

Більш ефективну дію виявила обробка насіння Регоплантом у нормі 200 мл/т, що сприяло підвищенню загальної чисельності бактерій на 22%, тоді як ризосферних міксоміцетів – на 18%.

Найбільш активний розвиток ризосферної мікробіоти відмічено у разі інкрустації насіння кукурудзи Зеастимуліном. Тут загальна чисельність ризосферних бактерій зростає проти контролю на 30%, тоді як мікроміцетів – на 27%.

При дослідженні у ризосфері бактерій кукурудзи бактерій роду *Azotobacter* було встановлено, що їх активність також змінювалася від застосування рістрегуляторів для передпосівної обробки насіння. Кількість оброслих колоніями грудочок ґрунту у різних варіантах досліді була різною і залежала від застосовуваного регулятора росту рослин.

Так, за передпосівної обробки насіння PPP Біосил відмічено, що порівняно з контролем обростання грудочок ґрунту колоніями *Azotobacter* збільшилося на 5%, тоді як за використання з цією метою Біолану – вже на 10% (рис. 1).

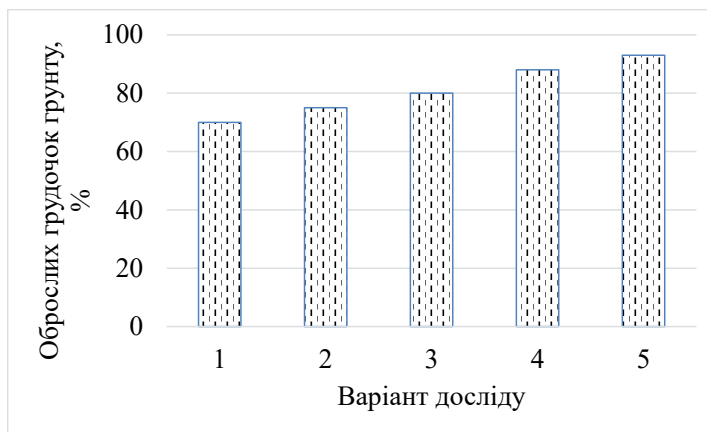


Рис. 1. Розвиток бактерій роду *Azotobacter* у ризосфері кукурудзи за інкрустації насіння PPP, 2023 р.

1. Без препаратів (контроль); 2. Біосил; 3. Біолан; 4. Регоплант; 5. Зеастимулін

Передпосівна інкрустація насіння кукурудзи рістрегулювальним препаратом Регоплант посприяло активізації обростання грудочок ґрунту колоніями *Azotobacter*, порівняно з контролем, на 18%.

Серед усіх варіантів досліді найбільш активний вплив на ріст і розвиток бактерій роду *Azotobacter* простежувався у разі обробки насіння регулятором росту рослин Зеастимулін, де обростання грудочок ґрунту колоніями *Azotobacter* перевищувало показники контрольного варіанту досліді на 23%.

Висновки. Отже, передпосівна обробка насіння кукурудзи сприяє активізації росту і розвитку ризосферної мікробіоти, що виявляється у зростанні загальної чисельності бактерій та мікроміцетів. При використанні з цією метою рістрегулятора Зеастимулін спостерігається підвищення порівняно з контролем загальної чисельності бактерій на 30%, а мікроміцетів – на 27%. Також у цьому варіанті досліді обростання грудочок ґрунту колоніями *Azotobacter* перевищує показники контрольного варіанту досліді на 23%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Морозов О. В., Морозова О. С., Іванів М. О., Керімов А. Н. Ефективність вирощування кукурудзи на зерно в Україні. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 119. С. 83–91.
2. Мацай Н. Ю., Шевченко А. М., Мацай В. О. Екологізація технології вирощування кукурудзи в умовах Північного Степу України. *Sciences of Uurope*. 2021. № 63. Р. 3–6.
3. Марченко Т. Ю., Лавриненко Ю. О., Кирпа М. Я., Стасів О. Ф. Ефективність застосування біопрепаратів під час вирощування ліній батьківських компонентів гібридів кукурудзи за різної густоти рослин в умовах краплинного зрошення. *Аграрні інновації*. 2021. № 5. С. 135–142.
4. Крутякова В. І. Біометод – основа сталого розвитку вітчизняного землеробства. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 10. С. 5–14.
5. Крутякова В. І., Таргоня В. С. Багаторівнева система сертифікації органічних виробництв сільськогосподарської продукції. Біологічний метод захисту рослин: досягнення і перспективи. *Інформаційний бюлетень Східно-палеарктичної регіональної секції Міжнародної організації з біологічної боротьби зі шкідливими організмами*. 2018. № 53. С. 185–191.
6. Eilenberg J., Hajek A., Lomer C. Suggestions for unifying the terminology in biological control. *BioControl*. 2001. V. 46. P. 387–400.
7. Parnell J.J., Berka R., Young H.A. et al. From the Lab to the Farm: an Industrial Perspective of Plant Beneficial Microorganisms. *Front Plant Sci*. 2016. 67 V. 7. P. 1110.
8. Van Lenteren J.C., Bolckmans K., Köh J. et al. Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new. *BioControl*. 2018. V. 63. P. 39–59.
9. Мерленко І. М., Зінчук М. І., Штань С. С., Леонтєва В. С. Застосування стимуляторів росту рослин та біопрепаратів як один з факторів біологізації сільськогосподарського виробництва. *Охорона родючості ґрунтів: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф.* Київ, 2004. Вип. 1. С. 105–114.
10. Кириченко В. В. Результати наукових досліджень з селекції зернобобових культур в інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва УААН. *Селекція і насінництво*. 2005. Вип. 90. С. 3–13.
11. Цибулько В. С., Попов С. І. Насінна продуктивність гороху та сої залежно від дії регуляторів росту. *Селекція і насінництво*. 1993. Вип. 75. С. 57–61.
12. Булигін С. Ю., Фатєєв А. І., Демішев Л. Ф., Туровський Ю. Ю. Мікродобрива важливий резерв підвищення урожайності сільськогосподарських культур. *Вісник аграрної науки*. 2000. № 11. С. 13–15.
13. Lavrinenko Y. O., Mikhailenko I. V., Khomenko T. M. Biometric indices of corn hybrids of different FAO groups depending on microfertilizer treatment under irrigation conditions. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2019. № 15(1). С. 71–79.
14. Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Хоменко Т. М. Особливості формування фотосинтетичного потенціалу і урожайності насіння батьківських компонентів кукурудзи в умовах зрошення та застосування стимулятора росту. *Plant Varieties Studying and protection*. 2020. Том. 16. № 2. С. 191–198.
15. Волкогон В. В., Заришняк А. С., Пилипенко Л. А. та ін. Мікробні препарати в сучасних аграрних технологіях. Київ: НААН. 248 с.
16. Крутякова В. І., Таргоня В. С. Багаторівнева система сертифікації органічних виробництв сільськогосподарської продукції. Біологічний метод захисту рослин: досягнення і перспективи. *Інформаційний бюлетень Східнопалеарктичної регіональної секції Міжнародної організації з біологічної боротьби зі шкідливими організмами*. 2018. № 53. С. 185–191.
17. Черячукін М., Андрієнко О., Григор'єва О. Регулятори росту рослин. *Агробізнес сьогодні*. URL: <http://www.agro-business.com.ua/agronomiiasiodni/296-regulatory-rostu-roslyn.html>

18. Склянчук В. М., Науменко М. Д. Вплив елементів біологізації землеробства на врожайність сільськогосподарських культур у Західному Поліссі. *Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН» (специвипуск)*. Київ: ЕКМО. 2006. Вип. 29. С. 112–118.

19. Патица В. П., Мельничук Т. М. Мікробні біотехнології ризосфери овочевих культур. *Імунологія та алергологія: наука і практика*. Київ. 2014. № 1. С. 20–21.

20. Шерстобоева О. В. Вплив інтродукції агрономічно корисних штамів мікроорганізмів на мікробне угруповання ризосфери рослин. *Мікробіологічний журнал*. Київ. 2003. Т. 65. № 6. С. 43–48.

21. Василенко М. Г. Вплив нових вітчизняних добрив і регуляторів росту рослин на мікробіологічні процеси в ґрунті. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 2. С. 12–18.

22. Волкогон В. В., Надкернична О. В., Токмакова Л. М. та ін. Експериментальна ґрунтова мікробіологія. За редакцією В. В. Волкогона. К: Аграрна наука. 2010. 464 с.

23. Карпенко В. П., Шутко С. С. Чисельність мікробіоти ризосфери соризу за використання гербіциду й регулятора росту рослин. *Таврійський науковий вісник*. Херсон. 2018. № 102. С. 46–52.

UDC 338.43:633.52

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.19>

CURRENT STATE AND PROSPECTS FOR OIL FLAX PRODUCTION

Zadyrko R.V. – Postgraduate student at the Departments of Agriculture, Geodesy and Land Management, Mykolaiv National Agrarian University

Gamajunova V.V. – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Agriculture, Geodesy and Land Management, Mykolaiv National Agrarian University

The oilseed flax plays an important role in many sectors of the national economy and is characterized by unmatched medicinal properties. The main advantages of this crop in agriculture include high drought resistance, ability to withstand spring frosts, resistance to lodging and seed shedding, and high economic efficiency of production. From 2000 to 2022, global oilseed flax cultivation areas increased by 1.8 times. In terms of world regions, the largest cultivation areas for oilseed flax are in Asia, accounting for 44.2% of the world average. The leading countries in terms of cultivation areas are Canada, Russia, Kazakhstan, China, and the USA. The combined share of the leading countries in global cultivation areas is increasing and reached 88.3% in 2021-2022. In Ukraine, the situation with oilseed flax cultivation areas is unstable and varies significantly from year to year (from 14.0 to 68.7 thousand hectares). Global oilseed flax production volumes doubled from 2000 to 2022. The leading countries accounted for 67.6% to 87.7% of total production. Canada is the absolute leader, accounting for 26% of global production, significantly ahead of other countries. For Ukraine, this indicator is only 1.3% due to small cultivation areas. The highest amount of oilseed flax seed in our country was harvested in 2016 – 92.2 thousand tons. There is a clear trend of increasing yields of this oil crop in Ukraine. If in 2000-2003 it was 0.25-0.29 t/ha, it reached 1.53 t/ha before the war period. The yield of oilseed flax seed in Ukraine exceeds the average yield levels of regions such as Asia and Europe, and in 2021-2022, other regions of the world as well. A comparative analysis with leading

countries showed that the yield of oilseed flax in Ukraine is significantly higher than in Russia and Kazakhstan, but China, the USA, and Canada are far ahead of our country in this indicator. France achieves even higher yields than leading countries due to a shortage of flax seed in the European Union and ecological changes in agricultural production related to global climate change. Due to its beneficial properties and high product value, oilseed flax is a promising crop for Ukraine, and improving its cultivation technology will contribute to the development of the Ukrainian economy, increase export potential, and strengthen Ukraine's position internationally.

Key words: oil flax, seeds, production volumes, crop area, yield.

Задирко Р.В., Гамаюнова В.В. Сучасний стан та перспективи виробництва льону олійного

Льон олійний відіграє важливе значення в багатьох галузях народного господарства та характеризується неперевершеними лікувальними властивостями. Основними перевагами цієї культури в рослинництві є висока посухостійкість, здатність витримувати весняні заморозки, стійкість до вилягання посівів та осипання насіння та висока економічна ефективність виробництва. За період 2000–2022 рр. світові площі посівів льону олійного збільшились в 1,8 рази. В розрізі регіонів світу найбільші посівні площі під льон олійний відведено в Азії – 44,2% від середньосвітових показників. Країнами-лідерами за площами посівів є Канада, РФ, Казахстан, Китай та США. Сумарна частка країн-лідерів у світових площах посівів має тенденцію до зростання і в 2021–2022 рр. досягла значення 88,3%. В Україні ситуація з площами посівів льону олійного внаслідок низки причин є нестабільною і дуже сильно (14,0–68,7 тис. га) різниться за роками вирощування. Обсяги світового виробництва льону олійного за період 2000–2022 рр. зросли вдвічі. При цьому країни-лідери забезпечували від 67,6 до 87,7% загального виробництва. Абсолютним лідером, значно випереджаючи інші країни світу, є Канада – 26% світового виробництва. Для України даний показник у зв'язку з незначними площами вирощування становить лише 1,3%. Максимальну кількість насіння льону олійного в нашій країні за досліджуваний період було зібрано у 2016 р. – 92,2 тис. тонн. Одночасно, в Україні спостерігається чітка тенденція до зростання врожайності цієї олійної культури. Якщо у 2000–2003 рр. вона становила 0,25–0,29 т/га, то у дозрілий період досягла рівня 1,53 т/га. Врожайність насіння льону олійного в Україні перевищує середній рівень урожайності таких регіонів світу, як Азія та Європа, а в 2021–2022 рр. – й інших регіонів світу. Порівняльний аналіз з країнами-лідерами показав, що врожайність льону олійного в Україні є значно вищою, ніж в РФ і Казахстані, проте Китай, США та Канада значно випереджають нашу країну за даним показником. Ще вищий рівень урожайності, ніж у країнах-лідерах, одержують у Франції, чому сприяє дефіцит насіння льону в Європейському Союзі та екологічні зміни в аграрному виробництві, пов'язані з глобальними змінами клімату. Завдяки своїм корисним властивостям та високій вартості продукції льон олійний є перспективною культурою для України, а вдосконалення технології його вирощування буде сприяти розвитку української економіки, підвищенню експортний потенціал та посилить позиції України у міжнародному просторі.

Ключові слова: льон олійний, насіння, обсяги виробництва, площі посівів, урожайність.

Problem statement. Production and processing of oilseeds are essential components of agricultural production since oilseeds are sources of vegetable oils used in food, cosmetics, pharmaceuticals, and other industries. The modern oilseed market is one of the most promising directions for developing the economic potential of any country. In Ukraine, soybeans, sunflower, and rapeseed are the main oilseed crops [1–3]. Less widespread niche oilseed crops include flax, mustard, safflower [4, 5].

Ukrainian oilseed production primarily considers export orientation. Exporting oilseeds allows Ukrainian producers to gain significant profits and expand their opportunities in the international agricultural product market. It also contributes to the development of the Ukrainian economy, increases the country's export potential, and stimulates the development of the agricultural sector. High purchase prices for oilseed flax seeds determine its significant export potential, define the high profitability of its cultivation, almost at the level of sunflower production, and increasingly attract the attention of Ukrainian producers [4].

Cultivating oilseed flax can be a profitable type of agricultural activity for Ukrainian producers, especially under favorable soil-climatic conditions that Ukraine possesses. Therefore, researching the beneficial properties, current trends, and possible prospects of cultivating oilseed flax is a relevant issue today.

Analysis of recent research and publications. The seeds of oil flax contain up to 50% oil, which quickly dries and forms a smooth shiny thin film. Flaxseed oil is the best raw material for the production of natural linseed oil and high-quality paints, widely used in the aviation, automotive, electrical, foundry, and shipbuilding industries [6].

Seeds and oil of flax also play an important role in the food industry. The seeds contain oil, dietary fiber, and protein, while the oil contains unsaturated fatty acids, including oleic, linoleic, linolenic, and isolinolenic acids, which help reduce cholesterol levels in human blood [7, 8].

Flax seeds contain many beneficial substances such as omega-3 fatty acids, antioxidants, and vitamins, making it an excellent therapeutic agent. When soaked in water for 2–3 hours, flax seeds swell and form a mucilaginous mass that possesses anti-inflammatory and soothing effects and is used in inflammations and ulcers of the gastrointestinal tract [9].

The anti-diabetic properties of oil flax seeds have been experimentally proven. The biologically active components of the seeds help lower glucose levels and can be used in the treatment of type 2 diabetes [10].

Flaxseed oil is recommended for metabolic disorders, treating atherosclerosis, and preventing heart diseases. It is also used to produce medicinal products for treating skin burns [13].

Oil flax and its processed products, due to their high protein content and a significant spectrum of fatty acids and vitamins, have a high feed potential, contributing to their wide use in animal feed production [14].

An important advantage of cultivating oil flax is its drought resistance, attributed to the formation of a strong root system that continues to grow deep into the ground almost until the end of the vegetation period. This allows oil flax plants to absorb moisture from deep soil layers even after flowering, making them more resistant to dry periods compared to other crops. At the same time, this culture loves moisture, so it responds positively to sufficient moisture conditions, significantly increasing the yield level [15].

Another advantage of oil flax is its resistance to cool conditions. Crop seeds can germinate at a soil temperature of 3–5°C, and at a slightly higher temperature, you can expect germination in 5–7 days. Seedlings of linseed are resistant to spring frosts and can withstand temperature drops to -3...-4°C [16].

Another advantage of modern oil flax varieties is their relatively short vegetation period, allowing harvest at the end of July. This makes oil flax one of the best precursors for winter grain crops. Furthermore, there are no issues with seed moisture for this crop, as delayed harvesting does not lead to seed shedding, and tall varieties do not lodge [17].

The economic benefits of cultivating oil flax are significant, as researchers from various countries have noted the high economic impact of producing this oil crop [18–20].

With its beneficial properties and high production value, oil flax is a promising oil crop for Ukraine. Increasing the acreage of its cultivation and production volumes will contribute to the development of the Ukrainian economy, enhance export potential, and strengthen Ukraine's position in the international arena, confirming the relevance of our research.

Problem statement. The scientific research involved analyzing the current state of oil flax production in Ukraine, various regions of the world, and leading producing countries, as well as identifying prospects for the development of the flax industry.

Comparative-analytical, graphical, and abstract-logical methods were used to address the set task. The international database FAOSTAT served as the information source for conducting statistical and analytical studies.

Presentation of the main material of the research. The areas of oil flax cultivation, compared to other oilseed crops, are significantly lower, largely due to the lower yield levels of this crop. In many countries around the world, including Ukraine, oil flax is considered a niche crop. However, considering that linseed oil is a valuable raw material in many sectors of the economy, the acreage of flax cultivation tends to increase. For instance, while in 2000, 2.580 million hectares were sown with this crop worldwide, by 2022, it reached 4.533 million hectares [21], which is 1.8 times more (Table 1).

Table 1

Dynamics of oil flax sown area by region of the world

Year	Regions of the world										World crop area, million hectares
	Asia		America		Africa		Europe		Oceania		
	million hectares	% of world crop area	million hectares	% of world crop area	million hectares	% of world crop area	million hectares	% of world crop area	million hectares	% of world crop area	
2000	1.135	44.0	0.878	34.0	0.095	3.7	0.462	17.9	0.011	0.4	2.580
2001	1.024	41.4	0.934	37.8	0.151	6.1	0.352	14.2	0.011	0.4	2.471
2002	1.031	43.7	0.949	40.2	0.112	4.8	0.258	11.0	0.010	0.4	2.360
2003	0.944	39.6	0.993	41.6	0.159	6.7	0.280	11.7	0.008	0.3	2.384
2004	1.018	45.5	0.773	34.6	0.164	7.3	0.272	12.2	0.009	0.4	2.236
2005	0.984	35.9	1.185	43.2	0.269	9.8	0.296	10.8	0.011	0.4	2.745
2006	0.966	35.5	1.175	43.2	0.235	8.6	0.331	12.2	0.011	0.4	2.719
2007	0.808	40.9	0.726	36.7	0.194	9.8	0.241	12.2	0.009	0.5	1.978
2008	0.849	40.5	0.797	38.0	0.164	7.8	0.278	13.2	0.009	0.4	2.098
2009	0.836	39.7	0.790	37.5	0.150	7.1	0.320	15.2	0.009	0.4	2.105
2010	0.920	45.3	0.571	28.1	0.080	4.0	0.450	22.2	0.009	0.5	2.031
2011	1.019	45.7	0.399	17.9	0.123	5.5	0.681	30.5	0.009	0.4	2.231
2012	1.033	42.5	0.529	21.8	0.135	5.5	0.725	29.8	0.009	0.4	2.430
2013	1.028	45.9	0.518	23.2	0.100	4.4	0.583	26.1	0.009	0.4	2.238
2014	1.195	45.3	0.783	29.7	0.088	3.3	0.564	21.4	0.008	0.3	2.638
2015	1.234	41.3	0.851	28.5	0.091	3.0	0.803	26.9	0.008	0.3	2.987
2016	1.247	45.1	0.523	18.9	0.088	3.2	0.901	32.6	0.008	0.3	2.767
2017	1.524	52.1	0.558	19.1	0.088	3.0	0.746	25.5	0.009	0.3	2.924
2018	1.744	55.4	0.451	14.3	0.091	2.9	0.855	27.1	0.009	0.3	3.149
2019	1.740	54.2	0.476	14.8	0.077	2.4	0.907	28.3	0.009	0.3	3.208
2020	1.824	51.7	0.518	14.7	0.087	2.5	1.089	30.9	0.009	0.2	3.527
2021	1.856	45.1	0.526	12.8	0.085	2.1	1.642	39.9	0.009	0.2	4.117
2022	1.823	40.2	0.440	9.7	0.091	2.0	2.171	47.9	0.009	0.2	4.533

Source: FAOSTAT, 2023

Average data over a 23-year period (2000–2022) show that 44.2% of oil flax cultivation areas are concentrated in Asia, 27.9% in America, 22.6% in Europe, 5.0% in Africa, and 0.3% in Oceania. Over the last decade, an increase in cultivation areas has occurred in Asia and Europe. The situation in Africa and Oceania remains relatively stable, while significant reductions in oil flax cultivation areas are observed in the Americas.

Statistical data on individual countries worldwide revealed that the main cultivation areas are concentrated in just five leading oil flax-producing countries: Canada (18.6% on average for the period 2000–2022), Russia (17.6%), Kazakhstan (16.7%), China (12.8%), and the USA (6.1%). These countries show a clear trend of increasing cultivation areas for this oil crop. For example, while during the period 2000–2005, the share of leading countries in the global oil flax cultivation area was 58.9%, by 2016–2020, it reached 81.3%, and in 2021–2022, it was 88.3% (Figure 1).

In Ukraine, the areas of oil flax cultivation vary significantly from year to year, as shown in Figure 2. The minimum areas during the study period were in 2004, 2008, 2019, and 2020 – 14.0–19.2 thousand hectares, while the maximum areas were in 2015 and 2016 – 66.7–68.7 thousand hectares. This unstable situation is associated with various factors, including:

- underdeveloped domestic flax market, as in recent years, about 70% of flax is used for internal consumption by Ukrainian processors;
- significant fluctuations in pricing policies both domestically and internationally. For example, in recent years, the purchase price of flax on the domestic market ranged from 10 to 27 thousand UAH;
- volumes of supply on the agricultural market, which fluctuate greatly throughout the year and depend largely on pricing policies and also influence them;
- production volumes of organic flax since its purchase price is three times higher, etc. [16].

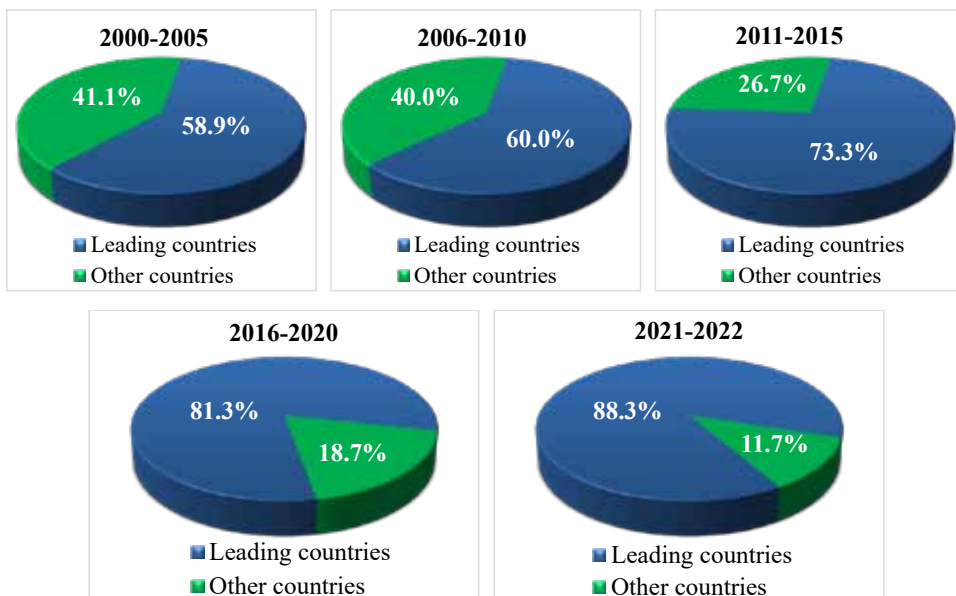


Fig. 1. Share of leading countries in the world area under flax crops oil

Source: FAOSTAT, 2023

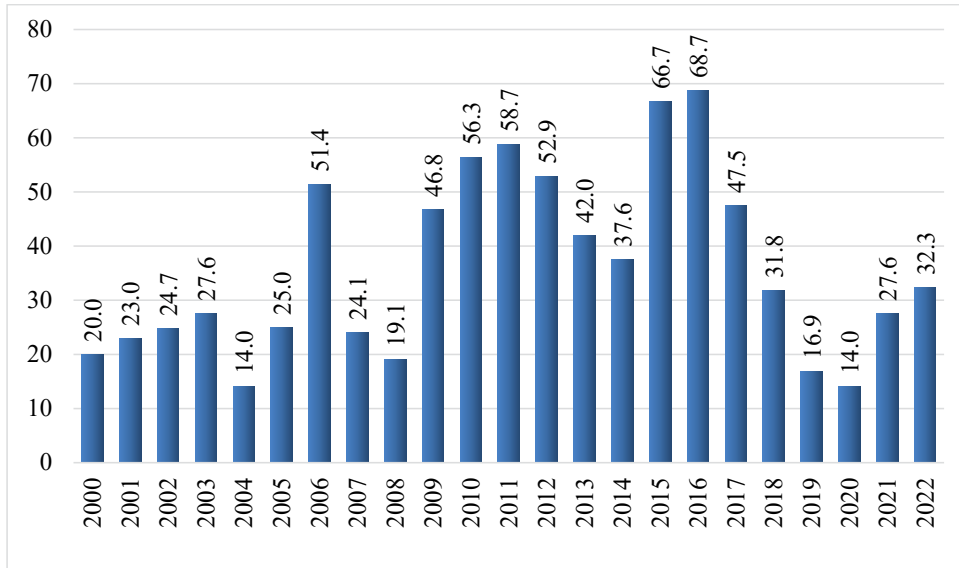


Fig. 2. Dynamics of areas under oil flax crops in Ukraine, thousand hectares
Source: FAOSTAT, 2023

The volumes of global oil flaxseed production over the study period, especially starting from 2018, show a tendency to increase. For instance, in 2000, the world produced 1.987 million tons of seeds, while in 2022, it reached 3.974 million tons, doubling the production volume (Table 2).

Table 2

Dynamics of oil flax seed production by regions of the world

Year	Regions of the world										World production, million tons
	Asia		America		Africa		Europe		Oceania		
	million tons	% of world production	million tons	% of world production	million tons	% of world production	million tons	% of world production	million tons	% of world production	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2000	0.609	30.6	1.022	51.4	0.068	3.4	0.279	14.0	0.010	0.5	1.987
2001	0.479	26.2	1.037	56.7	0.100	5.5	0.204	11.2	0.010	0.6	1.830
2002	0.641	34.3	1.007	53.8	0.072	3.8	0.141	7.5	0.010	0.5	1.871
2003	0.650	32.3	1.045	52.0	0.105	5.2	0.201	10.0	0.009	0.4	2.009
2004	0.679	36.8	0.827	44.8	0.114	6.2	0.217	11.8	0.010	0.5	1.847
2005	0.670	24.8	1.549	57.4	0.185	6.9	0.284	10.5	0.012	0.4	2.699
2006	0.678	27.0	1.347	53.6	0.159	6.3	0.319	12.7	0.010	0.4	2.514
2007	0.462	27.9	0.845	50.9	0.141	8.5	0.202	12.2	0.009	0.5	1.658

Table 2 (Continued)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2008	0.542	27.3	1.038	52.2	0.188	9.4	0.211	10.6	0.010	0.5	1.989
2009	0.554	25.7	1.156	53.6	0.164	7.6	0.274	12.7	0.010	0.5	2.158
2010	0.618	34.2	0.706	39.0	0.075	4.1	0.400	22.1	0.010	0.6	1.808
2011	0.796	36.7	0.582	26.9	0.122	5.6	0.656	30.3	0.010	0.5	2.166
2012	0.715	35.2	0.674	33.2	0.131	6.5	0.499	24.6	0.009	0.5	2.027
2013	0.861	37.9	0.855	37.6	0.094	4.1	0.456	20.1	0.008	0.4	2.273
2014	0.973	36.5	1.075	40.4	0.091	3.4	0.516	19.4	0.008	0.3	2.664
2015	1.067	33.9	1.239	39.3	0.107	3.4	0.729	23.1	0.008	0.3	3.150
2016	1.071	36.8	0.814	28.0	0.100	3.4	0.919	31.5	0.008	0.3	2.913
2017	1.269	44.1	0.680	23.7	0.101	3.5	0.817	28.4	0.008	0.3	2.875
2018	1.532	50.9	0.639	21.2	0.121	4.0	0.706	23.5	0.009	0.3	3.008
2019	1.521	49.6	0.650	21.2	0.102	3.3	0.784	25.6	0.008	0.3	3.065
2020	1.561	46.2	0.754	22.3	0.103	3.0	0.954	28.2	0.008	0.2	3.379
2021	1.277	38.3	0.431	12.9	0.091	2.7	1.527	45.8	0.008	0.3	3.335
2022	1.310	33.0	0.625	15.7	0.097	2.4	1.933	48.6	0.009	0.2	3.974

Source: FAOSTAT, 2023

Countries in America and Asia accounted for 36% of the total oil flaxseed production worldwide from 2000 to 2022, European countries – 23.1%, African countries – 4.6%, and Oceanian countries – 0.4% (Figure 3). The leading producing countries accounted for 67.6 to 87.7% of the total oil flaxseed production (Table 3).

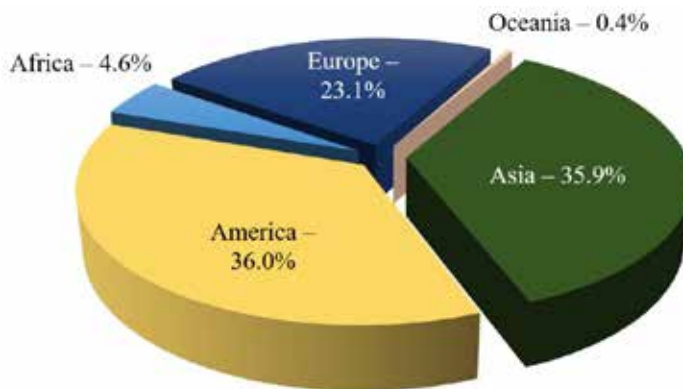


Fig. 3. Share of regions in global production of oil flax seeds in total for 2000–2022

Source: FAOSTAT, 2023

The experience of Kazakhstan in oil flaxseed production is quite interesting. Until 2011, there was no large-scale cultivation of this oil crop here. However, starting from 2011, flax cultivation became one of the most important components of agribusiness in

Kazakhstan, as compliance with agronomic requirements allowed for high economic returns. Due to its biological characteristics and high profitability in Kazakhstan's soil-climatic conditions, oil flaxseed began to take leading positions [22].

Table 3

Dynamics of oil flax seed production by the largest producing countries, thousand tons

Year	Leading countries in the production of oil flax seeds					Total production volumes of the leading countries, thousand tons
	Canada	China	Kazakhstan	RF	USA	
2000	693.400	343.748	0.590	32.691	272.550	1342.979
2001	715.000	252.645	0.800	29.496	290.970	1288.911
2002	679.400	409.000	0.630	25.525	301.330	1415.885
2003	754.400	450.000	0.790	29.748	267.120	1502.058
2004	516.900	460.000	0.777	34.223	263.360	1275.26
2005	990.600	475.000	1.080	36.676	500.280	2003.636
2006	988.800	480.000	5.390	78.982	279.900	1833.072
2007	633.500	268.301	5.220	79.573	149.770	1136.364
2008	861.100	349.655	10.300	92.930	145.190	1459.175
2009	930.100	318.135	47.650	102.620	188.550	1587.055
2010	418.500	352.812	94.610	178.213	230.030	1274.165
2011	398.900	358.641	273.077	437.236	141.783	1609.637
2012	491.500	390.505	157.878	341.565	147.280	1528.728
2013	730.700	398.809	295.021	299.768	85.250	1809.548
2014	883.300	387.000	419.957	365.088	161.750	2217.095
2015	943.100	399.620	491.389	523.534	256.420	2614.063
2016	541.400	368.541	561.771	673.338	235.580	2380.63
2017	555.100	363.000	683.338	611.283	97.590	2310.311
2018	492.400	366.000	933.533	557.888	113.440	2463.261
2019	486.100	340.000	1007.244	658.644	142.880	2634.868
2020	578.100	330.000	1058.247	787.923	144.940	2899.21
2021	336.638	340.000	775.568	1300.173	69.040	2821.419
2022	473.175	290.000	845.642	1766.559	109.330	3484.706

Source: FAOSTAT, 2023

In total, from 2000 to 2022, Kazakhstan's share of oil flaxseed production volume is 13% (Figure 4). Canada is the absolute leader, accounting for 26% of global oil flaxseed production. Ukraine's share is 1.3%, as flaxseed cultivation in our country is more oriented towards niche crops.

Oil flaxseed production volumes in Ukraine fluctuate significantly from year to year – from 5.0 thousand tons in 2000 to 92.2 thousand tons in 2016 (Figure 5). This is primarily due to fluctuations in sown areas and, to some extent, imperfect or violated cultivation technologies leading to insufficient yields. Flax requires strict adherence to

timing and quality of all agronomic practices, with different requirements in various agro-climatic conditions. High yields are achievable only through a well-developed and implemented cultivation strategy in specific soil-climatic conditions [16].

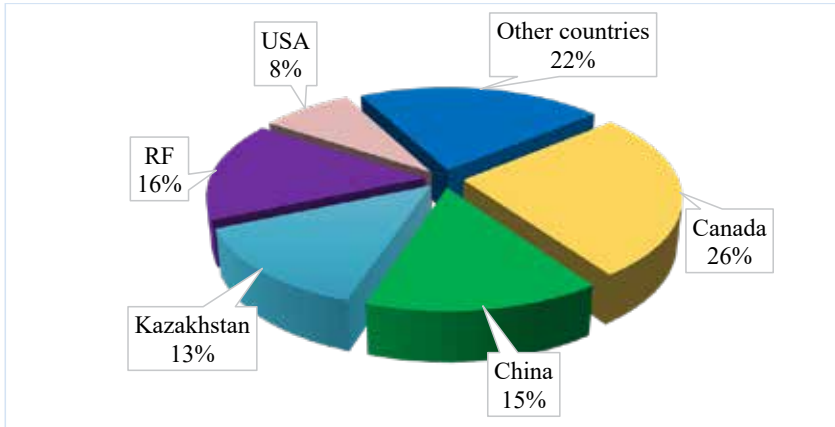


Fig. 4. The share of leading countries in global production of oil flax seeds in total for 2000–2022

Source: FAOSTAT, 2023

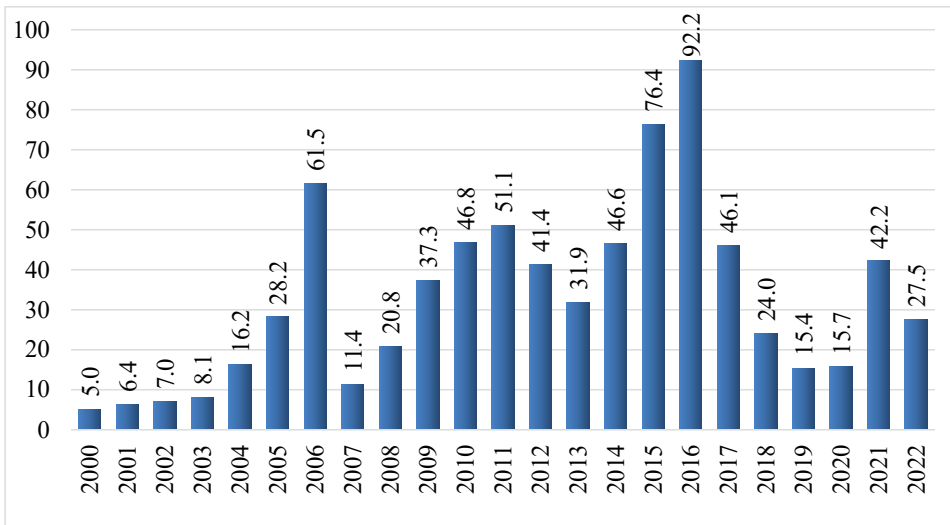


Fig. 5. Dynamics of flax seed production in Ukraine, thousand tons

Source: FAOSTAT, 2023

Over the study period (2000–2022), oil flaxseed yield in Ukraine showed a gradual increase. The lowest was in 2000–2003 – 0.25–0.29 t/ha, reaching its peak pre-war period in 2021 – 1.53 t/ha.

The variety composition plays an extremely important role in yield formation. Important characteristics of oil flax varieties include resistance to pests and diseases, adaptability to specific soil-climatic conditions, seed oil content, and yield potential. Choosing the optimal variety for specific conditions allows achieving maximum yield and seed quality. The potential yield of modern oil flax varieties listed in the State Register in Ukraine is 2.0–2.5 t/ha [23]. This level is significantly higher than what is actually obtained under production conditions. Despite this, oil flaxseed yield in Ukraine exceeds the average yield level of regions such as Asia and Europe, and in 2021–2022 also other regions of the world, as demonstrated in Figure 6.

A comparative analysis with leading countries in oil flaxseed production showed that the yield of this crop in Ukraine is significantly higher than in Russia and Kazakhstan (Figure 7). However, China, the USA, and Canada significantly outperform our country in this indicator. Even higher levels of oil flaxseed yield than in leading countries in the production of this crop are achieved in France, although it has somewhat decreased compared to the period of 2000–2010. The driving force behind the cultivation of oil flaxseed in France is the shortage of flaxseed in the European Union and ecological changes in agricultural production, driven by global climate changes. The French Oilseed Organization (Onidol) and the French Technical Institute for Oilseeds (Cetiom) have been conducting research since 2008 to study every element of oil flaxseed cultivation technology for a better understanding of all stages of the production chain [24].

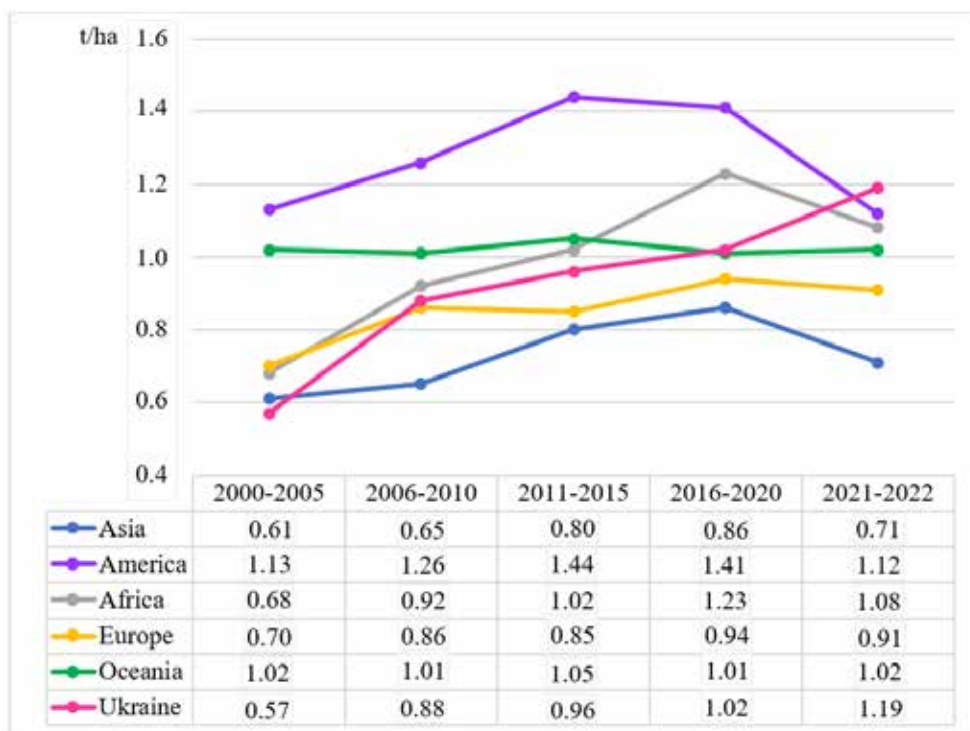


Fig. 6. Comparative diagram of the yield of oil flax seeds in Ukraine and regions of the world, t/ha

Source: FAOSTAT, 2023

French breeders actively work on creating high-yielding and pest/disease-resistant varieties of oil flaxseed, while French farmers utilize modern cultivation technologies and have rich experience in growing oil flaxseed, allowing them to effectively use accumulated knowledge and skills to achieve high results [25, 26].

The relevance of improving oil flaxseed cultivation technology in Ukraine under modern conditions is becoming increasingly evident. Effective utilization of the potential of modern varieties should include:

- Establishing an optimal nutrient background for plants, as oil flaxseed is demanding in soil fertility;
- Giving special attention to weed control measures, as oil flaxseed crops do not have a large assimilation apparatus and therefore compete weakly with weedy vegetation;
- Developing modern plant protection systems against a complex of diseases, especially those dangerous for flax, such as anthracnose, rust, fusarium, and stem diseases;
- Creating a reliable plant protection system against pests, including flax flea beetles, thrips, and flax moth.

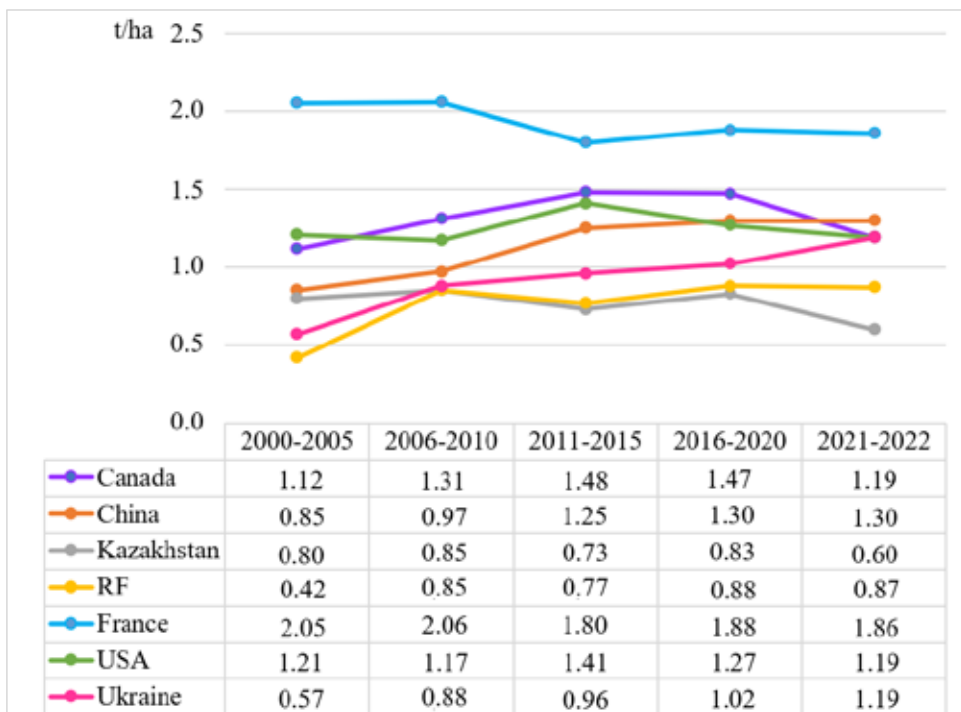


Fig. 7. Comparative chart of flaxseed yield in Ukraine and leading countries in production, t/ha

Source: FAOSTAT, 2023

A serious problem in Ukraine that needs to be addressed is the presence of a significant amount of counterfeit seeds on the domestic market, so Ukrainian farmers must avoid counterfeits, which are often difficult to distinguish from the original [16].

Oil flaxseed requires strict adherence to all elements of cultivation agronomy, the improvement of which is a relevant and promising task for Ukraine's agricultural sector.

Addressing the most urgent issues in the flax industry will strengthen Ukraine's position in the international agricultural product market.

Conclusions and recommendations. Due to its high drought and frost resistance, lodging resistance, unmatched medicinal properties, and high economic efficiency of production, oil flaxseed plays an important role in the development of the world economy. The areas under cultivation and production volumes are trending upwards. The largest producers of oil flaxseed are Canada, Russia, Kazakhstan, China, and the USA. In Ukraine, oil flaxseed occupies small areas of cultivation and belongs to niche oilseed crops, but there is a clear trend towards increasing its yield. The yield of oil flaxseed in Ukraine is significantly higher than in Russia and Kazakhstan but lags behind China, the USA, and Canada. Leading countries in oil flaxseed production by yield, in turn, lag behind France. Improving oil flaxseed cultivation technology considering the international experience of leading countries makes this crop promising and economically attractive for Ukraine.

REFERENCES:

1. Sydiakina O., Ivaniv M. Productivity of soybean varieties of different maturity groups depending on plant density under drip irrigation in the South of Ukraine. *Scientific Horizons*. 2023. Vol. 26(11). P. 100–110. DOI: <https://doi.org/10.48077/scihor11.2023.100>.
2. Сидякіна О. В., Гамаюнова В. В. Сучасний стан та перспективи виробництва насіння соняшнику. *Таврійський науковий вісник*. 2023. Вип. 131. С. 196–204. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.131.25>.
3. Нижоголенко А. В., Сидякіна О. В. Урожайність гібридів ріпаку озимого селекції компанії “НПЦ-Лембке”. *Новітні технології агропромислового виробництва України: збірник тез доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів та аспірантів (15–17 квітня 2015 р.)*. Кіровоград, 2015. С. 9–12.
4. Чехова І. В. Формування та розвиток ринку олійних культур: теорія, методологія, практика: монографія. Київ: Аграрна наука, 2021. 144 с.
5. Рудік Н. М. Економічний потенціал виробництва льону олійного в Україні. *Агроекономіка*. 2020. № 2. С. 61–68. DOI: <https://doi.org/10.32702/2306-6792.2020.2.61>.
6. Горач О. О. Інноваційні напрями використання насіння льону олійного та екологічна безпека харчової продукції. *Формування нової парадигми розвитку агропромислового сектору в XXI столітті: колективна монографія*. Львів-Торунь: Ліга-Прес, 2021. Ч. 2. С. 593–620.
7. Майдебуря О. П., Корильчук Н. І., Борисюк І. Ю. Есенціальні олії рослин та механізми їхньої фізіологічної та біохімічної дії на організм. *Вісник морської медицини*. 2021. Вип. 4(93). С. 94–99. DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.5820537>.
8. Yılmaz G., Altuntaş E. Some bio-technical properties of flax seeds, fennel seeds and harnal seed capsules. *Turkish Journal of Agricultural Engineering Research*. 2020. Vol. 1. № 2. P. 222–232. DOI: <https://doi.org/10.46592/turkager.2020.v01i02.001>.
9. Онопрієнко О. В., Онопрієнко О. М. Інновації у харчових технологіях. *Інтеграційні та інноваційні напрями розвитку харчової індустрії: матеріали шостої міжнародної науково-практичної конференції (м. Черкаси, 3–4 листопада 2022 р.)*. Черкаси: ЧДТУ, 2022. С. 138–142.
10. Rehman A., Saeed A., Kanwal R., Ahmad S., Changazi S. H. Therapeutic effect of sunflower seeds and flax seeds on diabetes. *Cureus*. 2021. Vol. 13. № 8. P. 17256. DOI: <https://doi.org/10.7759/cureus.17256>.
11. Лялик А., Бейко Л., Кухтин М., Покотило О. Використання лляної олії у виробництві харчових продуктів. *Вісник аграрної науки*. 2021. Вип. 99(3). С. 78–83. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202103-10>.

12. Jung H., Kim I., Jung S., Lee J. Oxidative stability of chia seed oil and flax seed oil and impact of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) and garlic (*Allium cepa* L.) extracts on the prevention of lipid oxidation. *Applied Biological Chemistry*. 2021. Vol. 64. P. 1–16. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13765-020-00571-5>.
13. Хохлова Л. М., Криклива І. О. Використання рослинних олій у складі лікарських препаратів для лікування опіків. *Ліки–людині. Сучасні проблеми фармакотерапії і призначення лікарських засобів: матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції* (м. Харків, 12–13 березня 2020 р.). Харків: НФаУ, 2020. Т. 2. С. 608–609.
14. Алієв Е. Б., Алієва О. Ю., Малегін Р. Д. Техніко-технологічне забезпечення комплексної безвідходної переробки рослинної сировини олійних культур у корми для органічного тваринництва. *Наукові горизонти*. 2020. № 7(92). С. 112–119. DOI: <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2020-92-7-112-119>.
15. Гамаюнова В. В., Хоненко Л. Г., Бакланова Т. В., Кудріна В. С., Москва І. С. Добір альтернативних соняшнику ярих олійних культур для умов південного Степу України та оптимізація їх живлення. *Наукові горизонти*. 2019. № 9(82). С. 27–35. DOI: <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2019-82-9-27-35>.
16. Маковей Ю. Вирощування льону – чи можлива альтернатива соняшнику. *Kurkul: онлайн-асистент фермера*. 10 лютого 2023.
17. Кучер І. П. Продуктивність льону олійного залежно від сорту, норми висіву насіння та позакореневого підживлення в умовах західного Лісостепу. *Аграрні інновації*. 2022. № 16. С. 44–48. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.16.7>.
18. Jurjescu A. L., Gelati R., Lazar A., Mateoc T., Băneş A., Raicov M., Mateoc-Sîrb N. Economic importance of organic flax cultivation in western Romania. *Agricultural Management: Lucrari Stiintifice*. Seria I. Management Agricol. 2020. Vol. 22(2). P. 59.
19. Cui Z., Yan B., Gao Y., Wu B., Wang Y., Wang H., Xu P., Zhao B., Cao Z., Zhang Y., Xie Y., Hu Y., Ma X., Niu J. Agronomic cultivation measures on productivity of oilseed flax: A review. *Oil Crop Science*. 2022. Vol. 7(1). P. 53–62. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ocsci.2022.02.006>.
20. Bent D. L. Flax Americana: A History of the Fibre and Oil That Covered a Continent by Joshua MacFadyen. *The Canadian Historical Review*. 2021. Vol. 102(3). P. 499–500.
21. Official site of Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2023. Available at: <https://www.fao.org/home/en>.
22. Мухаметов А. Е., Даутканов Н. Б. Отандық май әнеркәсібі саласының сценарийлері. *Аграрлық нарық проблемалары*. 2022. № 4. Бет. 120–127. DOI: <https://doi.org/10.46666/2022-4.2708-9991.13>.
23. Губенко Л. Льон олійний: особливості вирощування. *Пропозиція*. 2019. № 11.
24. Labalette F., Landé N., Wagner D., Roux-Duparque M., Sallet, E. La filière lin oléagineux française: panorama et perspectives. *Oléagineux, Corps gras, Lipides*. 2011. № 18(3). P. 113–122. DOI: <https://doi.org/10.1051/ocl.2011.0383>.
25. Bouchaud C., Boulen M., Decaix A., Douché C., Zech-Matterne V. Du lin sauvage au lin cultivé. *Le lin, fibre de civilisation (s)*. 2021. P. 64–69.
26. Savoie R., Lazouk M., Van-Hecke E., Roulard R., Tavernier R., Guillot X., Rhazi L., Petit E., Mesnard F., Thomasset B. Environmental and varietal impact on linseed composition and on oil unidirectional expression process. *OCL*. 2015. Vol. 22. № 6. P. 605. DOI: <https://doi.org/10.1051/ocl/2015016>.

УДК 633.14:664.7

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.20>

УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ НОВИХ СОРТІВ ЖИТА ОЗИМОГО В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ТА ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

Кирильчук А.М. – к.с.-г.н.,

ст. науковий співробітник лабораторії показників якості сортів рослин,

Український інститут експертизи сортів рослин

Чухлеб С.Л. – науковий співробітник лабораторії показників якості сортів рослин,

Український інститут експертизи сортів рослин

Безпрозвана І.В. – науковий співробітник лабораторії показників якості

сортів рослин,

Український інститут експертизи сортів рослин

Ляшенко С.О. – науковий співробітник лабораторії показників якості

сортів рослин,

Український інститут експертизи сортів рослин

Кулик Т.Є. – науковий співробітник лабораторії показників якості сортів рослин,

Український інститут експертизи сортів рослин

За результатами досліджень, 2019–2021 рр. для зони Лісостепу характеризувалися як слабо посушливі та достатньо вологі (ГТК = 0,8–1,3), Полісся – достатньо та надміру вологі (ГТК = 1,2–1,6). В середньому врожайність нових сортів жита озимого підвищується в напрямі від зони Лісостепу, де вона становить 6,6 т/га до Полісся – 6,4 т/га. Найвища врожайність виявлена у гібридів німецької селекції, в зоні Лісостепу ‘KWS Tayo’ (7,9 т/га) та ‘KWS Motivator’ (7,6 т/га) в зоні Полісся. Гібриди німецької селекції ‘KWS Tayo’, ‘KWS Motivator’ та ‘KWS Propower’ в обох зонах досліджень, у середньому, забезпечили число падіння зерна на рівні 253–291 секунд, та згідно ДСТУ відповідають першому класу якості. Сорти української селекції з числом падіння яке коливалось від 151–152 секунд у сорту ‘Амей’ до 192–196 секунд у сорту ‘Алатир’ віднесені до другого класу якості. Мінливість за даною ознакою в зоні Лісостепу вважається середньою ($V=22,0\%$), а у зразків вирощених у зоні Полісся значною ($V=27,4\%$). Вміст білку в зерні коливався від 9,1–9,2% у гібриду ‘KWS Propower’ до 10,2–10,5% у сорту ‘Верша’, та відповідає низькому та середньому значенню показника. Мінливість за ознакою «вміст білку» в обох ґрунтово-кліматичних зонах виявлена в межах $V=5,3–6,7\%$ і вважається низькою. Виявлено сильний кореляційний зв'язок урожайності зерна з показником число падіння ($r=0,96\pm 0,1$) та натурою зерна ($r=0,92\pm 0,6$). Зі збільшенням маси 1000 зерен спостерігається і збільшення вмісту білку в зерні ($r=0,89\pm 0,8$), крім того, існує пряма залежність показника числа падіння з натурою зерна ($r=0,90\pm 0,8$). Відмічається, що за врожайністю, у сортів ‘Ласкаве’ та ‘Амей’ висока гомеостатичність (Нот = 1,5) та середній рівень варіації ($V = 19,1–19,5\%$). Найвища селекційна цінність у гібридів німецької селекції, ‘KWS Tayo’ ($Sc = 3,4$), ‘KWS Propower’ ($Sc = 3,3$), з середнім коефіцієнтом варіації ($V = 19,3–19,5\%$) та відносно низький рівень гомеостатичності (Нот = 0,9). Гібриди ‘KWS Tayo’, ‘KWS Motivator’ та ‘KWS Propower’ ($b_i = -0,23$; $S^2_{di} = 62,4–66,7$) є високопластичні та більше нестабільні, а сорти ‘Алатир’, ‘Ласкаве’, ‘Верша’ та ‘Амей’ ($b_i = -0,17–-0,19$; $S^2_{di} = 33,9–46,3$) – високопластичні та менше нестабільні. Наголошено, що за вмістом білку в зерні висока гомеостатичність (Нот = 1,4–1,2) та середній рівень варіації ($V = 14,8–15,8\%$) виявлений у гібридах ‘KWS Tayo’, ‘KWS Motivator’ та ‘KWS Propower’. Гібриди ‘KWS Tayo’, ‘KWS Motivator’ та ‘KWS Propower’ ($b_i = -0,14$; $S^2_{di} = 93,4–95,1$) є високопластичними та менше нестабільними, а сорти ‘Алатир’, ‘Ласкаве’, ‘Верша’ та ‘Амей’ ($b_i = -0,15–-0,16$; $S^2_{di} = 116,0–120,9$) є високопластичними та більше нестабільними. Для підвищення рентабельності продукції запропоновано нові гібриди та сорти жита озимого вирощувати на екстенсивних фонах і несприятливих умовах, де за мінімальних витрат вони можуть забезпечити максимальний врожай.

Ключові слова: гомеостатичність, екологічна пластичність, кореляція, стабільність, варіація, селекційна цінність.

Kyrylchuk A.M., Chukhlieb S.L., Bezprozvana I.V., Liashenko S.O., Kulyk T.Ie. Yield and quality of new varieties of winter rye in the conditions of the Forest Steppe and Polissia of Ukraine

According to the research results, the years 2019–2021 for the Forest Steppe zone were characterized as mildly arid and sufficiently wet ($HTC = 0.8–1.3$), Polissia – sufficiently and excessively wet ($HTC = 1.2–1.6$). On average, the yield of new varieties of winter rye increases in the direction from the Forest Steppe zone, where it is 6.6 t/ha, to Polissia – 6.4 t/ha. The highest yield was found in hybrids of German selection in the Forest Steppe zone ‘KWS Tayo’ (7.9 t/ha) and ‘KWS Motivator’ (7.6 t/ha) in the Polissya zone. Hybrids of the German selection ‘KWS Tayo’, ‘KWS Motivator’ and ‘KWS Propower’ in both study areas, on average, provided the number of grain falling at the level of 253–291 seconds, and according to the State Standard of Ukraine correspond to the first quality class. Varieties of Ukrainian selection with a number of falling that varied from 151–152 seconds in the variety ‘Amei’ to 192–196 seconds in the variety ‘Alatyr’ are assigned to the second quality class. Variability for this trait in the Forest Steppe zone is considered average ($V=22.0\%$), and in samples grown in the Polissya zone it is significant ($V=27.4\%$). The protein content in the grain ranged from 9.1–9.2% in the ‘KWS Propower’ hybrid to 10.2–10.5% in the ‘Versha’ variety, and corresponds to the low and medium value of the indicator. Variability according to the «protein content» feature in both soil and climatic zones was found within $V=5.3–6.7\%$ and is considered low. A strong correlation of grain yield with the number of falling ($r=0.96+0.1$) and grain type ($r=0.92+0.6$) was revealed. With an increase in the mass of 1000 grains, an increase in the protein content in the grain is observed ($r=0.89+0.8$), in addition, there is a direct dependence of the number of drops on the nature of the grain ($r=0.90+0.8$). It is noted that in terms of yield, the varieties ‘Laskave’ and ‘Amei’ have high homeostaticity ($Hom = 1.5$) and an average level of variation ($V = 19.1–19.5\%$). The highest breeding value in hybrids of German selection, ‘KWS Tayo’ ($Sc = 3.4$), ‘KWS Propower’ ($Sc = 3.3$), with an average coefficient of variation ($V = 19.3–19.5\%$) and relatively low level of homeostasis ($Hom = 0.9$). Hybrids ‘KWS Tayo’, ‘KWS Motivator’ and ‘KWS Propower’ ($bi = -0.23$; $S2di = 62.4–66.7$) are highly plastic and more unstable, and varieties ‘Alatyr’, ‘Laskave’, ‘Versha’ and ‘Amei’ ($bi = -0.17 – -0.19$; $S2di = 33.9–46.3$) are highly plastic and less unstable. It is emphasized that high homeostaticity ($Hom = 1.4–1.2$) and an average level of variation ($V = 14.8–15.8\%$) was found in the hybrids ‘KWS Tayo’, ‘KWS Motivator’ and ‘KWS Propower’. Hybrids ‘KWS Tayo’, ‘KWS Motivator’ and ‘KWS Propower’ ($bi = -0.14$; $S2di = 93.4–95.1$) are highly plastic and less unstable, and varieties ‘Alatyr’, ‘Laskave’, ‘Versha’ and ‘Amei’ ($bi = -0.15 – -0.16$; $S2di = 116.0–120.9$) are highly plastic and more unstable. To increase the profitability of production, new hybrids and varieties of winter rye are proposed to be grown on extensive backgrounds and adverse conditions, where they can provide the maximum yield with minimal costs.

Key words: homeostaticity, ecological plasticity, correlation, stability, variation, selection value.

Постановка проблеми. Жито, для України, є важливою продовольчою культурою [1]. Житній хліб висококалорійний, містить повноцінні білки та вітаміни, має добрий смак і приємний запах [2]. Житнє борошно та висівки – цінний концентрований корм для худоби [3]. Жито на зелений корм характеризується швидким ростом вегетативної маси, найраніше дає зелений корм для худоби. Завдяки швидкому росту й інтенсивному кущенню добре пригнічує бур’яни. Врожай досягає раніше від врожаю пшениці озимої, після чого звільнені поля використовують під озимі культури, а в районах з достатнім зволоженням на них вирощують післяурожайні культури на зелений корм [4].

Жито добре росте на ґрунтах малопродатних для пшениці озимої. Його можна успішно вирощувати на піщаних, суглинкових, а за відповідного догляду – і на заболочених ґрунтах [5; 6]. Жито малочутливе до кислотності ґрунту і за $pH=5,0–5,3$ утворює порівняно добрий урожай. З урожаєм 1 ц зерна та побічної продукції воно виносить з ґрунту 2,5–3,0 кг/га азоту, 1,2–1,4 фосфору та 2,5–3,0 калію. Біологічною особливістю жита є його властивість добре засвоювати фосфорну кислоту з фосфоритного борошна.

Наразі, до нових сучасних сортів ставляться вимоги стійкості до екологічних факторів, що лімітують формування потенційно можливої продуктивності. Тому вивчення та оцінювання екологічної пластичності сортів, напрямів їх використання та адаптації до природньо-кліматичних умов є актуальним питанням сучасного процесу вирощування сільськогосподарської продукції.

Аналіз останніх досліджень. Фундаментом виробництва сільськогосподарської продукції є сорт [6; 7]. Головною вимогою до нових сортів порівняно з існуючими є їх висока продуктивність у широкому ареалі екологічних умов. Особливої уваги заслуговують сорти з високою адаптивністю, стабільністю врожайності, високою масою 1000 зерен, короткостебельні, стійкі проти вилягання, стікання зерна, череззерниці та проростання «на пні» [8].

Сорти жита озимого формують урожай інтегруючи весь свій генетичний комплекс, який тісно пов'язаний з внутрішніми фізіолого-біохімічними змінами, закладеними в період формування та дозрівання насіння, піддаючись впливу абіотичних, біотичних та антропогенних чинників [9]. Вважається, що 45–50% урожаю та якісних показників визначається генетичними особливостями вирощуваних сортів [10].

Формуючи зернівку на X–XI етапах органогенезу, рослини накопичують у ній поживні речовини та перетворюють їх у запасні речовини. Тобто, показник маси 1000 зерен визначається умовами, які склалися на момент проходження цих етапів. Це генетично детермінована ознака, яка залежить від тривалості вегетаційного періоду формування зернівки [11].

Згідно ДСТУ 4522:2006 основним показником якості зерна жита є число падіння Хагберга-Пертена – одиниця виміру активності ферментів α -амілази, яка впливає на крохмаль розщеплюючи його. Високе число падіння є показником низької активності α -амілази, отже, хорошого вмісту білка. Залежно від показників якості жито розподіляють на чотири класи: більше 200 секунд – перший клас, 200–141 – другий, 140–80 – третій, менше 80 секунд – непродовольче зерно. Жито 1–3 класів рекомендують використовувати для переробки на борошно та інші продовольчі потреби, 4-го – для кормових цілей [12]. Однією з причин низького числа падіння Хагберга-Пертена є проростання зерна в колосі викликане виляганням, атмосферними умовами ще до збору врожаю (висока вологість повітря) та несприятливими умовами зберігання в період післязбирального дозрівання [13].

Уміст білку в зерні жита може коливатися від 9 до 17% [14]. На думку Симоненко Н.В., поділ за ознакою «вміст білка у зерні» умовний, оскільки в основі мінливості біохімічних ознак є невідомі біохімічні зміни, а фізіологічно різні типи рослин різняться і морфологічно [8].

Сучасний новий сорт може отримати поширення за отримання стабільного врожаю в різних ґрунтово-кліматичних і господарсько-економічних умовах сільськогосподарського виробництва, тобто повинен бути екологічно пластичним і стабільним.

Кордюм Е.Л. та Дубина Д.В. пластичність тісно пов'язують з екологічною стабільністю, яка в рослинних популяціях відображає здатність протистояти стресовим чинникам, а пластичність – це здатність поєднати рослиною економне витрачання та ефективно використання природних ресурсів і поживних речовин у конкретних умовах вирощування [15].

На думку ряду вчених, адаптивний сорт – це екологічно пластичний генотип пристосований до оптимального, мінімального та максимального прояву чинників навколишнього середовища [16]. Чим менше адаптований сорт до умов

зовнішнього середовища, тим більшою мірою під впливом чинників змінюється та варіює хімічний склад зерна.

Отже, вивчення агроєкологічної пластичності та стабільності, за якими оцінюють потенціал адаптивності нових сортів жита, є актуальним для забезпечення продовольчої безпеки й економічної незалежності України.

Метою роботи було визначити рівень урожайності та якості нових сортів жита озимого, їхньої стабільності та пластичності за вирощування в різних ґрунтово-кліматичних умовах України.

Матеріали та методика досліджень. Досліджено сорти та гібриди жита озимого, а саме: ‘KWS Tauro’ (F₁), ‘KWS Motivator’ (F₁), ‘KWS Propower’ (F₁), ‘Алатир’, ‘Ласкаве’, ‘Верша’, ‘Амей’, внесених до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні в 2020–2021 роках, які рекомендовано для вирощування в ґрунтово-кліматичних зонах Лісостепу та Полісся.

Польові дослідження проводили впродовж 2019–2021 рр. на дослідних полях філій Українського інституту експертизи сортів рослин (УІЕСР) у двох ґрунтово-кліматичних зонах: Лісостепу (Сумська, Тернопільська, Харківська, Хмельницька та Чернівецька філії); Полісся (Житомирська, Закарпатська, Івано-Франківська, Рівненська та Чернігівська філії) відповідно «Методики проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп’яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні» [17]. Врожайність із приведенням до стандартної вологості визначали згідно «Методики проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Загальна частина» [18]. Ґрунти дослідних ділянок характерні для відповідної зони вирощування (Лісостеп і Полісся). Облікова площа ділянки 25 м², розміщення ділянок рендомізоване, повторність чотириразова.

В період вегетації жита озимого в кожному пункті досліджень визначали середньодобову температуру та кількість опадів і розраховували середнє значення в межах ґрунтово-кліматичної зони.

За оперативними даними середня річна температура повітря у 2019–2021 рр. в зоні Лісостепу України виявилася вищою за середні багаторічні дані відповідно на 1,6–4,2 °С і в середньому становила плюс 8,3–10,9 °С. В зоні Полісся показники років досліджень знизились порівняно з середніми багаторічними даними на 0,1–1,9 °С і в середньому річна температура повітря становила 8,3–10,1 °С (рис. 1) [19].

Річна кількість опадів у 2019–2021 рр. у середньому за рік коливалась в Лісостепу від 502 мм (2019 р.) до 615 мм (2021 р.) та Поліссі від 616 мм (219 р.) до 764 мм (2022 р.), що становило відповідно 93 та 113% річної норми в зоні Лісостепу, 103 та 127% – Полісся (рис. 2).

Лабораторні дослідження проводили відповідно до «Методики проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Методи визначення показників якості продукції рослинництва» [20].

Індекс умов середовища (I_j), екологічна пластичність (b_i) і стабільність (S_{di}^2) формування врожайності розраховували та аналізували за методикою Eberthart S. A. та Russel W. A. [21].

За результатами розрахунків параметрів пластичності (b_i) і стабільності (S_{di}^2) для гібридів та сортів жита озимого виділили групу $b_i < 1$, $S_{di}^2 > 0$ – мають кращі результати в несприятливих умовах, нестабільні. У період проведення досліджень погодні умови були контрастними, що дало можливість оцінити нові гібриди та сорти пшениці жита озимого за адаптивністю і виділити кращі з них.

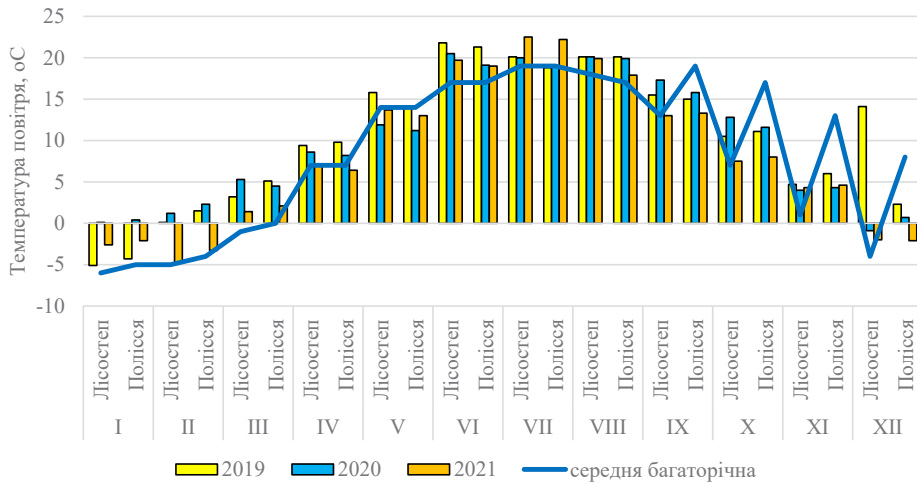


Рис. 1. Середня багаторічна і середні місячні температура повітря за 2019–2021 рр., °C

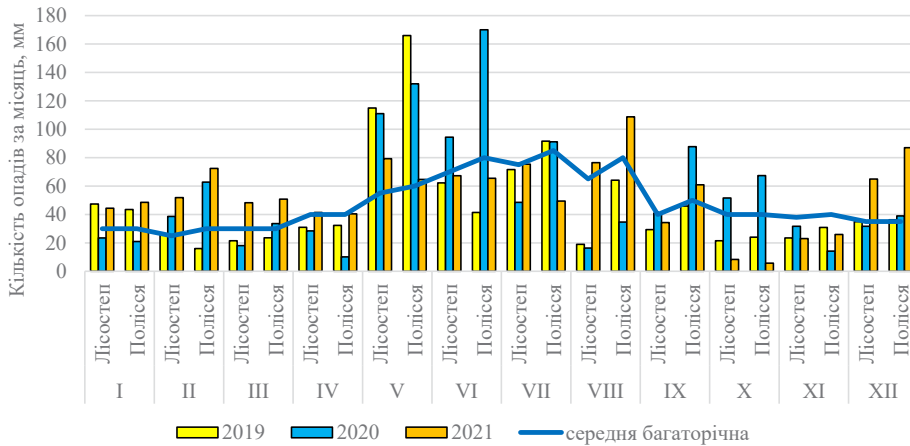


Рис. 2. Середня багаторічна і середні місячні кількість опадів за 2019–2021 рр. досліджень, мм

Загальну гомеостатичність (*Hom*) і селекційну цінність (*Sc*) сорту визначали за Хангільдіним В.В., Литвиненко Н.А. в інтерпритації Бурденюк-Тарасевич Л.А. [22].

Статистичні показники: середнє арифметичне (\bar{x}), мінімальне (*min*) і максимальне (*max*) значення, розмах варіювання (*V*), коефіцієнт варіації (*r*), середнє квадратичне відхилення (σ) та найменшу істотну різницю (*HIP*) розраховували за Манько Ю.П. [23] за допомогою програмного забезпечення Excel 2016.

Результати досліджень. Погодні умови це багатомірна система, і в мінливих умовах середовища важко пояснити мінливість урожайності та якості зерна від одного фактору [24].

Гідрологічні умови в Україні у формуванні продуктивності сільськогосподарських культур є лімітуючим фактором. Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) – це комплексний показник оцінки умов зволоження, що враховує як надходження води у вигляді опадів, так і сумарну витрату на їхнє випаровування [25]. Для характеристики погодних факторів ми використали ГТК основних періодів вегетації рослин: сімба – кінець осінньої вегетації та весняна вегетація – воскова стиглість. Згідно з градацією, загалом 2019–2021 роки дослідження для зони Лісостепу характеризувалися як слабо посушливим і достатньо вологим (ГТК = 0,8–1,3), Полісся – достатньо та надміру вологим (ГТК = 1,2–1,6) (рис. 3).

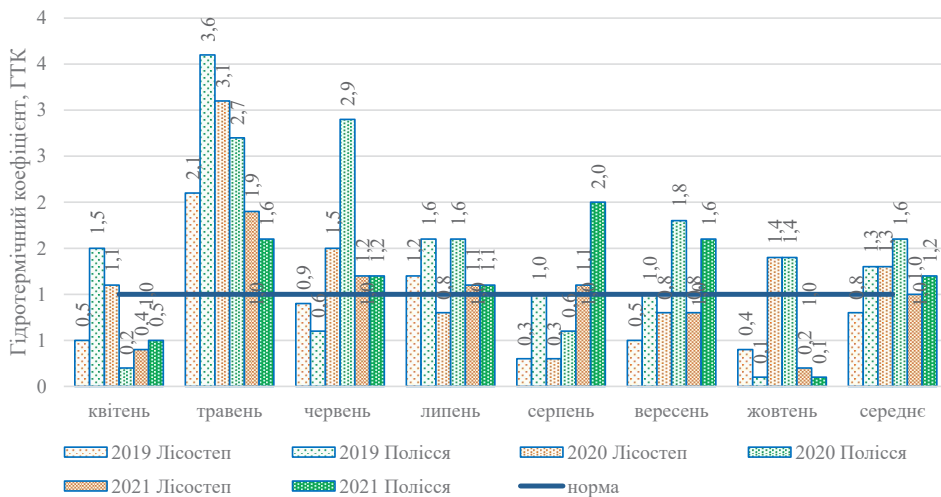


Рис. 3. Гідротермічний показник за середньодобовими даними за 2019–2021 рр. дослідження

Встановлено, що ГТК (IV–X місяців) суттєво коливається щорічно, щомісячно і в цілому по зонах, де проводили досліди. Найкращі гідротермічні умови для формування врожаю зернових культур спостерігались у зоні Лісостепу, ГТК коливався в період весняна вегетація – воскова стиглість від 0,4–1,1 (дуже сильна посуха та достатньо волого) в квітні до 1,9–3,1 (надмірно волого) в травні та від 0,9–1,5 (слабка посуха та достатньо волого) в червні до 0,8–1,2 (слабка посуха та достатньо волого) в липні. В період сімба – кінець осінньої вегетації, ГТК змінювався від 0,3–1,1 (дуже сильна посуха та достатньо волого) в серпні до 0,5–0,8 (сильна та слабка посуха) в вересні та 0,2–1,4 (дуже сильна посуха та надмірно волого) в жовтні.

У зоні Полісся, ГТК коливався в період весняна вегетація – воскова стиглість від 0,2 (дуже сильна посуха) до 1,5 (достатньо волого) в квітні до 1,6–3,6 (достатньо та надмірно волого) в травні та від 0,6 (середня посуха) до 2,9 (надмірно волого) в червні до 1,1–1,6 (достатньо та надмірно волого) в липні.

В період сівба – кінець осінньої вегетації, ГТК змінювався від 0,6 (середня посуха) до 2,0 (надмірно волого) в серпні до 1,6–1,8 (надмірно волого) в вересні та від 0,1 (дуже сильна посуха) до 1,4 (достатньо волого) в жовтні.

Незважаючи на значну строкатість погодних умов, їх відхилення від середніх багаторічних значень в окремі періоди росту і розвитку погодно-кліматичні умови 2019–2021 рр. у зонах Лісостепу та Полісся України були сприятливими для росту і розвитку жита озимого. Це стосується, перш за все, зимового та весняно-літнього періодів, для яких характерним є помірний температурний режим та достатня кількість опадів. Проте, в окремі проміжки вегетаційного періоду, нерівномірний розподіл кліматичних факторів створює іноді несприятливі умови для росту і розвитку рослин, що в кінцевому рахунку позначається на величині урожаю.

Урожайність нових сортів жита озимого, що вивчались у 2019–2021 рр. залежно від ґрунтово-кліматичної зони та пункту досліджень варіювала від 5,3 т/га до 6,6 т/га (табл. 1). В середньому врожайність нових сортів жита озимого підвищується в напрямі від зони Лісостепу, де вона становила 6,6 т/га до Полісся – 6,4 т/га.

Таблиця 1

Зернова продуктивність та якісні показники сортів жита озимого, середнє за 2019–2021 рр.

Сорти	Урожайність, т/га		Маса 1000 зерен, г		Число падіння, с		Натура, г/л		Вміст білку, %	
	Лісостеп	Полісся	Лісостеп	Полісся	Лісостеп	Полісся	Лісостеп	Полісся	Лісостеп	Полісся
'KWS Tayo'	7,9	7,4	31,4	29,1	270	283	711	730	9,4	9,1
'KWS Motivator'	7,7	7,6	29,5	28,3	282	291	711	732	9,4	9,1
'KWS Propower'	7,5	7,3	32,1	30,4	253	280	725	739	9,2	9,1
'Алатир'	6,3	6,3	42,2	38,7	196	192	691	704	10,3	10,0
'Ласкаве'	5,6	5,5	37,0	35,3	196	186	691	692	10,9	9,9
'Верша'	5,8	5,6	40,3	38,5	191	169	663	689	10,5	10,2
'Амей'	5,6	5,3	41,3	38,0	152	151	676	679	10,5	9,9
$S \bar{x}$	6,6	6,4	36,3	34,0	220	221	695	709	10,0	9,6
x_{lim}	5,6	5,3	29,5	28,3	152	151	663	679	9,2	9,1
x_{opt}	7,9	7,6	42,2	38,7	282	291	725	739	10,9	10,2
V, %	15,7	15,2	14,4	13,6	22,0	27,4	3,1	3,4	6,7	5,3
НІР ₀₅	1,1	1,1	5,7	5,1			23,8	26,5	0,7	0,6

В розрізі сортів, найвища врожайність виявлена у гібридів німецької селекції, в зоні Лісостепу 'KWS Tayo' та 'KWS Motivator' – Полісся, в середньому за три роки вона становила 7,9 т/га та 7,6 т/га відповідно. Сорти української селекції формували дещо нижчу врожайність зерна, яка в зоні Лісостепу становила 5,6–5,8 т/га, а Полісся – 5,3–5,5 т/га. Мінливість за даною ознакою становила V=15,2–15,7% та вважається середньою.

Показник маси 1000 зерен сортів жита варіювала в середньому від дуже малої (28,3–29,5 г) у гібриду 'KWS Motivator' до великої (38,7–42,2 г) у сорту 'Алатир'.

За даною ознакою мінливість виявлена на середньому рівні ($V=13,6-14,4\%$). Маса 1000 зерен є генетично обумовленим елементом продуктивності на яку впливають сортові особливості, а не умови зовнішнього середовища.

Гібриди німецької селекції 'KWS Tayo', 'KWS Motivator' та 'KWS Propower' в обох зонах досліджень, у середньому, забезпечили число падіння зерна на рівні 253–291 секунд, це на 26,5–45,5% або в 1,3–1,5 рази більше необхідного показника, та згідно ДСТУ відповідають першому класу якості, згідно Класифікатору показників якості відповідали дуже високому значенню показника [26]. Сорти української селекції з числом падіння яке коливалось від 151–152 секунд у сорту 'Амей' до 192–196 секунд у сорту 'Алатир' віднесені до другого класу якості, та згідно Класифікатору показників відповідали високому значенню. Мінливість за даною ознакою в зоні Лісостепу вважається середньою ($V=22,0\%$), а у зразків вирощених у зоні Полісся значною ($V=27,4\%$) (табл. 1).

Показник натурности зерна характеризує виповненість (більшу кількість ендосперму в зерні) і борошномельні якості сорту. Дані досліджень свідчать, що в умовах 2019–2021 рр. у зонах Лісостепу та Полісся формувалося продовольче зерно з показниками натурности, які варіювали від 663–689 г/л у сорту 'Верша' до 725–739 г/л у гібриду 'KWS Propower', що згідно ДСТУ відповідало зерну 3-го та 1-го класу якості (табл. 1). Показник натурности зерна жита озимого залежить від генотипу досліджуваного зразка та не залежить від факторів навколишнього середовища, так як мінливість за даною ознакою виявлена на слабкому рівні та становить $V=3,1-3,4\%$.

Вміст білку в зерні нових сортів жита озимого, що вивчалися упродовж 2019–2021 рр., коливався від 9,1–9,2% у гібриду 'KWS Propower' до 10,2–10,5% у сорту 'Верша', що згідно Класифікатору показників якості відповідало низькому та середньому значенню показника [26].

Мінливість за ознакою «вміст білку» в обох ґрунтово-кліматичних зонах виявлена в межах $V=5,3-6,7\%$ і вважається низькою.

Як було сказано вище, врожайність є одним з найважливіших показників. Продуктивність рослин зумовлюється комплексом властивостей і ознак, тому вивчення кореляційних зв'язків допомагає з'ясувати їх взаємозв'язок і вплив на врожайність жита озимого.

Врожайність насіння є нестабільним показником, який залежить від погодних умов, що склалися в період вегетації рослин і ґрунтових умов де вирощується насіннєвий матеріал. Проведений кореляційний аналіз елементів продуктивності та якісних показників нових сортів жита озимого виявив сильний кореляційний зв'язок урожайності зерна з показником число падіння ($r=0,96\pm 0,1$) та натурою зерна ($r=0,92\pm 0,6$), проте такі показники як маса 1000 зерен та вміст білку в зерні з урожайністю корелюють обернено ($r=-0,88\pm 0,1$ та $-0,94\pm 0,2$, відповідно) (табл. 2).

Зі збільшенням маси 1000 зерен спостерігається і збільшення вмісту білку в зерні ($r=0,89\pm 0,8$), проте з числом падіння та натурою зерна дана величина корелює обернено ($r=-0,95\pm 0,1$ та $-0,86\pm 0,3$, відповідно). Крім того, існує пряма залежність показника числа падіння з натурою зерна ($r=0,90\pm 0,8$).

Зі збільшенням числа падіння та натурности зерна сортів жита озимого відбувається зниження вмісту білку в зерні ($r=-0,91\pm 0,4$ та $-0,88\pm 0,5$, відповідно).

Для розрахунку пластичності (коефіцієнту лінійної регресії, b_1) спочатку необхідно було визначити індекс умов середовища (I_j), який характеризує умови вирощування жита озимого та визначає їх змінність і може приймати позитивне чи негативне значення. Кращі умови складаються в роки з позитивним знаком індексу, гірші – з негативним [27].

Таблиця 2

**Кореляційна залежність між кількісними та якісними показниками
жита озимого (2019–2021 рр., середнє)**

Показники / Зона		Урожайність, т/га	Маса 1000 зерен, г	Число падіння, с	Натура, г/л
Маса 1000 зерен, г	Лісостеп	-0,87			
	Полісся	-0,89			
	\overline{Sx}	$-0,88 \pm 0,1$			
Число падіння, с	Лісостеп	0,95	-0,93		
	Полісся	0,98	-0,96		
	\overline{Sx}	$0,96 \pm 0,1$	$-0,95 \pm 0,1$		
Натура, г/л	Лісостеп	0,85	-0,83	0,82	
	Полісся	0,98	-0,89	0,98	
	\overline{Sx}	$0,92 \pm 0,6$	$-0,86 \pm 0,3$	$0,90 \pm 0,8$	
Вміст білку, %	Лісостеп	-0,96	0,81	-0,87	-0,83
	Полісся	-0,91	0,97	-0,95	-0,92
	\overline{Sx}	$-0,94 \pm 0,2$	$0,89 \pm 0,8$	$-0,91 \pm 0,4$	$-0,88 \pm 0,5$

За отриманими даними, в середньому, сприятливі умови середовища для формування врожайності зерна нових сортів жита озимого склалися в зоні Лісостепу в 2019 та 2021 роках ($I_j = -28,3$ та $31,9$, відповідно), а в зоні Полісся в 2020 році ($I_j = -32,5$). Щодо пунктів досліджень, кращі умови середовища виявлені в 2019 році в Харківській філії (Лісостеп, $I_j = -18,3$), в 2020 році в Івано-Франківській філії (Полісся, $I_j = -30,6$) та в 2021 році в Чернівецькій філії (Лісостеп, $I_j = -30,4$) (рис. 4)

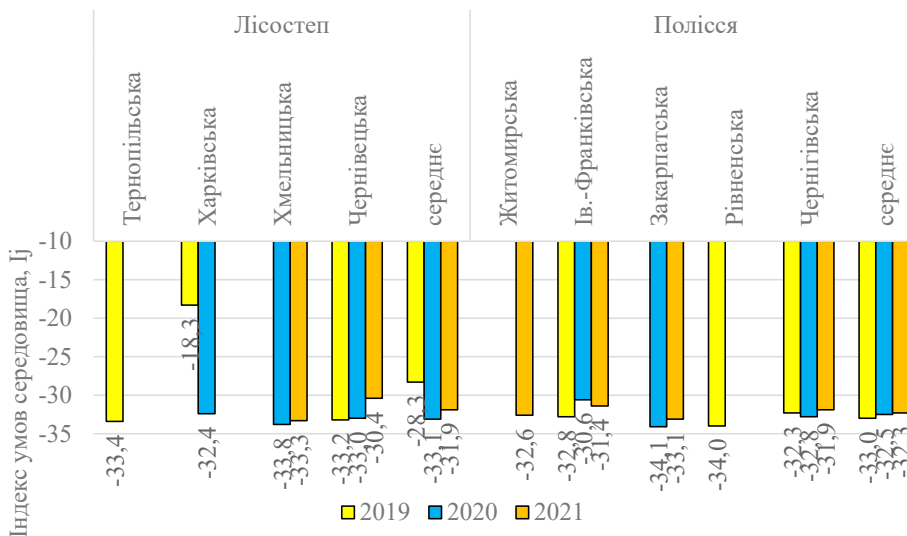


Рис. 4. Індекс умов середовища для формування врожайності сортів жита озимого

За отриманими даними, в середньому, сприятливі умови середовища для формування вмісту білку в зерні нових сортів жита озимого склалися в зоні Лісостепу в 2019 та 2021 роках ($I_j = -64,5$ та $65,1$, відповідно), а в зоні Полісся в 2020 році ($I_j = -65,2$). Щодо пунктів досліджень, кращі умови середовища виявлені впродовж 2019–2021 рр. досліджень в Сумській філії, де індекс варіював від $I_j = -63,0$ в 2019 році до $I_j = -62,1$ у 2021 році (рис. 5).

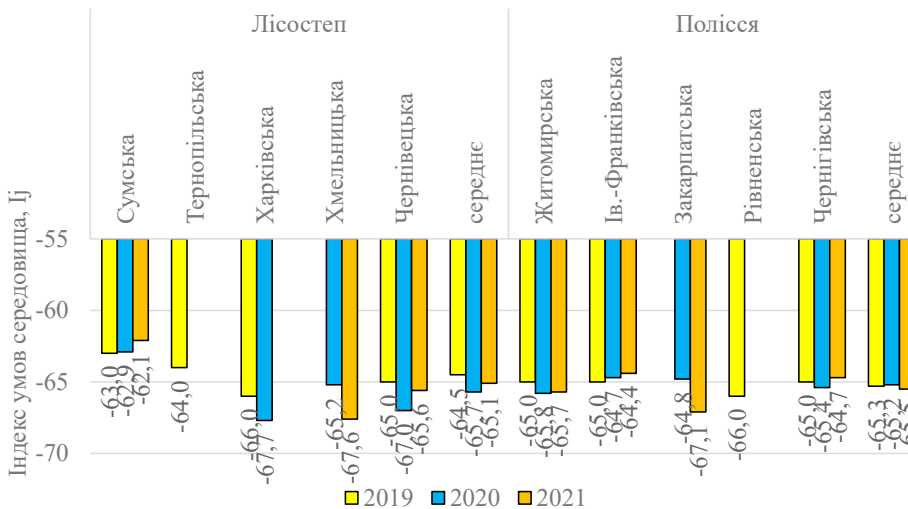


Рис. 5. Індекс умов середовища для формування вмісту білку в зерні сортів жита озимого

Коефіцієнт варіації (V) є ознакою надійності середньої. Якщо $V < 10\%$, навколо середнього значення мале розсіювання варіант, якщо $10\% < V < 20\%$ – середнє, а за $V > 20\%$ – розсіювання варіант навколо середнього є сильним і середнє не є типовим значенням варіаційного ряду. Так коефіцієнт варіації за показником урожайності у середньому становив $V = 20,6$ та коливався від $19,1$ до $22,9$. До сортів з середньою варіабельністю ($V = 19,1$ – $19,5\%$) ознаки в мінливих умовах навколишнього середовища віднесені сорти ‘Ласкаве’, ‘Амей’ та гібриди ‘KWS Prorower’, ‘KWS Tauro’. Таким чином успіхи іноземної та вітчизняної селекції поєднали високий потенціал урожайності та її стабільність у мінливих умовах середовища (табл. 3).

Гомеостатичність (Hom) – це генотипова здатність сорту протидіяти зниженню продуктивності в умовах дії лімітуючих факторів. Високий рівень гомеостатичності характерний для сортів зі стабільним урожаєм [28]. За результатами проведених розрахунків за врожайністю встановлено, що гомеостатичність нових сортів жита озимого була в межах від $0,7$ до $1,5$. Здатність генотипів підтримувати низький рівень варіабельності ознаки (V , %) за роками та пунктами досліджень є критерієм гомеостатичності [22; 29]. Висока гомеостатичність ($Hom = 1,5$) та середній рівень варіації ($V = 19,1$ – $19,5\%$) виявлені у сортів ‘Ласкаве’ та ‘Амей’.

Таблиця 3

**Параметри адаптивності нових сортів жита озимого
за врожайністю, 2019–2021 рр.**

Сорти	Урожайність, т/га						V, %	НІР ₀₅	Н _{om}	S _c	b _i	S _i ²
	2019	2020	2021	x _{lim}	x _{opt}	S \bar{x}						
'KWS Tauro'	7,6	7,5	7,7	4,5	10,1	7,6	19,5	1,0	0,9	3,4	-0,23	66,7
'KWS Motivator'	7,6	7,1	8,1	4,3	11,0	7,6	21,9	1,1	0,7	2,9	-0,23	62,4
'KWS Propower'	7,5	7,1	7,7	4,5	10,2	7,4	19,3	1,0	0,9	3,3	-0,23	63,3
'Алатир'	6,3	6,1	6,6	4,2	10,1	6,3	21,7	0,9	0,8	2,6	-0,19	46,3
'Ласкаве'	5,1	5,3	6,2	3,7	7,2	5,5	19,1	0,7	1,5	2,8	-0,17	35,1
'Верша'	5,6	5,2	6,2	4,0	8,2	5,7	22,9	0,9	1,0	2,8	-0,17	35,1
'Амей'	5,1	5,5	5,7	4,0	7,3	5,4	19,5	0,7	1,5	3,0	-0,17	33,9
НІР ₀₅	1,3	1,1	1,0									
V, %	18,2	15,4	13,6									

Найменшим показником гомеостатичності характеризувався гібрид 'KWS Motivator' ($H_{om} = 0,7$), який мав сильний коефіцієнт варіації ($V = 21,9\%$).

Урожайність сорту є головним показником, що характеризує господарську та селекційну цінність, визначає його пластичність і рівень стійкості до стресових факторів [30]. Показник селекційної цінності сорту (S_c) поєднує в собі високу або середню врожайність яка стабільно формується в мінливих умовах вирощування [29]. Найвища селекційна цінність у гібридів німецької селекції, а саме 'KWS Tauro' ($S_c = 3,4$), 'KWS Propower' ($S_c = 3,3$), з середнім коефіцієнтом варіації ($V = 19,3-19,5\%$) та відносно низький рівень гомеостатичності ($H_{om} = 0,9$).

Коефіцієнт лінійної регресії врожайності сортів b_i або пластичність, свідчить про реакцію генотипу на зміну умов вирощування. Чим вище значення коефіцієнту, тим більшою чутливістю володіє даний сорт [31]. Такі сорти вимогливі до високого рівню агротехніки, та тільки в такому випадку вони спроможні дати максимальну віддачу. Якщо сорт слабше реагує на зміну умов вирощування порівняно з середніми показниками всього набору генотипів що вивчаються то коефіцієнт лінійної регресії $b_i < 1$. Такі сорти краще вирощувати на екстенсивному фоні, де вони дадуть максимум віддачі за мінімальних затрат. За умови $b_i = 1$ генотип має повну залежність урожайності від зміни умов вирощування [32]. Якщо значення b_i близьке до нуля, то генотип сорту не реагує на зміну умов вирощування [33].

Щодо отриманих даних екологічної стабільності (S_{di}^2) досліджуваних сортів, встановлено, що чим вище значення даного показника тим сорт є більш нестабільним [32].

За результатами розрахунку показників екологічної пластичності та стабільності встановлено, генотипи гібридів 'KWS Tauro', 'KWS Motivator' та 'KWS Propower' ($b_i = -0,23$; $S_{di}^2 = 62,4-66,7$) з урожайністю в середньому 7,5 т/га є високопластичними та більше нестабільними, а генотипи сортів 'Алатир', 'Ласкаве', 'Верша' та 'Амей' ($b_i = -0,17 - -0,19$; $S_{di}^2 = 33,9-46,3$) з урожайністю в середньому 5,7 т/га є високопластичними та менше нестабільними, тому ці гібриди та сорти доцільно вирощувати на екстенсивних фонах і несприятливих умовах, де за мінімальних витрат вони можуть забезпечити максимальний врожай.

За показником вміст білку в зразках жита озимого коефіцієнт варіації виявлений з середнім значенням та становив $V = 15,7$ варіюючи від 14,8 до 16,7. Таким чином, вміст білку в насінні жита озимого залежить не від кліматичних умов, а від комплексу генетичних, фізичних та фізіологічних властивостей (табл. 4).

За результатами проведеного розрахунку за вмістом білку в зерні дослідних зразків жита озимого встановлено, що гомеостатичність варіювала від 0,9 до 1,4. Висока гомеостатичність ($H_{om} = 1,4-1,2$) та середній рівень варіації ($V = 14,8-15,8\%$) виявлений у гібридах 'KWS Tayo', 'KWS Motivator' та 'KWS Propower'. Найменшим показником гомеостатичності характеризувався сорт 'Алатир' ($H_{om} = 0,9$), який мав середній коефіцієнт варіації ($V = 16,7\%$).

Таблиця 4

Параметри адаптивності нових сортів жита озимого за вмістом білка в зерні, 2019–2021 рр.

Сорти	Вміст білку, %						V, %	HIP ₀₅	H _{om}	S _c	b _i	S _i ²
	2019	2020	2021	x _{lim}	x _{opt}	S \bar{x}						
'KWS Tayo'	9,3	9,1	9,2	7,0	12,4	9,2	15,8	0,9	1,2	5,2	-0,14	94,8
'KWS Motivator'	9,3	9,2	9,1	7,1	12,4	9,2	15,5	0,9	1,2	5,3	-0,14	95,1
'KWS Propower'	9,2	9,3	9,0	7,0	11,8	9,1	14,8	0,8	1,4	5,4	-0,14	93,4
'Алатир'	10,2	10,2	10,1	7,5	14,0	10,2	16,7	1,0	0,9	5,4	-0,15	116,0
'Ласкаве'	11,1	10,0	10,1	7,8	13,9	10,4	16,6	1,0	1,0	5,8	-0,16	120,9
'Верша'	11,0	9,8	10,2	7,4	13,5	10,3	15,1	0,9	1,1	5,7	-0,16	118,9
'Амей'	11,0	9,6	10,0	7,6	13,8	10,2	15,2	0,9	1,1	5,6	-0,16	116,4
HIP ₀₅	1,0	0,5	0,6									
V, %	8,7	4,4	5,6									

За результатами розрахунку показників екологічної пластичності та стабільності встановлено, генотипи гібридів 'KWS Tayo', 'KWS Motivator' та 'KWS Propower' ($b_i = -0,14$; $S^2_{di} = 93,4-95,1$) з вмістом білку в зерні в середньому 9,2% є високопластичними та менше нестабільними, а генотипи сортів 'Алатир', 'Ласкаве', 'Верша' та 'Амей' ($b_i = -0,15 - -0,16$; $S^2_{di} = 116,0-120,9$) з вмістом білка в зерні в середньому 10,3% за даною ознакою є високопластичними та більше нестабільними.

Висновки. Серед нових сортів та гібридів жита озимого найвища врожайність виявлена у гібридів німецької селекції, в зоні Лісостепу 'KWS Tayo' (7,9 т/га) та 'KWS Motivator' (7,6 т/га) в зоні Полісся. У сортів української селекції врожайність зерна в зоні Лісостепу становила 5,6–5,8 т/га, а Полісся – 5,3–5,5 т/га.

Число падіння зерна, в обох зонах досліджень, гібриди німецької селекції 'KWS Tayo', 'KWS Motivator' та 'KWS Propower', у середньому, забезпечили на рівні 253–291 секунд, а сорти української селекції 'Амей', 'Верша', 'Ласкаве', 'Алатир' – 151–196 секунд.

Вміст білку в зерні коливався від 9,1–9,2% у гібриду 'KWS Propower' до 10,2–10,5% у сорту 'Верша'.

За врожайністю, висока гомеостатичність ($H_{om} = 1,5$) та середній рівень варіації ($V = 19,1-19,5\%$) виявлені у сортів 'Ласкаве' та 'Амей', найменший показник

у гібрида 'KWS Motivator' ($Hom = 0,7$), який мав сильний коефіцієнт варіації ($V = 21,9\%$). Найвища селекційна цінність у гібридів німецької селекції, 'KWS Tayo' ($Sc = 3,4$), 'KWS Propower' ($Sc = 3,3$), з середнім коефіцієнтом варіації ($V = 19,3-19,5\%$) та відносно низький рівень гомеостатичності ($Hom = 0,9$). Гібриди 'KWS Tayo', 'KWS Motivator' та 'KWS Propower' ($b_i = -0,23$; $S^2_{di} = 62,4-66,7$) є високопластичними та більше нестабільними, а сорти 'Алатир', 'Ласкаве', 'Верша' та 'Амей' ($b_i = -0,17 - -0,19$; $S^2_{di} = 33,9-46,3$) – високопластичні та менше нестабільними.

За вмістом білку в зерні висока гомеостатичність ($Hom = 1,4-1,2$) та середній рівень варіації ($V = 14,8-15,8\%$) виявлений у гібридах 'KWS Tayo', 'KWS Motivator' та 'KWS Propower', найменший у сорту 'Алатир' ($Hom = 0,9$; $V = 16,7\%$). Гібриди 'KWS Tayo', 'KWS Motivator' та 'KWS Propower' ($b_i = -0,14$; $S^2_{di} = 93,4-95,1$) – високопластичні та менше нестабільні, а сорти 'Алатир', 'Ласкаве', 'Верша' та 'Амей' ($b_i = -0,15 - -0,16$; $S^2_{di} = 116,0-120,9$) – високопластичні та більше нестабільні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Білявська Л.Г., Білявський Ю.В. Сучасний стан насінництва жита озимого в Україні. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2021. № 2. С. 68–73. doi: 10.31210/visnyk2021.02.08
2. Гізетдінов Е.Р., Чухліб А.В. Статистичний аналіз урожайності жита в Україні. *SWorldJournal*. 2023. № 2 (16-02), С. 17–21. doi: 10.30888/2663-5712.2022-16-02-027
3. Скарбенчук Я.Р., Наконечна К.В. Стан та перспективи розвитку ринку жита в Україні. *Конкурентоспроможність аграрного сектору в умовах функціонування зони вільної торгівлі з Європейським Союзом*. Збірник тез доповідей IV Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (14 травня 2021 р., м. Київ). С. 122–124. URL: https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u295/_2021_zbirnyk_tez_konk_zvt_z_ec_1.pdf#page=123
4. Оробчук М., Ольга Марченко О. Про відродження традицій землеробської культури в контексті продовольчої безпеки України. *Вісник Львівського університету. Серія економічна*. 2023. Вип. 64. С. 208–221 doi: 10.30970/ves.2023.64.0.6417
5. Гриценко О.Ю. Урожайність сортів жита озимого за органічного виробництва в Полісся України. *Наукові горизонти*. 2020, № 02(87). С. 38–42. doi: 10.3324/9/2663-2144-2020-87-02-38-42
6. Панчишин В.З., Яременко О.В., Можаровський С.В., Кравчук А.В., Шафарчук С.П. Продуктивність зерна озимого жита (*Secale cereale*) у залежності від елементів технології вирощування в Лісостепу України. *Сучасна техніка та інноваційні технології*. 2023. № 3 (30-03), С. 69–74. doi: 10.30890/2567-5273.2023-30-00-053
7. Ярош А., Реліна Л. Колекція жита озимого Національного центру генетичних ресурсів рослин України як основа для створення селекційно-цінних і стабільних генотипів. *Вісник аграрної науки*. 2022. № 9(100). С. 62–68. doi: 10.31073/agrovisnyk202209-07
8. Симоненко Н.В. Вміст білка у зерні сортів жита озимого (*Secale cereale* L.) і його успадкування гібридами. *Colloquium-journal. Agricultural sciences*. 2022. 4(127). Część 1. P. 31–35 doi: 10.24412/2520-6990-2022-4127-31-35
9. Bita C. and Gerats T. Plant tolerance to high temperature in a changing environment: scientific fundamentals and production of heat stress-tolerant crops. *Frontiers in plant science*. 2013. № 4. P. 273–283. doi: 10.3389/fpls.2013.00273
10. Лозінський В.М., Бурденюк-Тарасевич Л.А. Вплив гідротермічних умов на формування продуктивної кущистості Т. Aestivum L. озимого за гібридизації різних екотипів. *Сучасні проблеми ведення сільського господарства та підготовки фахівців аграрного профілю*. Збірник тез доповідей Міжнар. наук.-практ. конф.

(м. Біла Церква, 15 лют. 2018 р.). Біла Церква : БНАУ. 2018. С. 17–18. URL: <https://rep.btsau.edu.ua/bitstream/BNAU/1567/1/Vplyv%20hidrotermichnykh%20umov.pdf>

11. Chakraborty S. and Newton A. C., Climate change, plant diseases and food security: an overview. *Plant Pathology*. 2011. № 60 (1). P. 2–14. doi: 10.1111/j.1365-3059.2010.02411.x

12. ДСТУ 4522:2006 Жито. Технічні умови. Чинний від 01.01.2007. Київ: Держспоживстандарт України, 2007. 12 с.

13. Боровик С.О. Наукові основи технології вирощування жита озимого. *Аграрні інновації*. 2023. № 21. С. 22–28. doi: 10.32848/agrar.innov.2023.21.3

14. Господаренко Г.М., Пташник М.М. Вміст білка та крохмалю в зерні жита озимого залежно від видів, норм і строків внесення добрив. *Новітні агротехнології*. 2023. № 1(1). С. 5–10. doi: 10.21498/na.1(1).2013.119316

15. Кордюм Е. Л., Дубина Д. В. Пластичність онтогенезу судинних рослин: молекулярні, клітинні, популяційні та ценотичні аспекти. *Вісник НАН України*. Київ. 2015. № 7. С. 32–36. doi: 10.15407/visn2015.07.032

16. Городиська І.М., Ліщук А.М., Чуб А.О., Монарх В.В. Особливості органічного насінництва сої в контексті євроінтеграції України. *Збірник наукових праць. Сільське господарство та лісівництво*. 2018. № 9. С. 89–101.

17. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні / за ред. С. О. Ткачик. Вінниця : ФОП Корзун Д. Ю., 2016. 82 с. URL: <https://sops.gov.ua/uploads/page/5a5f4147d3595.pdf>

18. Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Загальна частина / за ред. С. О. Ткачик. 4-те вид., пер. і доп. Вінниця : ФОП Корзун Д. Ю., 2016. 120 с.

19. Інформаційний портал погоди. Український гідрометеорологічний центр. URL: <https://www.meteo.gov.ua/>

20. Методика державної науково-технічної експертизи сортів рослин. Методи визначення показників якості продукції рослинництва / за ред. С. О. Ткачик. 4-те вид. і доп. Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. 160 с.

21. Eberhart S. A. and Russell W. A. Stability Parameters for comparing varieties 1. *Crop Science*. 1966. Vol. 6, No. 1. P. 36–40. doi: 10.2135/cropsci1966.0011183x00060010011x

22. Бурденюк-Тарасевич Л. А., Дубова О. А., Хахула В. С. Оцінка адаптивної здатності сортів пшениці м'якої озимої в умовах лісостепу України. *Селекція і насінництво*. 2012. № 101. С. 3–12. 59677. doi: 10.30835/2413-7510.2012.59677

23. Манько Ю. П. Аналіз методичного ресурсу для статистичної експертизи результатів багаторічних досліджень з агрономії. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Агрономія*. 2013. Вип. 183, ч. 2. С. 128–135.

24. Сич З. Д. Властивості коефіцієнтів стабільності ознак урожайності у динамічних рядах різної тривалості. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2005. № 2. С. 5–20.

25. Кирильчук А. М., Дутова Г. А., Гринів С. М., Орленко О. Б., Безпрозвана І. В., Кулик Т. Є., Макарчук Б. М. Пластичність нових сортів пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.) за врожайністю в різних ґрунтово-кліматичних умовах України. *Plant Varieties Studying and protection*, 2024, Т. 20, № 1. doi: 10.21498/2518-1017.20.1.2024.29722

26. Класифікатор показників якості ботанічних таксонів, сорти яких проходять експертизу на придатність до поширення. – Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2019. 17 с.

27. Хом'як М.М., Байструк-Глодан Л.З., Коник Г.С. Адаптивний потенціал урожайності зразків *Dactylis glomerata* L. в агрокліматичних умовах передкарпаття. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2022. Вип.71(1). С. 160–175. doi: 10.32636/01308521.2022-(71)-1-10

28. Демидов О. А., Хоменко С. О., Чугункова Т. В., Федоренко І. В. Урожайність та гомеостатичність колекційних зразків пшениці ярої. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 9(798). С. 47–51. doi:10.31073/agrovisnyk201909-07

29. Ярош А. В., Рябчун В. К. Адаптивність озимої м'якої пшениці за параметрами гомеостатичності та селекційної цінності. *Генетичні ресурси рослин*. 2021. № 28. С. 36–47. doi: 10.36814/prg.2021.28.03

30. Кочмарський В. С., Замліла Н. П., Вологдіна Г. Б. та ін. Селекційна цінність ліній і сортів пшениці м'якої озимої в умовах Лісостепу України. *Науково-технічний бюлетень Миронівського інституту пшениці імені В.М. Ремесла НААН*. 2012. Вип. 11–12. С. 110–122.

31. Щербина О. З., Ткачик С. О., Тимошенко О. О., Шостак Н. О. Оцінка сортів сої культурної [*Glycine max (L.) Merrill*] за стабільністю прояву господарсько-цінних ознак. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2020. Т. 16, № 1. С. 90–96. doi: 10.21498/2518-1017.16.1.2020.201331

32. Чуйко Д. В., Криворученко Р. В. Екологічна пластичність та стабільність сортів кондитерського соняшнику в умовах Східного Лісостепу України. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. Т. 26, № 3. С. 26–30. doi: 10.31210/spi2023.26.03.05

33. Марухняк А. Я., Дацько А. О., Марухняк Г. І. Адаптивність і стабільність сортозразків вівса за показниками якості зерна. *Селекція і насінництво*. 2010. Вип. 98. С. 106–115. doi: 10.30835/2413-7510.2010.70239

УДК 632.95.024:633.88

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.21>

ТРОПАНОВІ ТА ПІРОЛІЗИДИНОВІ АЛКАЛОЇДИ У ЛІКАРСЬКІЙ РОСЛИННІЙ СИРОВИНІ

Ключевич М.М. – д.с.-г.н., професор,

в.о. завідувача кафедри здоров'я природи та якості харчових ресурсів,

Державний університет «Житомирська політехніка»

Данилко Р.С. – аспірант кафедри технологій в рослинництві,

Поліський національний університет

У статті обґрунтовано сучасні вимоги до лікарської рослинної сировини згідно Європейської фармакопеї; розкривається поняття фітотоксинів, тропанових і піролізидинових алкалоїдів. Детально описано групи рослин, які у великій кількості продукують тропанові та піролізидинові алкалоїди; негативну дію цих речовин на здоров'я людини, дозволені норми вживання та норми визначення у рослинній сировині. Проаналізовано останні наукові дані щодо забруднення фітотоксинами культурних рослин, культивованих спільно з окремими видами бур'янів. Визначено шляхи забруднення рослинної сировини як прямою контамінацією частинами рослин бур'янів у процесі збору врожаю і за подальшого його переробки та зберігання, так і горизонтальним природним перенесенням тропанових та піролізидинових алкалоїдів через ґрунт. Висвітлено горизонтальне природне перенесення, яке може відбуватися у процесі сумісного вирощування культурних рослин з фітотоксичними бур'янами або у процесі вилуговування тропанових та піролізидинових алкалоїдів з решток бур'янів зароблених у ґрунт. Відзначено, що перенесення алкалоїдів за прямого контакту надземних частин культурної рослини з бур'янами не можливий.

Розкрито поточний стан вивчення питання тропанових і піролізидинових алкалоїдів в європейських країнах та в Україні. Відзначено, що основними документами, які

регулюють якість лікарської рослинної сировини в Європі є Європейська Фармакопея (ЄФ), в Україні – Державна Фармакопея України (ДФУ). У Європейській Фармакопеї прописані види та допустимі норми алкалоїдів, які необхідно обов'язково контролювати в лікарській рослинній сировині, у ДФУ контролювання тропанових і піролізидинових алкалоїдів у сировині не передбачено. Зазначено, що в Україні немає лабораторій, які зможуть визначити наявність і рівень тропанових та піролізидинових алкалоїдів у рослинній сировині.

У статті представлено висновки та пропозиції щодо подальших досліджень. Підкреслено велику вірогідність накопичення тропанових і піролізидинових алкалоїдів в органічних плантаціях у зв'язку з обмеженими можливостями контролю бур'янів і наголошено на нагальній потребі вивчення шляхів очищення ґрунтів від цих речовин.

Ключові слова: лікарські рослини, якість сировини, Європейська фармакопея (ЄФ), Державна Фармакопея України (ДФУ), фітотоксини, тропанові алкалоїди (ТА), піролізидинові алкалоїди (ПА), горизонтальне перенесення, органічне виробництво.

Danylo R.S., Kliuchevych M.M. Tropane and pyrrolizidine alkaloids in medicinal plant raw materials

The article substantiates the modern requirements for medicinal plant raw materials according to the European Pharmacopoeia; the concept of phytotoxins, tropane and pyrrolizidine alkaloids is revealed. The groups of plants that produce tropane and pyrrolizidine alkaloids in large quantities are described in detail; the negative effects of these substances on human health, the permitted consumption rates and the standards for determination in plant material are also described. The latest scientific data on phytotoxin contamination of cultivated plants grown together with certain types of weeds are analysed. The ways of contamination of plant raw materials by direct contamination with parts of weed plants during harvesting and further processing and storage, as well as by horizontal natural transfer of tropane and pyrrolizidine alkaloids through the soil, are determined. The horizontal natural transfer, which can occur in the process of joint cultivation of cultivated plants with phytotoxic weeds or in the process of leaching tropane and pyrrolizidine alkaloids from weed residues worked into the soil, is highlighted. It is noted that the transfer of alkaloids through direct contact of the aerial parts of a cultivated plant with weeds is not possible.

The current state of research on the issue of tropane and pyrrolizidine alkaloids in European countries and in Ukraine is revealed. It is noted that the main documents regulating the quality of medicinal plant raw materials in Europe are the European Pharmacopoeia (EP) and in Ukraine – the State Pharmacopoeia of Ukraine (SPU). The European Pharmacopoeia specifies the types and permissible levels of alkaloids that must be controlled in medicinal plant materials, while the SPU does not provide for the control of tropane and pyrrolizidine alkaloids in raw materials. It is noted that there are no laboratories in Ukraine that can determine the presence and level of tropane and pyrrolizidine alkaloids in plant raw materials.

The article presents conclusions and suggestions for further research. The author emphasises the high probability of accumulation of tropane and pyrrolizidine alkaloids in organic plantations due to limited weed control capabilities and notes the urgent need to study ways to cleanse soils from these substances.

Key words: medicinal plants, quality of raw materials, European Pharmacopoeia (EPH), State Pharmacopoeia of Ukraine (SPU), phytotoxins, tropane alkaloids (TA), pyrrolizidine alkaloids (PA), horizontal transfer, organic production.

Постановка проблеми. У 2023 році Україна експортувала близько 6000 т лікарської рослинної сировини, з яких вирощуваних близько 400 т. За ціною та якістю українські трави є дуже конкурентоспроможними, але це переважно дикоросла сировина, яка в інших країнах світу або не заготовлюється, або значно дорожча. Культивована сировина має більш мінливий попит, що не дає змоги українським виробникам стабільно нарощувати об'єми виробництва лікарських трав.

Світова наука стрімко розвивається, кожен рік якісні вимоги та стандарти на рослинну сировину стають жорсткішими, норми Європейської фармакопеї збільшуються новими показниками безпеки, які виконувати та контролювати в українських реаліях дуже складно. Останні нововведення зобов'язують контролювати у рослинній сировині не тільки мікробіологічну зараженість, залишки пестицидів,

канцерогенів і різного роду синтетичних сполук (перхлоратів, гліфосатів та інші), але і контролювати речовини, які синтезуються або накопичуються самими рослинами, та які за тривалого потрапляння в організм людини, несуть суттєву загрозу життю. Такими речовинами є фітотоксини, з яких основні за небезпечністю – тропанові та піролізидинові алкалоїди [1, с. 26; 2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Фітотоксини – токсини, які утворюються і продукуються рослинами. Зазвичай такі рослини прийнято називати отруйними. Як вторинні продукти метаболізму рослин, фітотоксини виконують захисні функції, відлякуючи від них потенційних консументів, захищають рослину від поїдання. Фітотоксини включають велику групу різноманітних органічних сполук: глікозиди, алкалоїди, стероїди, ізопреноїди, фенольні сполуки, лектини тощо. Але найбільш поширеними і різноманітними за структурою вважають алкалоїди. Фітотоксини виявляють властивості біологічних контамінантів, викликають патологічні зміни у функціях і структурі клітин, тканин і органів, становлять небезпеку для здоров'я і життя людини та тварин [3].

Найбільш небезпечними фітотоксинами, які виявляються у лікарських травах є: тропанові та піролізидинові алкалоїди. Є лікарські рослини, які самі продукують ці речовини (мати-й-мачуха, живокіст, беладона), але найнебезпечніше – коли лікарські рослини не санкціоновано накопичують їх з ґрунту або засмічуються частинами отруйних рослин у процесі вирощування та переробки сировини [4].

Широке дослідження тропанових і піролізидинові алкалоїдів та їх вплив на здоров'я людини почалося із 2000-х років, а з початку 2010 року їх масово аналізували в рослинній сировині. Із 2012–2014 років почали вводити обмеження вмісту в рослинній сировині та встановлювати дозволені норми, а з 2020 року – норми вмісту алкалоїдів почали вносити в державні фармакопеї різних країн світу та обмежувати використання сировини, яка їм не відповідає. Питання цих алкалоїдів дедалі стає більш актуальним і можливим для аналізу і в інших сільськогосподарських культурах [5, с. 8–9].

Піролізидинові алкалоїди (ПА) – група алкалоїдів рослинного походження, що містять у своїй молекулі залишок піролізидину. Описано понад 600 різних ПА, що містяться у більш ніж 6000 видів рослин. Найбільшу кількість ПА продукують рослини родин Айстрові (*Asteraceae*, родів *Senecioneae* та *Eupatorieae*), Шорстколисті (*Boraginaceae*), Барвінкові (*Arcynaceae*, роду *Echiteae*) та Бобові (*Fabaceae*, роду *Scotalaria*) [6, с. 1–2]. Токсичність ПА пов'язана з пошкодженням печінки, що призводить до цирозу печінки та печінкової недостатності. Крім того окремі ПА можуть пошкоджувати ДНК клітин, що провокує онкологічні захворювання, викликає легеневу гіпертензію, гіпертрофію серця, дегенеративні пошкодження нирок. ПА не руйнуються у процесі термічної обробки, але добре розчиняються у воді [7, с. 2]. Європейське агентство з безпеки продуктів харчування (EFSA) рекомендує набір із 17 алкалоїдів, які необхідно контролювати у продуктах харчування. Допустиме добове споживання ПА різниться у різних країнах. Європейська агенція з лікарських засобів рекомендує максимальне добове їх споживання 0,007 мг/кг маси тіла. Для лікарських рослин, які будуть використані на виробництво трав'яних чаїв, норма вмісту ПА у Європі становить не більше 200 мг/кг та не більше 400 мг/кг для рослин, які будуть використані для подальшої переробки [8, с. 11].

Тропанові алкалоїди (ТА) – це вторинні метаболіти рослин, що містять у молекулі залишок тропану і є складними ефірами аміноспиртів і карбонових кислот. Ці алкалоїди виявлені в рослинах родин: Пасльонові (*Solanaceae*), Еритроксилові

(*Erythroxylaceae*) та Берізкові (*Convolvulaceae*) [9, с. 1]. Дія ТА на людину різноманітна. Вони збуджують центральну нервову систему, стимулюють дихання, але з накопиченням можуть призвести до порушень дихального центру та паралічу нервової системи. Для лікарських рослин, які будуть використані на виробництво трав'яних чаїв чи для переробки, норма вмісту ТА становить не більше 25 мг/кг [10, с. 510].

Спочатку була широко поширена думка, що забруднення рослинної сировини ПА і ТА відбувається через випадкове включення у товарну сировину рослин бур'янів або їх частин, що містять ці речовини під час збирання врожаю. Проте нещодавно також були проведені дослідження, якими виявлено альтернативні шляхи забруднення, що включають горизонтальне природне перенесення ПА і ТА через ґрунт. У цьому сенсі ПА і ТА можуть вилугуватися з решток рослинних матеріалів, що розкладаються в ґрунті та призводить до їх поглинання рослинами-акцепторами (рослинами, що не продукують ПА) [5, с. 25]. Попередні дослідження з мульчування рослин, що не містять ПА (м'ята перцева та ромашка), сухим листям хрестовника (*Senecio*) – рослина, що виробляє ПА, підтвердили поглинання ПА через ґрунт [11, с. 1185–1190]. Проте зазначено, що це горизонтальне природне перенесення через ґрунт може відбуватися і серед рослин, що ростуть поблизу.

У результаті спільного культивування хрестовника *Senecio jacobaea*, (рослина, що виробляє ПА), з петрушкою (рослина, яка не містить ПА) в одному горщику, було встановлено, що ПА, синтезовані рослиною-донором хрестовником, були переміщені в рослину петрушки. Щоб оцінити, чи може перенесення ПА відбуватися за прямого контакту листя обох рослин, було проведено додатковий експеримент з використанням пластикових огорож для запобігання такого контакту між листям. Кількість ПА, перенесених у рослину-акцептор, була однаковою з пластиковими корпусами і без них, тому від прямого перенесення від листка до листка відмовилися [12, с. 187–191]. Крім того, у дослідженнях було проведено спільне культивування в польових умовах амброзії з рослинами-акцепторами, які не містять ПА (петрушка, меліса, ромашка, м'ята) для оцінки перенесення ПА між живими рослинами. В усіх випадках ПА були присутні у цих акцепторних рослинах після спільного культивування з амброзією. За допомогою цих експериментів було підтверджено, що перенесення ПА від рослин-донорів до рослин-акцепторів включає поглинання через ґрунт, що виключає пряму передачу від листка до листка або від кореня до кореня [12, с. 187–191].

В Україні, згідно Державної Фармакопеї України, немає встановлених гранично допустимих норм тропанових і піролізидинових алкалоїдів. Ці речовини не контролюються та їх вміст не обмежується у лікарській рослинній сировині, чаях, меду, продуктах тваринного походження. Також на сьогодні в Україні немає жодної лабораторії, яка зможе зробити визначення ПА і ТА [13].

Згідно сучасних тенденцій у сфері якості та безпеки продуктів харчування, показники безпеки сировини за наявністю тропанових і піролізидинових алкалоїдів, у більшості випадків, важливіші ніж показники безпеки за наявністю залишків пестицидів і більшості синтетичних речовин. Навіть наявність цих алкалоїдів у межах дозволених норм ставить під сумнів подальше використання такого товару. Механізми зараження рослинної сировини цими речовинами більш детально почали вивчатися лише в останні часи, методи їх аналізу ще удосконалюються, кількість установ, що їх аналізує обмежена, вартість аналізу дуже висока, а сам аналіз не відображає реального вмісту ПА і ТА в усій партії.

У зв'язку з цим у групу ризику на виявлення ПА і ТА потрапляють усі види сировини – дикорослі, конвенційного та органічного виробництва. Останнім часом знаходження великих залишків цих алкалоїдів у лікарській рослинній сировині призводить не тільки до відмови від органічного виробництва, але і до відмови у подальшій культивуванні вже існуючих плантацій конвенційного виробництва і все це у зв'язку з великим накопиченням цих отруйних речовин у самому ґрунті. Механізми очищення ґрунтів від цих речовин потрібно додатково вивчати, але уже наразі зрозуміло, що в першу чергу необхідно значно змінювати культуру обробітку ґрунту та механізми контролю бур'янів, зменшити накопичення в ґрунті залишків бур'янів, які накопичують ПА і ТА.

Отже, проаналізувавши висвітлений матеріал, метою наших досліджень передбачено: проаналізувати видовий склад бур'янів на дослідних ділянках, за допомогою наявної наукової інформації провести визначення бур'янів на фітотоксичність, здатність накопичувати ТА і ПА, максимальні показники концентрації цих речовин у рослинах, визначити вплив бур'янів на накопичення ТА і ПА у культивованих лікарських рослинах, надати рекомендації виробництву з приводу контролю видового складу фітотоксичних бур'янів, описати методи їх контролю на всіх етапах культивування лікарських рослин, підсвітити можливі контамінації рослинної сировини з частинами бур'янів, які містять ТА і ПА у процесі післязбиральної сушки і доробки сировини та під час її зберігання.

Висновки. Напрямок накопичення фітотоксинів у лікарській рослинній сировині є надзвичайно актуальним і маловивченим. Науковці розрізняють окремі з цих отруйних речовин природного походження, але більш глибоке їх вивчення все ще триває і ринок лікарських рослин очікує розширення переліка цих заборонених речовин і посилення існуючих показників безпеки.

На сьогодні науковці визначають тропанові та піролізидинові алкалоїди як речовини, знаходження яких у рослинній сировині більш небезпечніше ніж виявлення залишків пестицидів. Тому є нагальна потреба більш детального встановлення механізмів накопичення цих речовин в лікарській рослинній сировині, розробки методів контролю основних їх носіїв, механізмів зменшення можливих шляхів забруднення сировини і ґрунту, механізмів очищення сировини та ґрунту від них.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Огляд ринку лікарської рослинної сировини України за 2023 рік / Маркетингова компанія «Сінергія». Київ, 2023. 49 с.
2. European Pharmacopoeia / European Directorate for the Quality of Medicines & HealthCare. 11th (Ed.). 2023. URL: <https://www.edqm.eu/en/european-pharmacopoeia-ph.-eur.-11th-edition> (accessed: 01.02.2024).
3. Фармацевтична енциклопедія. Отруйні рослини. Фітотоксини: веб-сайт. URL: <https://www.pharmacyclopedia.com.ua/article/3144/otrujni-roslini> (дата звернення: 01.02.2024).
4. Natural toxins in food / World Health Organization. URL: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/natural-toxins-in-food/> (accessed: 01.02.2024).
5. Public statement on the use of herbal medicinal products containing toxic, unsaturated pyrrolizidine alkaloids (PAs) including recommendations regarding contamination of herbal medicinal products with Pas / Committee on Herbal Medicinal Products (HMPC). 2021. 36 с. URL: <https://www.ema.europa.eu/en/documents/public-statement/public-statement-use-herbal-medicinal-products-containing-toxic->

unsaturated-pyrrolizidine-alkaloids-pas-including-recommendations-regarding-contamination-herbal-medicinal-products-pyrrolizidine_en.pdf (accessed: 01.02.2024).

6. Occurrence and Risk Assessment of Pyrrolizidine Alkaloids in Spices and Culinary Herbs from Various Geographical Origins / Florian Kaltner, Michael Rychlik, Manfred Gareis, Christoph Gottschalk. Munich : Chair of Food Safety, Faculty of Veterinary Medicine, Ludwig-Maximilians-University of Munich, 2020. 15 c.

7. A Miniaturized QuEChERS Method Combined with Ultrahigh Liquid Chromatography Coupled to Tandem Mass Spectrometry for the Analysis of Pyrrolizidine Alkaloids in Oregano Samples / Sergio Izcara, Natalia Casado, Sonia Morante-Zarcelero, Isabel Sierra. Madrid : Departamento de Tecnología Química y Ambiental, E.S.C.E.T, Universidad Rey Juan Carlos, 2020. 20 c.

8. Pyrrolizidine Alkaloids in Foods, Herbal Drugs, and Food Supplements: Chemistry, Metabolism, Toxicological Significance, Analytical Methods, Occurrence, and Challenges for Future / Bruna Tábuas, Sílvia Cruz Barros, Catarina Diogo, Carlos Cavaleiro. *Toxins*. 2024. Vol. 16(2). P. 79.

9. Emerging Issues on Tropane Alkaloid Contamination of Food in Europe / Monique de Nijs, Colin Crews, Folke Dorgelo, Susan MacDonald, Patrick P.J. Mulder. 2023. URL: <https://www.mdpi.com/2072-6651/15/2/98> (accessed: 05.02.2024).

10. Lugasi Andrea. Tropane alkaloids in food – real and perceived risks. *Journal of Food Investigation*. 2023. Vol. 69, No. 1. Article 4320.

11. Nicotine uptake by peppermint plants as a possible source of nicotine in plant-derived products / Dirk Selmar, Ulrich H. Engelhardt, Sophie Hänsel, Claudia Thräne, Melanie Nowak et al. *Agronomy for Sustainable Development*. 2015. Vol. 35(3). P. 1185–1190.

12. Horizontal Natural Product Transfer: A Novel Attribution in Allelopathy / Selmar D. et al. *Co-Evolution of Secondary Metabolites* / (Eds.) J. M. Merillon, K. G. Ramawat. Cham : Springer, 2018. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-319-76887-8_10-1 (accessed: 06.02.2024).

13. Котова Е., Котов А., Гризодуб О. Проблеми контролю вмісту піролізидинових алкалоїдів у вітчизняній сировині листя мати-й-мачухи. URL: <http://sphu.org/problemi-kontrolyu-vmistu-pirolizidinovix-alkalo%D1%97div-u-vitchiznyanij-sirovini-listya-mati-j-machuxi> (дата звернення: 07.02.2024).

УДК 633.358:631.811

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.22>

ВПЛИВ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ ТА БІОСТИМУЛЯТОРІВ НА ФОРМУВАННЯ ГЕНЕРАТИВНИХ ОРГАНІВ ГОРОХУ ПРИ РІЗНИХ ГУСТОТАХ ПОСІВІВ

Ковшакова Т.С. – аспірантка кафедри землеробства,
Херсонський державний аграрно-економічний університет

Для вирішення проблеми виробництва рослинного білка є актуальним вирощування гороху посівного (*Pisum sativa*) в умовах незрошуваних угідь Півдня України. Визначення урожайності насіння сортів гороху посівного Оплот, Модус та Світ при обробці посівів біостимуляторами та мікроелементами за різних густот посіву в умовах Південного Степу України було метою проведення наших дослідів в 2019–2021 роках на полях Херсонського державного аграрно – економічного університету розташованих на каштанових ґрунтах. Крім впливу вказаних чинників на урожай, його структуру та якість досліджувався також їх вплив на формування генеративних органів гороху. Досліди проводились за загальноприйнятою в Україні методикою польових досліджень і супроводжувались необхідними фенологічними та біометричними спостереженнями. Схема дослідів: фактор А – сорти Оплот, Модус, Світ; фактор В – густоти посівів – 0,9 млн/га, 1,2 млн/га, 1,5 млн/га; фактор С – варіанти обробки посівів – вода (контроль), Мо+Во, Біо-гель, Хелафіт. Обробку проводили в фази вусоутворення та бутонізації. В результаті досліджень встановлено, що значний вплив на кількість квіток на одній рослині спричиняли застосовані нами мікроелементи та біостимулятори. Найбільший ефект для двократної обробки посівів гороху давало застосування препарату Біо-гель, що забезпечував приріст кількості квіток на 1 рослині у сорту Оплот на 20,3%, у сорту Модус – 21,0% і у сорту Світ – 22,4%, що вказує на його високу біологічну і стимулюючу активність. Кількість утворених бобів насамперед залежала від сорту, так на контрольних варіантах (обробіток посівів водою) більше їх утворювалося у сортів Оплот та Світ – в межах 4,3–5,1 шт. на рослині і мало тенденцію до збільшення із зменшенням густоти посівів. Препарат Біо-гель забезпечував приріст насінин на 1 рослині на рівні: у сорту Оплот 6,0 шт., у сорту Модус 4,0 шт., та 4,5 шт. у сорту Світ. На вихід зерна з бобів найбільше впливав в порівнянні з необробленими варіантами препарат Біо-гель. Різниця між досліджуваними сортами не простежувалось. Стаття допоможе аграріям у виборі сорту гороху та біостимулятора.

Ключові слова: сорти гороху, мікроелементи, стимулятори, густина посівів, розвиток генеративних органів.

Kovshakova T.S. The influence of trace elements and biostimulants on the formation of generative organs of peas at different densities of crops

To solve the problem of vegetable protein production, it is important to grow peas (*Pisum sativa*) in the conditions of non-irrigated lands of the South of Ukraine. Determination of the seed yield of pea varieties Oplot, Modus and Svit under treatment with biostimulants and microelements at different sowing densities in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine was the aim of our research in 2019–2021 on the fields of Kherson State Agrarian and Economic University located on chestnut soils. In addition to the impact of these factors on the yield, its structure and quality, we also studied their influence on the formation of generative organs of peas. The experiments were carried out according to the generally accepted field research methodology in Ukraine and were accompanied by the necessary phenological and biometric observations. Scheme of the experiment: factor A – varieties Oplot, Modus, Svit; factor B – crop densities – 0.9 million/ha, 1.2 million/ha, 1.5 million/ha; factor C – crop treatment options – water (control), Mo+Vo, Bio-gel, Helafit. The treatment has been carried out in the phases of whisker formation and budding. As a result of the research, it was found that the number of flowers per plant was significantly influenced by the microelements and biostimulants we used. The greatest effect for the double treatment of pea crops was given by the use of Bio-gel, which provided an increase in the number of flowers per plant in the Oplot variety by 20.3%, in the Modus variety – 21.0% and

in the Svit variety – 22.4%, indicating its high biological and stimulating activity. The number of beans formed primarily depended on the variety, so in the control variants (water treatment of crops) more of them were formed in Oplot and Svit varieties – within 4.3–5.1 pcs. per plant and tended to increase with a decrease in the density of crops. The preparation Bio-gel provided an increase in seeds per 1 plant at the level of: 6.0 pcs. in Oplot variety, 4.0 pcs. in Modus variety, and 4.5 pcs. in Svit variety. The yield of grain from the beans was most influenced by the Bio-gel preparation in comparison with the untreated variants. There was no difference between the studied varieties. The article will help farmers in choosing a pea variety and biostimulant.

Key words: *pea varieties, trace elements, stimulators, crop density, development of generative organs.*

Постановка проблеми. Вирощування посівного гороху (*Pisum sativa*) на незрошуваних угіддях Півдня України займає особливе місце у вирішенні проблеми виробництва рослинного білка [1, 9]. Цей вид гороху в зазначених умовах може забезпечувати врожаї від 2,0 до 3,6 тонн на гектар. За останні роки, згідно з даними Держкомстату, попит на зерно гороху на світовому ринку значно зросло. Це відобразилося у збільшенні посівних площ гороху від 150 тисяч гектарів у 2014 році до 232,2 тисяч гектарів у 2021 році. Очікуваний збір насіння гороху також збільшився і становить 541,8 тисяч тонн, при середній врожайності на рівні 2,33 тонни на гектар [9, 10].

В наших досліджах вивчали сорти гороху Оплот, Модус та Світ, занесені до «Реєстру сортів України» в останні роки. Вказані сорти – вітчизняної селекції, адаптовані до умов Степу, («вусатого» типу), відносяться до групи середньостиглих, з вегетаційним періодом 70–72 дні [5].

В Україні з кожним роком все більшого поширення набуває тенденція, впровадження елементів біологізації при вирощуванні сільськогосподарських культур, шляхом впровадження в технологічний біостимуляторів та мікроелементів [2]. В Херсонському державному аграрно-економічному університеті з 2015 року проводять дослідження по вивченню впливу біостимуляторів «Біо-гель» та «Хелафіт» на продуктивність пшениці озимої, соняшнику, а з 2018 року і гороху. Результати досліджень вказують на значну ефективність використання цих препаратів [3, 4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Над питанням вдосконалення сортової агротехніки для умов Півдня України активно працює доктор с.г.-наук, професор Гамаюнова В. В. [6], доктор с.г.-наук, професор Жуйков О. Г. [7]. Проблемами підбору сортів гороху та доз мінеральних добрив зацікавлені Лихочвор В. В., Андрушко М. О. [9], адаптивністю сортів гороху до умов Степової зони займається Коблай С. В. [8]. За даними більшості наукових публікацій високі дози азотних добрив значно знижують процес азотфіксації, а іноді і припиняють його [9, 10]. Тому в своїх дослідженнях мінеральні добрива ми вносили нормою N40P60. Стосовно густоти посівів, то як і оригінатори сортів, так і дослідники в залежності від зон та умов вирощування пропонують різну густоту сівби – від 0,8 млн/га до 1,5 млн/га [6, 10]. Результати наших досліджень будуть приведені далі.

Постановка завдання. Метою проведення наших дослідів було визначення продуктивної урожайності насіння різних сортів гороху посівного при обробці посівів біостимуляторами та мікроелементами за різних густот посіву в умовах Південного Степу України.

Виклад основного матеріалу досліджень. Досліди проводились на дослідному полі науково-дослідної виробничої дільниці Херсонського державного аграрно-економічного університету на протязі 2019–2021 років.

Дослідне поле Херсонського державного аграрно-економічного університету, розташоване у південному регіоні Херсонської області, що характеризується

посушливим, помірно-жарким кліматом, з невеликою кількістю опадів, але при цьому зі значною кількістю випаровування [1].

Для значної частини зони Півдня України основними є темнокаштанові ґрунти. Характерною ознакою темно-каштанового ґрунту є невеликий гумусовий горизонт (25–30 см), невисокий вміст гумусу (1,7–1,9%) та слабка грудкувата структура. Вміст гумусу в ґрунті дослідних ділянок складав у середньому 1,90–2,10% [3].

При проведенні дослідів ми користувались загальноприйнятими методикою польових досліджень та агротехнікою вирощування гороху в умовах Півдня України. Схему дослідів ілюструють приведені в статті таблиці.

Проведення польового дослідів супроводжувалось фенологічними спостереженнями, аналізом рослинних зразків і ґрунту.

Всі спостереження проводили на всіх варіантах дослідів у двох несуміжних повтореннях. Густиоту стояння рослин визначали безпосередньо на ділянках в період сходів і перед збиранням врожаю, шляхом підрахунку рослин в рядках по діагоналі ділянки [2].

Лінійний приріст та інші біометричні виміри визначали на завчасно закріплених рослинах у двох несуміжних повтореннях.

На початку фази повної стиглості, перед обліку врожаю, на ділянках дослідів відбирали модельні снопи для визначення структури врожаю [1].

Виклад основного матеріалу досліджень. Горох дуже добре реагує на застосування молібденових добрив. Молібден підвищує врожай зеленої маси й зерна гороху, збільшує у ньому вміст білків. Зв'язування атмосферного азоту бульбочковими бактеріями у симбіозі з рослинами підвищується. Оброблений молібденом горох залишає у ґрунті більше кореневих залишків і зв'язаного азоту, що підвищує родючість ґрунтів і врожайність наступних за горохом культур [1, 3].

При проведенні досліджень застосовували безгербіцидну агротехніку, загальноприйнятую при вирощуванні гороху на насіння в степовій зоні [2].

Кількість повноцінних квіток на рослині в середньому за роки досліджень у даних сортів була на контрольних варіантах в межах 5,3–6,1 шт. і була в зворотній залежності від густоти травостою, наприклад: у сорту Оплот при густоті 1,5 млн./га їх було 5,4 шт., при густоті 1,2 млн./га – 6,0 шт., а при 0,9 млн./га – 6,2 шт., що спостерігалось і в інших досліджуваних сортів (таблиця 1).

Таблиця 1

Залежність кількості квіток на одній рослині від досліджуваних факторів (середнє за 2019–2021 р.р.)

№ п/п	Фактор С Варіанти обробки посівів	Кількість квіток на 1 рослині, г				Прибавка відносно контролю	
		2019 р	2020 р	2021 р	Середнє	шт.	%
1	2	3	4	5	6	7	8
Фактор А – сорт Оплот							
Фактор В – густина посівів 1,5 млн/га							
1	Вода-контроль	5,7	4,9	5,5	5,4	0	0
2	Мо + Во	6,6	5,6	6,2	6,1	0,7	12,9
3	Біо-гель	6,9	5,8	6,7	6,5	1,2	20,3

Закінчення табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8
густота посівів 1,2 млн/га							
1	Вода-контроль	6,3	5,5	6,1	6,0	0	0
2	Мо + Во	7,2	6,3	6,9	6,8	0,8	13,3
3	Біо-гель	7,6	6,8	7,3	7,2	1,2	20,0
4	Хелафіт	7,4	6,4	7,1	7,0	1,0	16,6
густота посівів 0,9 млн/га							
1	Вода-контроль	6,5	5,8	6,2	6,2	0	0
2	Мо + Во	6,9	6,5	6,7	6,7	0,5	8,1
3	Біо-гель	7,4	7,0	7,3	7,2	1,0	16,1
4	Хелафіт	7,2	6,6	7,0	6,9	0,7	11,3
сорт Модус							
густота посівів 1,5 млн/га							
1	Вода-контроль	5,8	4,6	5,4	5,3	0	0
2	Мо + Во	6,7	5,3	6,3	6,1	0,8	15,1
3	Біо-гель	7,2	5,9	6,5	6,5	1,2	22,6
4	Хелафіт	6,4	5,4	6,1	5,9	0,6	11,0
густота 1,2 млн/га							
1	Вода-контроль	6,2	4,9	6,0	5,7	0	0
2	Мо + Во	7,0	6,0	7,0	6,7	1,0	17,5
3	Біо-гель	7,4	6,2	7,2	6,9	1,2	21,0
4	Хелафіт	7,2	5,8	6,8	6,6	0,9	15,8
густота 0,9 млн/га							
1	Вода-контроль	6,4	5,0	6,3	5,9	0	0
2	Мо + Во	7,3	6,5	7,4	7,1	1,2	20,3
3	Біо-гель	7,8	6,8	7,7	7,4	1,5	25,4
4	Хелафіт	7,5	6,4	7,2	7,0	1,1	18,6
сорт Світ							
густота 1,5 млн/га							
1	Вода-контроль	5,9	4,7	5,7	5,4	0	0
2	Мо + Во	6,8	5,5	6,5	6,3	0,9	16,7
3	Біо-гель	7,0	5,9	6,9	6,6	1,2	22,2
4	Хелафіт	6,7	5,7	6,6	6,3	0,9	16,7
густота 1,2 млн/га							
1	Вода-контроль	6,2	5,3	6,0	5,8	0	0
2	Мо + Во	7,4	5,7	7,2	6,8	1,0	17,2
3	Біо-гель	7,5	6,3	7,6	7,1	1,3	22,4
4	Хелафіт	7,4	5,9	7,5	6,9	1,1	19,0
густота 0,9 млн/га							
1	Вода-контроль	6,4	5,4	6,5	6,1	0	0
2	Мо + Во	7,1	5,9	7,4	6,8	0,7	11,5
3	Біо-гель	7,2	6,6	7,7	6,8	0,7	11,5
4	Хелафіт	7,2	6,1	7,5	6,9	0,8	13,1

За роки досліджень $НІР_{05}$ в середньому становила: по фактору А – 0,10 кв./роsl.; по фактору В – 0,10 кв./роsl.; по фактору С – 0,11 кв./роsl.; по взаємодії факторів АВС – 0,44 кв./роsl.

Значний вплив на кількість квіток на одній рослині спричиняли застосовані нами мікроелементи та біостимулятори. Застосування для обробки посівів сумішки бору та молібдену на оптимальних варіантах загущення посівів збільшувало цей показник з 6,0 шт. на контролі до 6,8 шт. (+13,3%) у сорту Оплот, з 5,7 до 6,7 шт. на рослині (+17,5) у сорту Модус і у сорту Світ – з 5,8 до 7,1 шт. (+22,4%).

Дещо вищими були ці значення при застосуванні препарату Хелафіт і становили відповідно: у сорту Оплот – 16,6%, у сорту Модус – 18,6% і у сорту Світ – 19,0%.

Найбільший ефект давало застосування для двократної обробки посівів гороху давало застосування препарату Біо-гель, що забезпечував приріст кількості квіток на 1 рослині у сорту Оплот на 20,3%, у сорту Модус – 21,0% і у сорту Світ – 22,4%, що вказує на його високу біологічну і стимулюючу активність.

Отже, застосовуючи для обробки вегетуючих посівів гороху мікроелементи бор та молібден і біостимулятори Хелафіт і Біо-гель ми можемо значно підвищити біологічний потенціал рівня продуктивності гороху.

Відомо, що важливим критерієм оцінки розвитку генеративних органів рослин на початковому етапі періоду плодоношення є коефіцієнт або відсоток запліднення, який вказує скільки плодів утворюється з 100 квіток на рослині після цвітіння (таблиця 2).

Таблиця 2

Вплив біостимуляторів та мікроелементів на відсоток запліднення сортів гороху за різних густот посівів, % (середнє за 2019–2021 р.р.)

№ п/п	Густота посівів	Варіанти обробки посівів			
		Вода-контроль	Мо + Во	Біо-гель	Хелафіт
1	2	3	4	5	6
Сорт Оплот					
1	1,5 млн/га	83	84	85	87
2	1,2 млн/га	80	84	85	84
3	0,9 млн/га	82	85	85	83
Сорт Модус					
4	1,5 млн/га	76	77	78	78
5	1,2 млн/га	72	75	75	74
6	0,9 млн/га	73	78	80	76
Сорт Світ					
7	1,5 млн/га	80	83	85	86
8	1,2 млн/га	82	85	89	87
9	0,9 млн/га	83	86	90	87

Найвагоміше впливав на коефіцієнт запліднення сорт. Із таблиці видно, що найвищим він був у сортів Оплот та Світ і досягав на контролі значення 80–83% і практично не залежав від густоти посівів, в той час, як у сорта Модус був на рівні 72–76%, тобто на 10–11% нижчим. Це пояснюється слабкою адаптованістю цього сорту до посушливих умов Півдня України, за яких у багатьох культур

під дією суховіїв може виникати стерилізація пилку, що унеможлиблює процес запліднення.

В певній мірі на досліджуваній показник впливали застосовані нами мікроелементи та біостимулятори. Мікроелементи збільшували його в усіх сортів на 2–5% відносно контролю, Біо-гель – на 4–7%, а Хелафіт – на 3–6%.

Кількість бобів після цвітіння приведена в таблиці 3.

Таблиця 3

Залежність кількості бобів, утворених на одній рослині після цвітіння у сортів гороху від досліджуваних факторів (середнє за 2019–2021 р.р.)

№ п/п	Фактор С Варіанти обробки посівів	Результати досліджень по роках: шт				Відсоток запліднення	
		2019 р	2020 р	2021 р	Середнє	%	+/- до контролю
1	2	3	4	5	6	7	8
Фактор А – сорт Оплот							
Фактор В – густина посівів 1,5 млн/га							
1	Вода-контроль	4,6	4,3	4,6	4,5	0	0
2	Мо + Во	5,4	4,9	5,0	5,1	0,6	13
3	Біо-гель	5,7	5,1	5,6	5,5	1,0	22
4	Хелафіт	5,6	4,8	5,5	5,3	0,8	18
густина посівів 1,2 млн/га							
1	Вода-контроль	5,0	4,6	4,8	4,8	0	0
2	Мо + Во	6,9	5,5	6,1	5,8	1,0	21
3	Біо-гель	6,2	5,7	6,4	6,1	1,3	27
4	Хелафіт	6,1	5,6	6,0	5,9	1,1	23
густина посівів 0,9 млн/га							
1	Вода-контроль	5,3	4,8	5,2	5,1	0	0
2	Мо + Во	5,8	5,7	5,5	5,7	0,6	12
3	Біо-гель	6,2	5,8	6,4	6,1	1,0	19,6
4	Хелафіт	6,0	5,6	5,9	5,8	0,7	14
сорт Модус							
густина посівів 1,5 млн/га							
1	Вода-контроль	4,1	3,7	3,8	3,9	0	0
2	Мо + Во	4,5	4,1	4,7	4,4	0,5	13
3	Біо-гель	5,0	4,5	5,2	4,9	1,0	26
4	Хелафіт	4,9	4,3	4,6	4,6	0,7	18
густина 1,2 млн/га							
1	Вода-контроль	4,8	4,0	4,1	4,3	0	0
2	Мо + Во	4,9	4,3	5,3	4,8	0,5	12
3	Біо-гель	5,6	4,9	5,1	5,2	0,9	21
4	Хелафіт	5,2	4,5	5,0	4,9	0,6	14
густина 0,9 млн/га							
1	Вода-контроль	4,3	4,1	4,3	4,3	0	0
2	Мо + Во	5,2	5,0	5,3	5,2	0,9	15
3	Біо-гель	6,0	5,3	5,9	5,7	1,4	27
4	Хелафіт	5,4	5,1	5,5	6,3	1,0	20

Закінчення табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8
сорт Світ							
густота 1,5 млн/га							
1	Вода-контроль	4,4	4,1	4,4	4,3	0	0
2	Мо + Во	5,3	4,8	5,5	5,2	0,9	2,0
3	Біо-гель	5,6	5,2	5,6	65,5	1,2	28
4	Хелафіт	5,4	5,0	5,4	5,3	1,0	22
густота 1,2 млн/га							
1	Вода-контроль	5,2	4,7	5,2	5,0	0	0
2	Мо + Во	5,8	5,2	6,5	5,8	0,8	16
3	Біогель	6,3	5,6	7,1	6,3	1,3	26
4	Хелафіт	6,0	5,4	6,5	6,0	1,0	20
густота 0,9 млн/га							
1	Вода-контроль	5,0	4,7	5,7	5,1	0	0
2	Мо + Во	5,8	5,5	6,5	5,9	0,8	16
3	Біо-гель	6,0	5,8	7,0	6,3	1,2	24
4	Хелафіт	5,7	5,4	6,4	5,9	0,8	16

Варіювання за роки дослідження середнього значення $НІР_{05}$ знаходилось в межах: по фактору А – 0,12 біб/рослину; по фактору В – 0,12 біб/рослину; по фактору С – 0,14 біб/рослину; по взаємодії факторів АВС – 0,41 біб/рослину.

Ми встановили, що кількість утворених бобів насамперед залежала від сорту, так на контрольних варіантах (обробіток посівів водою) більше їх утворювалось у сортів Оплот та Світ – в межах 4,3–5,1 шт. на рослині і мало тенденцію до збільшення із зменшенням густоти посівів. У сорту Модус цей показник був на рівні 3,9 шт. при густоті 1,5 млн./га, та 4,3 при 0,9 млн./га, тобто на 16% менший, ніж у вищевказаних сортів.

Кількість насінневих зачатків утворених після запліднення залежала, насамперед, від сорту (таблиця 4).

Таблиця 4

Вплив досліджуваних факторів на кількість насінневих зачатків в 1 бобі у сортів гороху після цвітіння (середнє за 2019–2021 р.р.)

№ п/п	Фактор С Варіанти обробки посівів	Результати досліджень по роках: маса вусів та листя з 1 рослини, г				Прибавка відносно контролю	
		2019 р	2020 р	2021 р	Середнє	г/га	%
1	2	3	4	5	6	7	8
Фактор А – сорт Оплот							
Фактор В – густота посівів 1,5 млн/га							
1	Вода-контроль	4,1	2,9	3,9	3,6	0	0
2	Мо + Во	4,5	3,2	4,3	4,0	0,4	11
3	Біо-гель	4,8	3,8	4,6	4,4	0,8	22
4	Хелафіт	4,8	3,7	4,5	4,3	0,7	19
густота посівів 1,2 млн/га							

Закінчення табл. 4

1	2	3	4	5	6	7	8
1	Вода-контроль	4,3	3,3	4,1	3,9	0	0
2	Мо + Во	4,6	3,7	4,4	4,2	0,3	8
3	Біо-гель	4,8	3,9	4,7	4,5	0,6	15
4	Хелафіт	4,8	3,8	4,5	4,4	0,5	13
густота посівів 0,9 млн/га							
1	Вода-контроль	4,6	3,7	4,3	4,2	0	0
2	Мо + Во	4,8	4,2	4,6	4,5	0,3	7
3	Біо-гель	5,1	4,5	4,8	4,8	0,6	14
4	Хелафіт	4,7	4,3	4,6	4,5	0,3	7
сорт Модус							
густота посівів 1,5 млн/га							
1	Вода-контроль	3,4	2,6	3,2	3,1	0	0
2	Мо + Во	3,6	3,0	3,5	3,3	0,2	6
3	Біо-гель	3,8	3,4	3,7	3,6	0,5	16
4	Хелафіт	3,8	3,2	3,6	3,5	0,4	13
густота 1,2 млн/га							
1	Вода-контроль	3,6	3,0	3,4	3,3	0	0
2	Мо + Во	3,9	3,3	3,7	3,6	0,3	9
3	Біо-гель	4,1	3,6	4,0	3,9	0,6	18
4	Хелафіт	4,0	3,4	3,8	3,7	0,4	12
густота 0,9 млн/га							
1	Вода-контроль	3,7	3,3	3,6	3,5	0	0
2	Мо + Во	4,1	3,7	3,9	3,8	0,3	9
3	Біо-гель	4,4	4,0	4,2	4,2	0,7	20
4	Хелафіт	4,1	3,8	4,0	3,9	0,4	11
сорт Свіг							
густота 1,5 млн/га							
1	Вода-контроль	4,2	3,0	3,7	3,6	0	0
2	Мо + Во	4,0	3,3	4,1	3,8	0,2	6
3	Біо-гель	4,6	3,7	4,4	4,2	0,6	17
4	Хелафіт	4,4	3,6	4,2	4,1	0,5	14
густота 1,2 млн/га							
1	Вода-контроль	4,2	3,3	4,0	3,8	0	0
2	Мо + Во	4,3	3,6	4,2	4,0	0,2	5
3	Біо-гель	4,9	3,9	4,7	4,5	0,7	18
4	Хелафіт	4,5	3,6	4,3	4,1	0,3	8
густота 0,9 млн/га							
1	Вода-контроль	4,3	3,5	4,2	4,0	0	0
2	Мо + Во	4,5	4,0	4,4	4,3	0,3	8
3	Біо-гель	5,1	4,2	4,9	4,7	0,7	18
4	Хелафіт	4,7	4,1	4,5	4,4	0,4	10

Середнє значення $НР_{05}$ за роки досліджень становило: по фактору А – 0,07 насінневих зачатків/1 біб; по фактору В – 0,07 насінневих зачатків/1 біб; по

фактору С – 0,08 насінневих зачатків/1 біб; по взаємодії факторів АВС – 0,24 насінневих зачатків/1 біб.

У сортів Оплот та Світ вона була на контрольних варіантах в межах 3,6–4,2 шт. і збільшувалась із зменшенням густоти посівів, а у сорту Модус цей показник становив 3,1–3,5 шт., або на 14–17% менше.

Суттєво впливали на цей показник мікродобрива забезпечуючи рівень 4,0–4,5 шт. у сортів Оплот та Світ, що в середньому на 11% перевищувало контроль, а у сорту Модус на рівні 3,3–3,6, або на 12% більше, ніж при обробці посівів водою.

3 біостимуляторів кращий результат давав Біо – гель, де даний показник у сортів Оплот та Світ зростав до 4,4–4,8, або на 15%, а препарат Хелафіт давав приріст на 1–2% менший.

Отже, досліджувані препарати на початку формування генеративних органів давали помітний стимулюючий ефект, що був тотожний дії інших стимулюючих препаратів, застосованих іншими дослідниками.

У бобових культур, зокрема у гороху, на період наливу насіння його кількість на 1 біб завжди менша за кількість утворених насінневих зачатків, що пов'язане з дією факторів зовнішнього середовища, в нашій зоні, насамперед, з дефіцитом вологи.

Порівнюючи кількість бобів в фазу повної стиглості насіння (таблиця 5) з їх кількістю утвореною після цвітіння гороху (таблиця 3), ми відмічали значне зменшення цього показника по всіх варіантах досліду на 16–33%, що залежало від сорту та обробки посіви мікроелементами та біостимуляторами, а густина травою менше впливала на цей показник (таблиця 5).

Таблиця 5

Кількість бобів на 1 рослині в фазу повної стиглості насіння сформованих від дією досліджуваних факторів, шт (середнє за 2019–2021 р.р.)

№ п/п	Фактор С Варіанти обробки посівів	Результати досліджень по роках: маса вусів та листя з 1 рослини, г				Прибавка відносно контролю	
		2019р	2020р	2021р	Середнє	шт.	%
1	2	3	4	5	6	7	8
Фактор А – сорт Оплот							
Фактор В – густина посівів 1,5 млн/га							
1	Вода-контроль	3,6	3,1	3,4	3,4	0	0
2	Мо + Во	3,7	3,3	3,5	3,5	0,1	3
3	Біо-гель	3,9	3,6	3,8	3,8	0,3	9
4	Хелафіт	3,7	3,4	3,6	3,6	0,2	6
густина посівів 1,2 млн/га							
1	Вода-контроль	4,2	3,4	3,9	3,8	0	0
2	Мо + Во	4,6	3,7	4,3	4,2	0,4	10
3	Біо-гель	4,6	4,0	4,5	4,4	0,6	16
4	Хелафіт	4,5	3,8	4,3	4,2	0,4	10
густина посівів 0,9 млн/га							
1	Вода-контроль	4,7	3,7	4,5	4,3	0	0
2	Мо + Во	5,1	3,9	4,8	4,6	0,3	7
3	Біо-гель	5,4	4,3	5,1	4,9	0,6	14
4	Хелафіт	5,2	4,1	5,0	4,8	0,5	12

Закінчення табл. 5

1	2	3	4	5	6	7	8
сорт Модус							
густота посівів 1,5 млн/га							
1	Вода-контроль	3,5	2,8	3,3	3,2	0	0
2	Мо + Во	3,7	3,0	3,4	3,4	0,2	6
3	Біо-гель	4,2	3,2	3,6	3,7	0,5	16
4	Хелафіт	3,6	3,0	3,4	3,3	0,1	3
густота 1,2 млн/га							
1	Вода-контроль	4,5	2,9	4,2	3,8	0	0
2	Мо + Во	4,7	3,2	4,3	4,1	0,3	8
3	Біогель	4,7	3,5	4,4	4,2	0,4	11
4	Хелафіт	4,7	3,3	4,2	4,1	0,3	8
густота 0,9 млн/га							
1	Вода-контроль	4,3	3,2	4,1	3,9	0	0
2	Мо + Во	4,9	3,5	4,4	4,3	0,4	10
3	Біо-гель	5,2	3,7	4,6	4,5	0,6	15
4	Хелафіт	5,1	3,5	4,5	4,4	0,5	13
сорт Світ							
густота 1,5 млн/га							
1	Вода-контроль	3,2	2,8	2,9	3,0	0	0
2	Мо + Во	3,2	3,0	3,0	3,1	0,1	3
3	Біо-гель	3,3	3,3	3,4	3,3	0,3	10
4	Хелафіт	3,4	3,1	3,2	3,2	0,3	10
густота 1,2 млн/га							
1	Вода-контроль	3,8	3,0	3,4	3,4	0	0
2	Мо + Во	4,4	3,2	3,9	3,8	0,4	12
3	Біо-гель	4,4	3,6	4,1	4,0	0,6	18
4	Хелафіт	4,3	3,3	4,0	3,9	0,5	15
густота 0,9 млн/га							
1	Вода-контроль	4,4	3,3	3,9	3,9	0	0
2	Мо + Во	4,9	3,6	4,4	4,3	0,4	10
3	Біо-гель	4,9	3,9	4,6	4,4	0,5	13
4	Хелафіт	4,9	3,7	4,4	4,3	0,4	10

Середнє значення HP_{05} було в межах: по фактору А – 0,11 бобів/рослину; по фактору В – 0,11 бобів/рослину; по фактору С – 0,12 бобів/рослину; по взаємодії факторів АВС – 0,37 бобів/рослину.

В наших дослідях кількість бобів при повній стиглості на рослині гороху в середньому за 3 роки була в межах 3,2–4,3 шт. на контрольних варіантах і мала зворотню кореляцію з густиною посівів, що було характерним і для інших варіантів. Відносно сортів, то найбільшою кількістю бобів на контролі була у Оплота та Світа – 3,4–4,3 шт., а у Модуса лише 3,2–3,9 шт. Обробіток мікроелементами давав по сортах прибавку 6–12% відносно обробітку посівів водою.

Найбільший контраст з контролем давав препарат Біо-гель – на рівні 9–18%, а препарат Хелафіт забезпечував приріст 6–13% бобів.

Відносно кількості насінин в 1 бобові при настанні повної стиглості насіння, то вона також мала тенденцію до зниження на загущених посівах, залежала від сорту і в значній мірі від обробітку посівів мікроелементами та біопрепаратами. На контрольних варіантах вона варіювала від 2,3 до 3,0 шт. (таблиця 6).

Таблиця 6

Кількість насінин в 1 бобові при повній стиглості насіння в залежності від досліджуваних факторів, шт. (середнє за 2019–2021 р.р.)

№ п/п	Фактор С Варіанти обробки посівів	Результати досліджень по роках: маса вусів та листя з 1 рослини, г				Прибавка відносно контролю	
		2019 р	2020 р	2021 р	Середнє	т/ га	%
1	2	3	4	5	6	7	8
Фактор А – сорт Оплот							
Фактор В – густина посівів 1,5 млн/га							
1	Вода-контроль	2,7	2,2	2,5	2,4	0	0
2	Мо + Во	2,9	2,4	2,6	2,6	0,2	8
3	Біо-гель	3,2	2,6	3,9	3,2	0,6	25
4	Хелафіт	3,0	2,4	2,9	2,8	0,4	17
густина посівів 1,2 млн/га							
1	Вода-контроль	2,9	2,4	2,8	2,7	0	0
2	Мо + Во	3,1	2,5	3,0	2,9	0,2	7
3	Біо-гель	3,3	2,8	3,1	3,0	0,3	11
4	Хелафіт	3,2	2,6	3,0	2,9	0,2	7
густина посівів 0,9 млн/га							
1	Вода-контроль	3,2	2,5	2,9	2,9	0	0
2	Мо + Во	3,7	2,7	3,4	3,3	0,6	12
3	Біо-гель	3,9	3,1	3,7	3,6	0,9	33
4	Хелафіт	3,8	2,8	3,5	3,4	0,7	26
сорт Модус							
густина посівів 1,5 млн/га							
1	Вода-контроль	2,3	2,0	2,7	2,3	0	0
2	Мо + Во	2,6	2,2	2,9	2,6	0,3	13
3	Біо-гель	2,9	2,4	3,2	2,8	0,5	22
4	Хелафіт	2,7	2,2	3,0	2,6	0,3	13
густина 1,2 млн/га							
1	Вода-контроль	2,7	2,1	2,6	2,5	0	0
2	Мо + Во	3,1	2,2	2,9	2,7	0,2	8
3	Біо-гель	3,2	2,5	3,2	3,0	0,5	20
4	Хелафіт	3,1	2,3	2,9	2,8	0,3	12
густина 0,9 млн/га							
1	Вода-контроль	2,9	2,3	2,7	2,6	0	0
2	Мо + Во	3,3	2,5	3,0	2,9	0,3	11
3	Біо-гель	3,5	2,7	3,3	3,2	0,6	22
4	Хелафіт	3,3	2,5	3,0	2,9	0,3	12

Закінчення табл. 6

1	2	3	4	5	6	7	8
сорт Світ							
густота 1,5 млн/га							
1	Вода-контроль	2,8	2,3	2,5	2,5	0	0
2	Мо + Во	3,1	2,5	2,7	2,8	0,3	12
3	Біо-гель	3,2	2,7	2,9	2,9	0,4	16
4	Хелафіт	3,1	2,6	2,8	2,8	0,3	12
густота 1,2 млн/га							
1	Вода-контроль	3,1	2,4	2,7	2,8	0	0
2	Мо + Во	3,4	2,6	2,9	3,0	0,2	7
3	Біо-гель	3,6	2,9	3,3	3,2	0,4	14
4	Хелафіт	3,5	2,7	3,1	3,1	0,3	11
густота 0,9 млн/га							
1	Вода-контроль	3,4	2,6	3,0	3,0	0	0
2	Мо + Во	3,7	2,7	3,3	3,2	0,2	7
3	Біо-гель	3,9	3,2	3,6	3,6	0,6	20
4	Хелафіт	3,8	2,8	3,4	3,3	0,3	10

Середнє значення $НР_{05}$ за роки досліджень було в межах: по фактору А – 0,07 насінин/1 біб; по фактору В – 0,07 насінин/1 біб; по фактору С – 0,09 насінин/1 біб; по взаємодії факторів АВС – 0,26 насінин/1 біб.

При застосуванні бору та молібдену цей показник порівняно з контролем збільшувався на 7–13% до 3,3 шт. при всіх густотах у досліджуваних сортів. Досягання середнього максимуму (3,6 шт.) у сортів Оплот та Світ було при подвійній обробці посівів препаратом Біо-гель (+20–24 порівняно з контролем), у сорта Модус максимум сягав 3,2 шт.

Кількість насіння на 1 рослині гороху у фазу повної стиглості приведена в таблиці 7.

Таблиця 7

Залежність кількості насіння на 1 рослині гороху від умов вирощування, шт. (середнє за 2019–2021 рр.)

№ п/п	Густота посівів	Варіанти обробки посівів			
		Вода-контроль	Мо + Во	Біо-гель	Хелафіт
Сорт Оплот					
1	1,5 млн/га	8,2	9,1	14,4	13,0
2	1,2 млн/га	10,3	12,2	15,2	13,2
3	0,9 млн/га	11,6	14,8	17,6	16,3
Сорт Модус					
4	1,5 млн/га	7,4	8,8	10,4	8,6
5	1,2 млн/га	9,5	11,1	12,6	11,5
6	0,9 млн/га	10,4	12,5	14,4	12,8
Сорт Світ					
7	1,5 млн/га	7,9	8,9	9,6	9,0
8	1,2 млн/га	9,9	11,4	12,8	12,1
9	0,9 млн/га	11,3	13,8	15,8	14,2

Дані таблиці вказують, що густина посівів значно впливала на кількість насіння на 1 рослині, яка на контролі (обробіток водою) та інших варіантах зростала із зменшення густоти з 1,5 млн./га до 0,9 млн./га. Різниця на контролі була на рівні 3,4 шт. у сорту Оплот (41%), у сорта Світ – на такому ж рівні, а в сорту Модус – 3,0 шт. (40%).

Мікроелементи та біостимулятори значно впливали на аналізований показник.

При оптимальній для нього густоті (0,9 млн./га) для сорту Оплот він був на рівні 14,8 шт., для сорту Світ – 13,8 шт. і для Модуса – 10,4 шт., що перевищувало контроль відповідно на 3,2, 2,5 та 2,1 шт. Більш суттєву прибавку названих вище сортів – 4,7, 2,9 і 2,4 шт. Лідер рейтингу – препарат Біо-гель забезпечував приріст на рівні 6,0, 4,0 та 4,5 шт. насінин на 1 рослині, тому застосування вказаних препаратів дозволить значно збільшити урожайність гороху, запобігаючи дії негативних факторів навколишнього середовища, стимулюючи його ріст та розвиток, впливаючи на ферментативну систему рослин.

Висновки і перспективи подальших досліджень. В результаті досліджень встановлено, що значний вплив на кількість квіток на одній рослині спричиняли застосовані нами мікроелементи та біостимулятори. Найбільший ефект для двократної обробки посівів гороху давало застосування препарату Біо-гель, що забезпечував приріст кількості квіток на 1 рослині у сорту Оплот на 20,3%, у сорту Модус – 21,0% і у сорту Світ – 22,4%, що вказує на його високу біологічну і стимулюючу активність. Кількість утворених бобів насамперед залежала від сорту, так на контрольних варіантах (обробіток посівів водою) більше їх утворювалось у сортів Оплот та Світ – в межах 4,3–5,1 шт. на рослині і мало тенденцію до збільшення із зменшенням густоти посівів. У сорту Модус цей показник був на рівні 3,9 шт. при густоті 1,5 млн./га, та 4,3 при 0,9 млн./га, тобто на 16% менший, ніж у вищевказаних сортів. Препарат Біо-гель забезпечував приріст насінин на 1 рослині на рівні 6,0, 4,0 та 4,5 шт. На вихід зерна найбільше впливав в порівнянні з необробленими варіантами Біо-гель. При його застосуванні цей показник досягав рівня 82–83%, проти 79–80% на контролі, або на 5,1% більше. Різниці між досліджуваними сортами не простежувалось.

Результати досліджень свідчать про те, що застосування біопрепаратів при вирощуванні різних сортів гороху є ефективним методом для підвищення продуктивності та стійкості рослин. Однак для досягнення оптимальних результатів варто продовжувати наукові дослідження та практичні випробування для визначення найкращих комбінацій біопрепаратів та методів їх застосування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Аверчев О. В., Ковшакова Т. С. Вплив біологізації елементів агротехніки сортів гороху за різної густоти шляхом обробки посівів біостимуляторами та мікроелементами на його біометричні показники в незрошуваних умовах південного степу України : *Scientific monograph. Development trends of the world agriculture in the XXIst century: the view of the modern scientific community*. Riga, Latvia : Baltija Publishing, 2022. С. 28–59.
2. Аверчев О.В., Ковшакова Т.С. Вплив біостимуляторів та мікроелементів на фенологічні показники сортів гороху в умовах Півдня України. *Таврійський науковий вісник*. Херсон. 2022. № 123. С. 3–8.
3. Аверчев О.В., Ковшакова Т.С. Вплив стимуляторів росту та мікроелементів на формування азотофіксуючого апарату гороху в умовах Півдня України. *Таврійський науковий вісник*. Херсон. 2023. № 134. С. 64–71.

4. Аверчев О. В., Ковшакова Т. С., Алмашова В. С., Онищенко С. О. Застосування екологічно безпечних агротехнологій при вирощуванні гороху в умовах посушливого клімату Півдня України. *Міжнародна науково-практична online – конференція молодих учених «Науково практичні основи формування інноваційних агротехнологій – новітні підходи молодих вчених»* (19 травня 2020 року, Херсон), С. 19–22.
 5. Аверчев О.В., Аверчева Н.О. Сучасний стан розвитку аграрних підприємств в Україні. Вісник аграрної науки Причорно-мор'я. – Миколаїв, 2014. – Вип. 4. – С. 27–34.
 6. Міністерство аграрної політики та продовольства України. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2018 рік. Реєстр є чинним станом на 06.03.2018. Київ. 447 с. URL: <https://www.rivneprod.gov.ua/wp-content/uploads/2019/05/Derzhavnyj-reyestr-sortiv-roslyn-prydatnyh-dlya-poshyrennya-v-Ukrayini-na-2018-rik.pdf> (дата звернення: 13.12.2023)
 7. Гамаюнова В. В., Туз М. С. Вплив елементів технології вирощування на продуктивність сортів гороху в південному Степу. *Збірник наукових праць «ННЦ Інститут землеробства НААН»*. 2016. № 1. С. 46–57.
 8. Жуйков О. Г., Лагутенко К. В. Горох посівний в Україні – стан, проблеми, перспективи. *Таврійський науковий вісник: землеробство, рослинництво, овочівництво та баштанництво*. Херсон. 2017. № 98.
 9. Коблай С. В. Накопичення надземної біомаси та адаптивність до умов степової зони різних за морфо типом сортів гороху. *Збірник наукових праць Селекційно-генетичного інституту – національного центру насінництва і селекції*. 2009. Вип. 14(54). С. 143–150.
 10. Лихочвор В. В., Андрушко М. О. Вплив норм висіву гороху на елементи структури та врожайність зерна. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2019. № 4. С. 51–57. DOI: 10.31210/visnyk2019.04.06
-

УДК 633.854.78 : 631. 81

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.23>

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОДОБРІВ В ПОСІВАХ СОНЯШНИКУ

Козечко В.І. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри загального землеробства та ґрунтознавства,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Іванченко О.М. – аспірантка кафедри загального землеробства
та ґрунтознавства,

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Мікроелементи є ключовими компонентами живлення соняшника, забезпечуючи йому необхідні ресурси для оптимального росту, розвитку та формування врожаю. Найважливішими мікроелементами для соняшнику є бор (В), молибден (Мо), марганець (Мп), мідь (Сu) і цинк (Zn). Комбіноване використання мікроелементів відіграє важливу роль у підвищенні рівня реалізації біологічного потенціалу польових культур. У більшості випадків саме мікроелементами можна регулювати процеси росту і розвитку рослин, підвищувати врожайність та покращувати якість вирощеного врожаю. Польові експерименти були проведені на виробничому полі ТОВ «Агросс+» Дніпровського району Дніпропетровської області протягом 2022–2023 років. Мета досліджень – оцінити вплив та визначити оптимальні варіанти застосування мікродобрив Торфовіт Хелат Комплекс, Торфовіт В/Мо, Торфовіт Zn/N на гібриді соняшнику Suotі. Як показали результати досліджень використання мікродобрив в технології вирощування соняшнику децю підвищувало біометричні показники олійної культури. Висота рослин соняшнику мала тенденцією до підвищення на 3,5–5,5 см за використання Торфовіт Zn/N (0,5–1,5 л/га). Збільшення дози мікродобрив за використання Торфовіт Хелат Комплекс, Торфовіт В/Мо, Торфовіт Zn/N сприяло тенденції підвищенню висоти рослин, яка перебувала в межах 142,5–151,0 см. Відмічена тенденція до підвищення площі листової поверхні, зокрема за використання Торфовіт В/Мо – 30,5–33,96 тис. м²/га. Децю менше при внесенні Торфовіт Хелат Комплекс – 25,6–31,2 тис. м²/га, а мінімальні показники при застосуванні Торфовіт Zn/N – 28,6–30,5 тис. м²/га. Максимальну урожайність соняшнику отримано за використання мікродобрива Торфовіт Хелат Комплекс (3,0 л/га) – 3,34 т/га. Надбавка урожаю зерна тут становила 0,41 т/га, або 12,3 %. Поступове пониження дози препарату з 3,0 л/га до 2,0 та 1,0 л/га сприяло зниженню приросту врожаю соняшнику до 0,18 та 0,09 т/га, або відповідно 5,7 та 2,8 %, тобто зниження дози препарату прямо пропорційно впливало на послаблення його ефективності. Мікродобрива Торфовіт Zn/N та Торфовіт В/Мо мали аналогічні тенденції із децю нижчими показниками ефективності. Використання мікродобрив децю підвищувало олійність соняшнику порівняно з контролем без мікродобрив (48,52 %) при застосуванні Торфовіт Хелат Комплекс (1,0–3,0 л/га) на 1,30–1,92 в.п. (відсоткових пункти), Торфовіт В/Мо (1,0–1,5 л/га) на 0,35–1,61 в.п., Торфовіт Zn/N на 0,86–1,44 в.п.

Ключові слова: соняшник, мікродобрива, регулятори росту, Торфовіт Хелат Комплекс, Торфовіт В/Мо, Торфовіт Zn/N, біометричні показники, урожайність.

Kozechko V.I., Ivanchenko O.M. Efficiency of application of micro fertilizers in sunflower crops

Microelements are key components of sunflower nutrition, providing necessary resources for its optimal growth, development, and yield formation. The most important microelements for sunflower are boron (B), molybdenum (Mo), manganese (Mn), copper (Cu), and zinc (Zn). Combined use of microelements plays an important role in enhancing the realization level of the biological potential of field crops. In most cases, it is the microelements that can regulate plant growth and development processes, increase yield, and improve the quality of the harvested crop.

Field experiments were conducted in the production field of Agross+ LLC in the Dniprovsky district of Dnipropetrovsk region during 2022–2023. The aim of the research was to assess the

impact and determine the optimal application options for microfertilizers Torfovite Chelate Complex, Torfovite B/Mo, Torfovite Zn/N on the Suomi sunflower hybrid. The results of the research showed that the use of microfertilizers in sunflower cultivation technology slightly increased the biometric indicators of the oilseed crop.

The height of sunflower plants tended to increase by 3.5–5.5 cm with the use of Torfovite Zn/N (0.5–1.5 l/ha). Increasing the dose of microfertilizers using Torfovite Chelate Complex, Torfovite B/Mo, Torfovite Zn/N contributed to the tendency of increasing plant height, which ranged from 142.5–151.0 cm. There was a trend towards an increase in leaf area, particularly with the use of Torfovite B/Mo – 30.5–33.96 thousand m²/ha. Slightly lower values were observed when applying Torfovite Chelate Complex – 25.6–31.2 thousand m²/ha, and minimal indicators were recorded when using Torfovite Zn/N – 28.6–30.5 thousand m²/ha.

The maximum sunflower yield was obtained using the microfertilizer Torfovite Chelate Complex (3.0 l/ha) – 3.34 t/ha. The yield increment here was 0.41 t/ha, or 12.3%. Gradual reduction of the preparation dose from 3.0 l/ha to 2.0 and 1.0 l/ha led to a decrease in sunflower yield increment to 0.18 and 0.09 t/ha, respectively, or 5.7 and 2.8%. Thus, reducing the dose of the preparation directly proportionally affected its effectiveness.

Microfertilizers Torfovite Zn/N and Torfovite B/Mo showed similar trends with slightly lower efficiency indicators. The use of microfertilizers slightly increased the oil content of sunflower compared to the control without microfertilizers (48.52%) when applying Torfovite Chelate Complex (1.0–3.0 l/ha) by 1.30–1.92 percentage points, Torfovite B/Mo (1.0–1.5 l/ha) by 0.35–1.61 percentage points, Torfovite Zn/N by 0.86–1.44 percentage points.

Key words: sunflower, microfertilizers, growth regulators, Torfovite Chelate Complex, Torfovite B/Mo, Torfovite Zn/N, biometric indicators, yield.

Постановка проблеми. Соняшник, як основна олійна культура, має велике продовольче та промислове значення в якості сировини для легкої промисловості та виробництва біопалива. Проте, вирощування соняшнику не завжди супроводжується належним рівнем урожайності олійної культури через порушення системи удобрення, кліматичними змінами тощо. Окрім цього, надмірне використання азотних добрив може призвести до забруднення ґрунтів та водних ресурсів, маючи шкідливий вплив на навколишнє середовище.

За таких умов, важливо збалансувати використання добрив та збереження природних ресурсів для забезпечення сталого вирощування соняшника та збереження навколишнього середовища.

Мікроелементи є ключовими компонентами живлення соняшника, забезпечуючи йому необхідні складові для оптимального росту, розвитку та формування врожаю. Залізо, наприклад, входить у склад хлорофілу, який забезпечує рослині можливість фотосинтезу, а отже, забезпечує вироблення енергії, необхідної для її життєдіяльності. Марганець та магній також мають критичне значення для фотосинтезу, вони активують ферменти, які забезпечують перетворення світла на енергію.

Мідь, у свою чергу, впливає на вуглеводний обмін, фотосинтез та утворення білків. Цинк відіграє роль у збалансованому рості кореневої системи, яка є ключовою для забезпечення рослини водою та поживними речовинами. Бор, необхідний у дуже невеликих кількостях, впливає на розвиток квітів та налагоджує процеси пилюкоутворення, що є критичним для формування насіння. Молібден, який зазвичай потрібний в невеликих кількостях, відіграє важливу роль у фіксації азоту та деяких інших процесах, що відбуваються в рослині.

Без належного рівня будь-якого з цих мікроелементів, соняшник може страждати від недостатнього живлення, що призводить до зниження урожайності. Тому важливо забезпечити правильний баланс мікроелементів у ґрунті або використовувати додаткові добрива для забезпечення оптимального росту та розвитку соняшника.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За даними різних вчених Ткаліча І.Д., Ткаліча Ю.І. [1], Циліорика О.І. [2–4] сояшник має розгалужену кореневу систему до 3,0 м, яка може використовувати залишкові запаси поживних речовин із ґрунту. Тому багато вчених та фермерів вважають, що сояшник не потребує значної кількості внесених добрив, як під інші культури, зокрема зернові. В переважній більшості для досягнення високих і стійких врожаїв сояшнику лімітуючими елементами живлення для нього є не макроелементи, а мікроелементи які мають бути важливою частиною системи удобрення олійної культури.

Забезпечення належної родючості ґрунту для сояшнику, шляхом стабільного застосування синтетичних добрив та забезпечення елементами, що необхідні рослині, є одним із важливих аспектів отримання найвищих врожаїв високої якості та зменшення шкідливого впливу на навколишнє середовище. Позакореневе та ґрунтове внесення добрив підвищує продуктивність і якість врожаю сояшнику [5, 6].

Вчені, зокрема Капустіна Г.А. [7] та Трахтенберг І.М. [8], стверджують, що дефіцит мікроелементів негативно впливає на ріст і розвиток рослин, викликає захворювання, знижує врожайність, погіршує якість продукції, а іноді може призводити до загибелі врожаю.

Позакореневе внесення мікроелементів, особливо є ефективним за виникнення стресів, що дозволяє підвищити толерантність та стійкість рослин. Серед мікроелементів для сояшнику важливим є цинк позитивний вплив якого за позакореневого внесення було виявлено на сояшнику, завдяки збільшенню рівня хлорофілу в листках до 50 % у рослинах [9].

Найважливішими мікроелементами для сояшнику є бор (В), молібден (Мо), марганець (Mn), мідь (Cu) і цинк (Zn). Рухливість бору в ґрунті та його доступність для рослини визначається багатьма факторами, включаючи кількісний та якісний склад органічної речовини в ґрунті, кислотність, гранулометричний склад, мінералогічний склад та наявність оксидів і напівоксидів у ґрунті [10].

Дослідження Асад А. [5] показали, що позакореневе внесення бору на сояшнику є корисним і збільшує кількість бору в листках. Вчені Касторі Р., Плеснікар М., Пакові Д. [11] досліджували вплив бору на сояшник і дійшли висновку, що нестача бору зменшує вагу кореня та стебла, поверхню листя та кількість хлорофілу. Під час цього дослідження фотосинтез рослини зменшився через нестачу бору, що пов'язано зі зменшенням перенесення електронів і транспортування цукрів у листі.

Більша частина бору (70–80%) поглинається рослиною в період між фазою трьох пар листків і формуванням кошиків. Потреба сояшнику в борі досить значна – близько 65 г на тону врожаю. Цю вимогу важко виконати в засушливих умовах або погано структурованих і ущільнених ґрунтах. Профілактичне внесення бору перед настанням посухи або високих температур може знизити інтенсивність дихання рослин, запобігти випаровуванню води та підвищити стійкість рослин до посухи. Симптомами дефіциту бору в рослинах сояшнику є затримка росту рослин, деформація молодих листків, пінисте викривлення по краях, розтріскування та ламкість стебел, а також можливе утворення бічних стебел. У разі значної нестачі бору можуть відмирати точки росту, пригнічується процес утворення квіток, деформується кошики, що містять лише стерильні квітки, зменшується кількість насіння в кошику та нерівномірно розподіляється по кошику, в центральній частині кошика може не утворюватися насіння [1, 13].

Рекомендується підживлювати сояшник молібденом у поєднанні з бором. Обидва мікроелементи мають синергічну дію на живлення рослин. Молібден

відіграє активну роль у формуванні кореневої системи та в процесі азотного обміну. Дефіцит молібдену можна діагностувати за наявністю хлорозу між жилками з країв молодого листя. Вузкі смужки вздовж головних жилок листка залишаються темно-зеленими [1].

Згідно з дослідженнями Рамеш Х. [13] щодо впливу фосфору та заліза на врожайність соняшнику, встановлено, що урожайність насіння та відсоток білка збільшуються при позакореновому внесенні заліза на рівні 5 мг/га. Внесення цинку може бути ефективним за позакоренового внесення протягом вегетаційного періоду. Дослідженнями Сепер Е. [14] доведено, що врожайність насіння та відсоток олії збільшуються завдяки внесенню калію разом із мікроелементами, такими як Zn, Fe, Mg та B у посівах соняшнику.

Комбіноване використання мікроелементів відіграє важливу роль у підвищенні рівня реалізації біологічного потенціалу сільськогосподарських культур. У більшості випадків саме складом мікроелементів можна свідомо регулювати процеси росту і розвитку рослин, підвищувати врожайність та покращувати якість вирощеного продукту [15].

Вплив мікродобрив на урожайність соняшника є суттєвим, оскільки ці речовини забезпечують рослини необхідними мікроелементами, що сприяють їх здоровому росту і розвитку. Мікродобрива можуть покращити фізіологічні процеси у рослин, такі як фотосинтез, дихання, водний обмін, а також підвищити стійкість рослин до стресових умов, таких як посуха, хвороби та шкідники. Специфічні мікроелементи, такі як залізо, марганець, мідь, цинк, бор, молібден і кобальт, є критично важливими для оптимального росту та розвитку соняшника, і їх дефіцит може призвести до зниження урожайності та якості насіння [16–18].

Позитивний вплив мікродобрив на урожайність соняшника покращує ряд показників таких як:

- зростання фотосинтетичної активності;
- збільшення стійкості до хвороб;
- підвищення стресостійкості (стійкість до посух та високих температур);
- збільшення врожайності та якості насіння, завдяки кращому засвоєнню поживних речовин;
- підсилення дії макродобрив (азот, фосфор, калій) завдяки підсиленню мікроелементами фізіологічних процесів засвоєння основних поживних речовин [19–22].

Мета досліджень – оцінити вплив та визначити оптимальні варіанти застосування мікродобрив Торфовіт Хелат Комплекс, Торфовіт В/Мо, Торфовіт Zn/N на гібриді соняшнику Suomi.

Матеріали і методи досліджень. Польові експерименти були проведені на виробничому полі ТОВ «Агросс+» Дніпровського району Дніпропетровської області протягом 2022–2023 років. За цей час проведено систематичні дослідження та спостереження за ними, спрямовані на вивчення впливу трьох видів мікродобрив на ріст, розвиток та врожайність соняшнику.

Проведені дослідження на полі господарства дали змогу отримати дані, які мають важливе значення для сільського господарства та сучасних технологій вирощування рослин, адже закладені були у виробничих умовах на ділянках 0,4 га кожна, та сприятимуть збільшенню урожайності та виходу олії насіння соняшнику.

Агротехніка вирощування соняшнику (гібрид Suomi), відповідає загальноприйнятим рекомендаціям для зони північного Степу України. Попередником

соняшнику була кукурудза. Основний обробіток ґрунту (полицева оранка) проводився на глибину 25–27 см оборотним плугом Lemken Diamant 11. Навесні застосовували шлейф-борону «Соломія» для вирівнювання поверхні ґрунту та збереження доступної ґрунтової вологи. Перед посівом проводилась культивуація на глибину 5–6 см передпосівним комбінатором Компрактомат, що сприяло вирівнюванню та формуванню належного насінневого ложа для отримання рівномірних та дружніх сходів соняшнику. Посів здійснено посівним комплексом точного висіву Horsch Maestro з нормою висіву 55,0 тис. насінин на 1 га, глибиною 4,0 см з міжрядям 70,0 см та одночасним внесенням мінеральних добрив у дозі $N_{20}P_{20}$. Внесення засобів захисту рослин та мікродобрив проводились за допомогою причіпного штангового обприскувача Amazone. Облік врожайності та спостереження за дослідними ділянками проводились відповідно до загальноприйнятих методик Ушкаренко В.О. [23], Стіл Р.Д. [24].

В досліді використовували наступні види мікродобрив:

1. Торфовіт Хелат Комплекс. Склад: Бор (В) – 18,0 г/л, Цинк (Zn) – 12,0 г/л, Мідь (Cu) – 7,5 г/л, Залізо (Fe) – 9,0 г/л, Марганець (Mn) – 9,0 г/л, Нікель (Ni) – 0,35 г/л, Кобальт (Co) – 0,35 г/л, Молибден (Mo) – 4,0 г/л, +3 % гумінових кислот, + солі янтарної та фумарової кислот. Форма: розчинний концентрат (р.к.). Норма внесення: 1–3 л/га.

2. Торфовіт В/Мо. Склад: Азот (N) – 77,0 г/л Бор (В) – 155,0 г/л Молибден (Mo) – 25 г/л. Форма: розчинний концентрат (р.к.). Норма внесення: 1–1,5 л/га. Це позакореневе добриво з високим вмістом легкодоступного бору та відмінний компонент водних карбамідно-аміачних розчинів. Рекомендується для усунення та профілактики дефіциту бору у польових та садових культур.

3. Торфовіт Zn/N. Склад: Азот (N) – 120,0 г/л Цинк (Zn) – 270,0 г/л. Форма: розчинний концентрат (р.к.). Норма внесення: 0,5–1,5 л/га. Нітрат цинку є найефективнішим джерелом цинку для позакореневого підживлення та додавання до водних карбамідно-аміачних розчинів. Рекомендується для усунення та профілактики дефіциту цинку в польових культур, включаючи соняшник.

Схема досліді включала варіанти застосування мікродобрив: Торфовіт Хелат Комплекс, Торфовіт В/Мо, Торфовіт Zn/N (табл. 1). Ці препарати вносили у фазу 3–4 пари справжніх листків соняшнику із нормою робочого розчину 150 л/га.

Таблиця 1

**Схема досліді з вивчення ефективності застосування мікродобрив
в посівах соняшнику**

Мікродобрива	Доза використання, л/га
Торфовіт Хелат Комплекс	1,0
	2,0
	3,0
Торфовіт В/Мо	1,0
	1,25
	1,5
Торфовіт Zn/N	0,5
	1,0
	1,5

Розміщення ділянок – систематичне з трьома повтореннями. Посівна площа кожної ділянки складала 0,4 га (40×100 м), а облікова площа – 0,24 га (30×80 м). Загальна площа під дослідом – 11,0 га.

За результатами агрохімічного обстеження ґрунту (2020 рік) в орному шарі ґрунтів господарства міститься в середньому 3,0–3,9 % гумусу; 8,0–9,2 мг/100 г гідролізованого азоту; 6,6–8,1 мг/100 г рухомого фосфору, 9,2–13,7 мг/100 г обмінного калію, рН сольової витяжки 5,5, водної 6,5, гідролітична кислотність 0,99 мг-екв/100 г ґрунту, насиченість вбирного комплексу катіонами складає 97 %.

Для вимірювання біометричних показників використовували загальновідомі методи дослідження, зокрема висоту рослин визначали за допомогою спеціальної лінійки, площу листової поверхні визначали за формулою:

$$S_n = 0,74ab,$$

де S_n – площа одного листка, см^2 ;

a – максимальна ширина листка, см ;

b – довжина листка, см ;

0,74 – перевідний коефіцієнт, який показує конфігурацію листка.

Облік урожаю проводили прямим комбайнуванням у фазу повної стиглості насіння соняшнику. Розмір облікової ділянки складав 0,24 га. Зважування насіння з ділянки проводили за допомогою електронних підкладних переносних вагів. Урожай перераховували на 100 % чистоту та 8 % вологість насіння соняшнику; масу 1000 насінин визначали за допомогою аналітичних вагів.

Результати досліджень. Як показали результати наших досліджень використання мікродобрив в технології вирощування соняшнику підвищувало біометричні показники олійної культури. Зокрема зростання висоти рослин, площі листової поверхні, а також урожаю та якості продукції.

Висота рослин соняшнику була в межах 142,5–151 см. З максимальною тенденцією до підвищення на 3,5–5,5 см за використання Торфовіт Zn/N (0,5–1,5 л/га). Збільшення дози мікродобрив за використання Торфовіт Хелат Комплекс, Торфовіт В/Мо, Торфовіт Zn/N сприяло тенденції підвищенню висоти рослин відповідно на 5,0; 4,5; 3,0 см, або на 3,5; 2,9; 1,9 % (рис. 1).

Подібні результати отримано при вивченні площі листової поверхні. Максимальна площа якої відмічена за використання Торфовіт В/Мо – 30,5–33,96 тис. $\text{м}^2/\text{га}$. Дещо менша за використання Торфовіт Хелат Комплекс – 25,6–31,2 тис. $\text{м}^2/\text{га}$, а мінімальні показники при внесенні Торфовіт Zn/N – 28,6–30,5 тис. $\text{м}^2/\text{га}$.

Тобто використання всіх мікродобрив в цілому сприяло тенденції зростання висоти та площі листової поверхні рослин соняшнику, а кінцевим рахунком впливало на урожайність насіння та його якість. Слід також відмітити, що під час вегетації у варіанті з Торфовіт В/Мо – 1,0 л/га кошики рослини соняшнику квітнули на 1–2 дні раніше, а ніж на всіх інших варіантах, що потребує додаткових досліджень.

Як показали результати обліку урожаю соняшнику, максимальний результат отримано за використання мікродобрива Торфовіт Хелат Комплекс (3,0 л/га) – 3,34 т/га. Надбавка урожаю зерна тут становила 0,41 т/га, або 12,3 % (табл. 2). Поступове пониження дози препарату з 3,0 л/га до 2,0 та 1,0 л/га сприяло зниженню прибавки врожаю соняшнику до 0,18 та 0,09 т/га, або відповідно 5,7 та 2,8 %, тобто зниження дози препарату прямо пропорційно впливало на послаблення його ефективності.

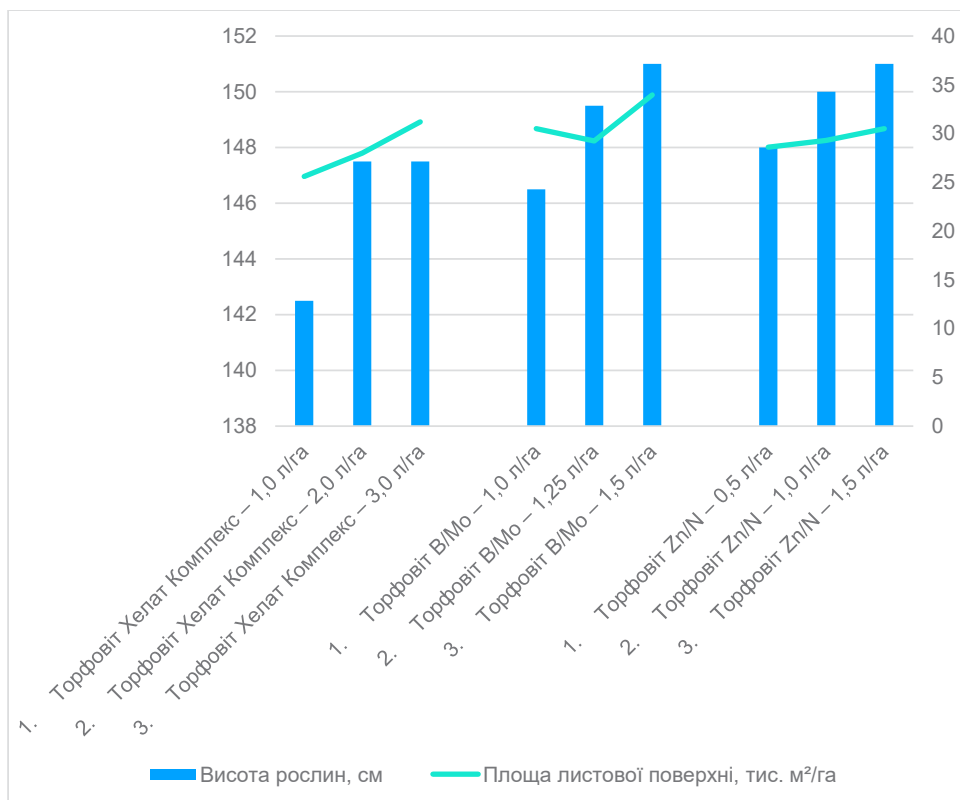


Рис. 1. Висота рослин та площа листової поверхні рослин соняшнику під впливом мікродобрив в середньому за 2022–2023 рр.

Аналогічні результати, але з дещо нижчими показниками отримано за використання мікродобрива Торфовіт Zn/N, надбавка зерна від застосування препарату в дозі 3,0 л/га становила 3,25 т/га, що було більше за контроль на 0,32 т/га, або 9,8 %. Пониження дози мікродобрива до 1,0 та 0,5 л/га призводило до пониження його ефективності. Зростання врожаю тут було мінімальним та становило відповідно 0,19 та 0,18 т/га, або 6,0 та 5,8 %.

Найменш ефективним виявилось мікродобриво Торфовіт В/Мо, прибавка врожаю від його використання в дозі 1,5 л/га становила 0,23 т/га, або 7,2 %. Слід відмітити, що тут при пониженні дози мікродобрива до 1,25 та 1,0 л/га відмічено мінімальне зниження ефективності добрива порівняно з контролем, прибавка урожаю соняшнику становила 0,22 та 0,24 т/га, або 6,98 та 7,6 % відповідно.

Важливий показник якості насіння соняшнику – олійність була на рівні 48,87–50,44 %, використання мікродобрив дещо підвищувало зазначений показник порівняно з контролем без мікродобрив (48,52 %), причому зниження надбавки олійності відмічено при пониженні доз мікродобрив. Так, за використання Торфовіт Хелат Комплекс (1,0–3,0 л/га) підвищення олійності відмічено на 1,30–1,92 в.п. (відсоткових пункти), Торфовіт В/Мо (1,0–1,5 л/га) на 0,35–1,61 в.п., Торфовіт Zn/N на 0,86–1,44 в.п. порівняно з контролем без використання мікродобрив (табл. 3).

Таблиця 2

**Вплив мікродобрив на урожайність соняшнику в середньому
за 2022–2023 рр., т/га**

Мікродобрива	Доза використання, л/га	Роки досліджень			+/- до контролю
		2022	2023	середнє	
Контроль	-	2,56	3,30	2,93	-
Торфовіт Хелат Комплекс	1,0	2,77	3,27	3,02	0,09
	2,0	2,81	3,41	3,11	0,18
	3,0	3,11	3,58	3,34	0,41
Торфовіт В/Мо	1,0	2,92	3,42	3,17	0,24
	1,25	2,74	3,56	3,15	0,22
	1,5	2,65	3,66	3,16	0,23
Торфовіт Zn/N	0,5	2,64	3,59	3,11	0,18
	1,0	2,57	3,67	3,12	0,19
	1,5	3,04	3,45	3,25	0,32
НІР _{0,5} , т/га, для мікродобрива для дози використання		0,26 0,28	0,29 0,31	-	-

Таблиця 3

**Вплив мікродобрив на олійність насіння соняшнику в середньому
за 2022–2023 рр., т/га**

Мікродобрива	Доза використання, л/га	Урожайність, т/га	Олійність, % / роки досліджень			+/- до контролю
			2022	2023	середнє	
Контроль	-	2,99	47,58	49,46	48,52	-
Торфовіт Хелат Комплекс	1,0	3,08	47,13	52,50	49,82	1,30
	2,0	3,17	48,32	52,14	50,23	1,71
	3,0	3,41	49,14	51,74	50,44	1,92
Торфовіт В/Мо	1,0	3,23	48,33	51,93	50,13	1,61
	1,25	3,21	47,55	52,06	49,81	1,29
	1,5	3,22	47,15	50,59	48,87	0,35
Торфовіт Zn/N	0,5	3,17	47,71	51,04	49,38	0,86
	1,0	3,19	48,13	51,15	49,64	1,12
	1,5	3,31	48,40	51,51	49,96	1,44
НІР _{0,5} , т/га для мікродобрива для дози використання		-	0,38 0,32	0,41 0,29	-	

Прибавка олійності соняшнику від використання мікродобрив була менш вираженою, а ніж урожайність та в більшості випадків знаходилася в межах помилки досліджу, а тому за такої ситуації можна стверджувати лише про тенденцію до підвищення олійності насіння соняшнику.

Висновки:

1. Використання мікродобрив в технології вирощування соняшнику дещо підвищувало біометричні показники олійної культури. Висота рослин соняшнику мала тенденцією до підвищення на 3,5–5,5 см за використання Торфовіт Zn/N (0,5–1,5 л/га). Збільшення дози мікродобрив за використання Торфовіт Хелат Комплекс, Торфовіт В/Мо, Торфовіт Zn/N сприяло тенденції підвищенню висоти рослин, яка перебувала в межах 142,5–151 см.

2. Відмічена тенденція до підвищення площі листової поверхні, зокрема максимальне її зростання відмічено за використання Торфовіт В/Мо – 30,5–33,96 тис. м²/га. Дещо менше при внесенні Торфовіт Хелат Комплекс – 25,6–31,2 тис. м²/га, а мінімальні показники при застосуванні Торфовіт Zn/N – 28,6–30,5 тис. м²/га.

3. Максимальну урожайність соняшнику отримано за використання мікродобрива Торфовіт Хелат Комплекс (3,0 л/га) – 3,34 т/га. Надбавка урожаю зерна тут становила 0,41 т/га, або 12,3 %. Поступове пониження дози препарату з 3,0 л/га до 2,0 та 1,0 л/га сприяло зниженню прибавки врожаю соняшнику до 0,18 та 0,09 т/га, або відповідно 5,7 та 2,8 %, тобто зниження дози препарату прямо пропорційно впливало на послаблення його ефективності. Мікродобрива Торфовіт Zn/N та Торфовіт В/Мо мали аналогічні тенденції із дещо нижчими показниками ефективності.

4. Використання мікродобрив дещо підвищувало олійність соняшнику порівняно з контролем без мікродобрив (48,52 %) при застосуванні Торфовіт Хелат Комплекс (1,0–3,0 л/га) на 1,30–1,92 в.п. (відсоткових пункти), Торфовіт В/Мо (1,0–1,5 л/га) на 0,35–1,61 в.п., Торфовіт Zn/N на 0,86–1,44 в.п.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Ткаліч І.Д., Ткаліч Ю.І., Ричік С.Г. Квітка сонця (основи біології і агротехніки соняшнику): монографія. Під редакцією Ткаліча І.Д. Дніпропетровськ, 2011. 172 с.
2. Tsyliuryk, A. I., Shevchenko, S. M., Ostapchuk, Ya. V., Shevchenko, A. M., Derevenets Shevchenko E. A. Control of infestation and distribution of Broomrape in sunflower crops of Ukrainian Steppe. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8(1), 2018. 487–497.
3. Tsyliuryk, O. I., Rumbakh, M. Y., Izhboldin O. O., Bondarenko, O. V., Nozdrina, N. L., Ostapchuk Y. V. Efficiency of bioformulations in sunflower fields in the north part of the Steppe Zone of Ukraine. *Agrology*, 5(1). 2022. 27–34.
4. Tsyliuryk, O.I., Horshchar, V.I., Izhboldin, O.O., Kotchenko, M.V., Rumbakh, M.Y., Hotvianska, A.S., Ostapchuk, Y.V., Chornobai, V.H. The influence of biological products on the growth and development of sunflower plants (*Helianthus annuus* L.) in the northern steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 11 (3), 2021. 106–116.
5. Asad, A., Blanmey, F. B. P. and Edwards, D. G. (2003). Effects of boron foliar application on vegetative and reproductive growth of sunflower. *Oxford Journals* 92(4), 2003. 565–570.
6. Bansal, R. L. and Nayyar, V. K. Critical limit of manganese for sunflower. *Indian Journal of Agriculture Science* 65(3), 1995. 154–161.
7. Kapustina G.A. (2014). Dynamics of the content of trace elements in the soil and sunflower leaves during long-term fertilization. *Agrochemistry and soil science*. Issue 81. P. 133–137.
8. Trachtenberg I.M., Chekman I.S., Linnyk V.O., Kaplunenko V. G, Gulich M.P., Biletska E.M., Shatorna V.F., and Onul N.M. Interaction of trace elements: biological,

medical and social aspects. *Bulletin of the National Academy of Sciences of Ukraine*. 3, 2013. 11–20.

9. Mengel, K. and Kirkby, E. A. Principles of plant nutrition. *Ann Bot. Apr*; 93(4), 2004. 479–80.

10. Nasef Nadia, M. A., Badran, M. and Abdelhamide, F. Response of peanut to foliar spray with boron and/or rhizobium inoculation. *Journal of Appl. Sci. Res.* 2(12), 2006. 1330–1337.

11. Kastori, R., Plesnicar, M., Pakovi, D. and Akac, Z. S. Photosynthesis, chlorophyll fluorescence and soluble carbohydrates in sunflower leaves as affected by boron deficiency. *Journal of Plant Nutrition* 18(9), 1995. 245–253.

12. Циліорик О.І., Остапчук Я.В. Вміст хлорофілу та фотосинтетична активність соняшнику під впливом регуляторів росту рослин в посівах соняшнику. *Таврійський науковий вісник*. 134, 2023. 185–195.

13. Ramesh, H. Effect of P and Fe on the yield of sunflower. *Agronomy Journal* 74, 2001. 145–150.

14. Sepehr, E., Malakuoti, M. J. and Rasouli, M. H. The effect of K, Mg, S and micronutrients on the yield and quality of sunflower in Iran. *Symposium no. 04: Soil and Water Research Institute, Tehran, Iran, 2019. 2260-1-5.*

15. Tkalic Yuriy, Tkalic Igor, Tsilyurik Oleksandr, Masliiov Sergiy. Reserves for increasing the yield of sunflower seeds in the Ukrainian steppe. *Agriculture & Forestry, Podgorica*. 65., 3, 2019. 105–114.

16. Вплив регуляторів росту на ріст і розвиток рослин соняшнику в північному степу України / Циліорик О.І. та ін., за ред. Румбаха М.Ю. *Зернові культури*. 6. 1, 2022. 69–81.

17. Циліорик О.І., Остапчук Я.В. Регулятори росту в посівах соняшнику північного Степу України. *Аграрні інновації*. 22, 2023. 108–117.

18. Kastori, R., Plesnicar, M., Pakovi, D. and Akac, Z. S. Photosynthesis, chlorophyll fluorescence and soluble carbohydrates in sunflower leaves as affected by boron deficiency. *Journal of Plant Nutrition* 18(9), 1995. 245–253.

19. Polshokane, M. R., Keykha, G., Narouirad, M. R. and Koohkan, S. Effects of zinc, iron and manganese application on yield and nutritional elements concentration in wheat grain. *XV International Plant Nutrition Colloquium*, 14–19 Sep. 2005. Beijing, China.

20. Scheiner, J. D., Gutierrez-Boem, F. H. and Lavado, R. S. Sunflower nitrogen requirement and N fertilizer recovery in Western Pampas, Argentina. *Eurp. J. Agron*, 2002. 17:73–79.

21. Shah, K. H., Memon, M. Y., Siddgui, S. H., Imtiaz, M. and Aslam, M. Response of wheat to foliarly applied urea at different growth stage and solution. *Pakistan Journal of Plant Pathology* 2(1), 2003. 48–55.

22. Tkalic YI, Tsilyurik OI, Kozechko VI. Efficiency of use of microfertilizers and plant growth regulators in northern steppe sunflower crops. *Naukovo-technishniy bulletin Institute oliynuch kul'tur UAAN*. 24, 2019. 216–225.

23. Steel, R. D., Torrie J. H., & Dickey D. Principle and procedure of statistics. a biometrical approach. 3rd. ed. New York. McGraw–Hills Book, 1997. 466 p.

24. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковихін С. В. Методика польового досліджу: навчальний посібник. Херсон., 2014. 448 с.

УДК 633.1:631.53.01

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.24>

ЕНЕРГІЯ ПРОРОСТАННЯ ТА ЛАБОРАТОРНА СХОЖІСТЬ ЗРАЗКІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ

Костецька К.В. – к.с.-г.н., доцент,
доцент кафедри харчових технологій,
Уманський національний університет садівництва
Соловей В.О. – студент магістратури,
Уманський національний університет садівництва

У статті викладено особливості формування схожості насіння залежно від сортових особливостей. Метою наших досліджень було провести лабораторне оцінювання посівних властивостей зерна сортів пшениці м'якої озимої різного еколого-географічного походження. Проведено широкий аналіз наукових досліджень щодо особливостей формування регіональних структур ентомокомплексів. Польові дослідження проводили на виробничих полях фермерських господарств «Пролісок +» і «Боднюк», що в Гайсинському районі Вінницької області. Дослідження проводили впродовж 2021–2023 рр. на кафедрі харчових технологій Уманського національного університету садівництва. Вивчали енергію проростання та лабораторну схожість зерна пшениці м'якої озимої сортів української селекції: Дарунок Поділля (контроль) і Аліот, а також європейських сортів: Скаген, Нордіка, Авеню, що є відповідно німецького, чеського і французького походження. У середньому за роки досліджень, найвища енергія проростання насіння зразків пшениці м'якої озимої була відмічена у сортах Дарунок Поділля, Аліот, Авеню та становила 97 %. У решти зразків ці значення коливались від 92 до 94 %. З'ясовано, що найвищий показник схожості (99 %) був у сорті французької селекції – Авеню. У решти сортів ці значення відповідали 96–98 %. Значення схожості досліджуваних зразків пшениці відповідає нормам життєздатності для насіння озимих культур з перевищенням межі допуску на 1–4 %. У результаті проведених досліджень з'ясовано, що схожість насіння залежно від сорту пшениці озимої достовірно не змінювалися. Найвищими посівними характеристиками за вирощування в Південному Лісостепі України характеризувалися українські сорти пшениці м'якої озимої – Дарунок Поділля, Аліот та сорт французької селекції – Авеню.

Ключові слова: пшениця, сорт, еколого-географічне походження, насіння, аналіз, посівна якість.

Kostetska K.V., Solovei V.O. Sprouting energy and laboratory germination ability of soft winter wheat samples

The article outlines the features of the formation of seed germination depending on varietal characteristics. The purpose of our research was to conduct a laboratory assessment of the sowing properties of grain of soft winter wheat varieties of various ecological and geographical origins. A broad analysis of scientific research into the features of the formation of regional structures of entomological complexes was carried out. Field research was carried out on the production fields of the "Prolisok +" and "Bodnyuk" farms in the Gaysinsky district of the Vinnytsia region. The study was conducted during 2021–2023 at the Department of Food Technologies of the Uman National University of Horticulture. The sprouting energy and laboratory germination ability of soft winter wheat grains of Ukrainian breeding varieties: Darunok Podillya (control) and Aliot, as well as European varieties: Skagen, Nordica, Avenue, which are respectively of German, Czech and French origin, were studied. On average over the years of research, the highest seed sprouting energy of soft winter wheat samples was noted in the Darunok Podillya, Aliot, and Avenue varieties and amounted to 97%. In the remaining samples, these values ranged from 92 to 94%. It was found that the highest rate of germination ability (99%) was in the variety of French selection – Avenue. In the remaining varieties, these values corresponded to 96–98%. The germination ability value of the studied wheat samples corresponds to the viability norms for the seeds of winter crops, exceeding the tolerance limit by 1–4%. As a result of the studies, it was found that seed germination ability did not change significantly depending on the variety

of winter wheat. Ukrainian varieties of soft winter wheat – Darunok Podillya, Aliot and the French selection variety – Avenue were characterized by the highest sowing characteristics for cultivation in the Southern Forest Steppe of Ukraine.

Key words: *wheat, variety, ecological and geographical origin, seeds, analysis, sowing quality.*

Постановка проблеми. Пшениця є головою культурою для перероблення. Активно ведеться її селекція в низці науково-дослідних установ України і інших країн Європи та Світу [1–3]. Проте аналізу посівних властивостей зерна не завжди приділяється достатньої уваги, хоча такі показники значно впливають на рентабельність вирощування вирощування насіння.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У сучасному сільському господарстві якість насіння має вирішальне значення як фактор виробництва. Насіння високої якості є однією з головних передумов досягнення великих урожаїв [4]. Показниками якості посівного матеріалу є чистота, енергія проростання, схожість, посівна придатність, маса 1000 зерен, натура, вирівняність, пошкодженість шкідниками хлібних запасів і вологість зерна [3]. З них до показників, що обумовлюються Державним стандартом України 4138-2002 [5], належать: чистота насіння, життєздатність, схожість, вологість насіння, маса 1000 зерен, зараженість хворобами та заселеність шкідниками.

Енергія проростання – це здатність насіння швидко і одночасно проростати. Визначається як умовно прийнятий період, який майже вдвічі коротший, ніж для лабораторного визначення схожості, і розраховується як кількість нормально пророслого насіння, що виражена у відсотках [3]. Деякі дослідники основним показником біологічної цінності насіння вважають енергію проростання. Рослини, вирощені з насіння з високою енергією проростання, демонструють кращу продуктивність, дають дружні сходи, які менше пригнічуються бур'янами і більше стійкі проти несприятливих умов. Енергію проростання можна вважати якісним показником життєздатності насіння [5–7].

Схожість – це здатність насіння утворювати нормально розвинені сходи. Схожість насіння обумовлює густоту посіву і рівномірність розподілу стеблостою. Цей показник виражають у відсотках від загальної кількості насіння, взятого на пророщування. Дослідження виявили різні фактори, що впливають на посівну якість насіння. Їх можна поділити на біологічні (біотичні) і абіотичні. Знання цих факторів дозволяє ефективно контролювати та управляти схожістю насіння [3, 8].

Метою наших досліджень, було провести лабораторне оцінювання посівних властивостей зерна сортів пшениці м'якої озимої різного еколого-географічного походження.

Матеріали та методика досліджень. Державним стандартом України 4138-2002 «Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості» [5] передбачено аналізування насіння пшениці. Міжнародною асоціацією з контролю за якістю насіння ISTA встановлені вимоги та методика визначення посівних якостей цієї культури [9]. Зазначимо, що методика аналізу схожості та енергії проростання пшениці м'якої за ДСТУ 2240-93 [10] є аналогічною методиці ISTA.

Зерно пшениці вирощували на виробничих полях фермерських господарств «Пролісок +» і «Боднюк», що в Гайсинському районі Вінницької області. Дослідження проводили впродовж 2021–2023 рр. на кафедрі харчових технологій Уманського національного університету садівництва.

У процесі роботи досліджували зразки пшениці різного еколого-географічного походження. Вивчали посівні властивості зерна пшениці м'якої озимої сортів української селекції: Дарунок Поділля (контроль) і Аліот, а також європейські

сортів: Скаген, Нордіка, Авеню, що є відповідно німецького, чеського і французького походження. Схожість і енергію проростання визначали у відсотках до загальної кількості взятого на пророщування насіння, як середнє між чотирма пробами. Для визначення цих показників із фракції чистого насіння відбирали підряд чотири проби по 100 насінин і пророщували їх у чашках Петрі з фільтрувальним папером. Чашки Петрі розміщували у термостат, де підтримували температуру біля 20 °С. За проростанням насіння спостерігали щоденно впродовж семи днів. Схожість виражали відсотковим відношенням кількості насіння, яке проросло, до загальної кількості висіяного. Через три дні пророщування визначали енергію проростання, а через сім – лабораторну схожість.

Виклад основного матеріалу дослідження. Енергія проростання насіння – здатність насіння швидко й дружно проростати за певний період часу. Цей показник характеризує дружність проростання насіння та одночасність з'явлення сходів. Від рівномірності появи сходів у значній мірі буде залежати розвиток посіву в цілому та формування його продуктивності.

Найвищою енергією проростання (табл. 1) характеризувався українські сорти пшениці Дарунок Поділля, Аліот та сорт французької селекції Авеню з середнім показником 97 %. У інших досліджуваних селекційних зразків енергія проростання насіння коливалась від 92 до 94 % відповідно у Скаген і Нордіка.

Таблиця 1

Енергія проростання зразків пшениці різного походження, %

Сортозразок	Середнє за 2021–2023 рр.	Відхилення від контролю, ±
Дарунок Поділля (контроль)	97	-
Аліот	97	0
Нордіка	94	-3
Скаген	92	-5
Авеню	97	0
<i>НІР</i> ₀₅	4,8	-

Схожість – один з основних показників якості насіння. Погана схожість викликає зрідженість посівів, що значно впливає на врожай сільськогосподарських культур. Показник лабораторної схожості є головним при визначенні як кількісної, так і вагової норми висіву насіння польових культур. Оптимальна густина посіву може бути досягнута лише при правильно визначеній кількісній нормі висіву насіння.

За результатами наших досліджень (табл. 2), найбільші значення лабораторної схожості визначено в насінні французького походження Авеню зі значенням 99 % та у насінні української селекції Дарунок Поділля та Аліот, що поступалися сорту Авеню лише на 1 %. В свою чергу європейські сорти Скаген і Нордіка поступалися їм на 2–3 %.

Відповідно до вимог стандарту [10] норма життєздатності на насіння озимих культур, яке висівання у рік збирання врожаю перевищує на 3 % норми схожості і для пшениці – не нижче 95 %. Аналізуючи середні значення лабораторної схожості досліджуваних зразків пшениці, можемо визначити відповідність отриманих значень нормам життєздатності на насіння озимих культур з перевищенням межі допуску на 1–4 %.

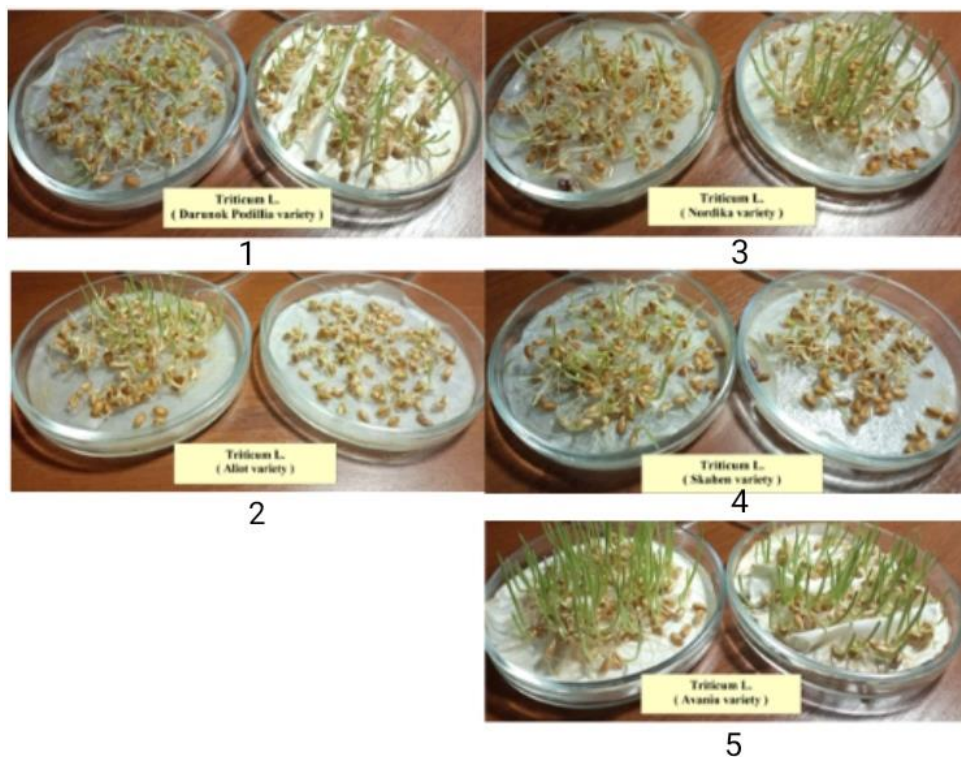


Рис. 1. Енергія проростання зерна пшениці м'якої озимої сорту
1) Дарунок Поділля; 2) Аліот; 3) Нордіка; 4) Скаген; 5) Авеню

Таблиця 2

Лабораторна схожість зразків пшениці різного походження, %

Сортозразок	Середнє за 2021–2023 рр.	Відхилення від контролю, ±	Відхилення від межі допуску стандарту*, ±
Дарунок Поділля (контроль)	98	-	6
Аліот	98	0	6
Нордіка	96	-2	4
Скаген	96	-2	4
Авеню	99	1	7
<i>НІР</i> ₀₅	4,8	-	-

* Згідно ДСТУ 2240-93 [10] передбачена норма лабораторної схожості для пшениці не нижче 92 %.

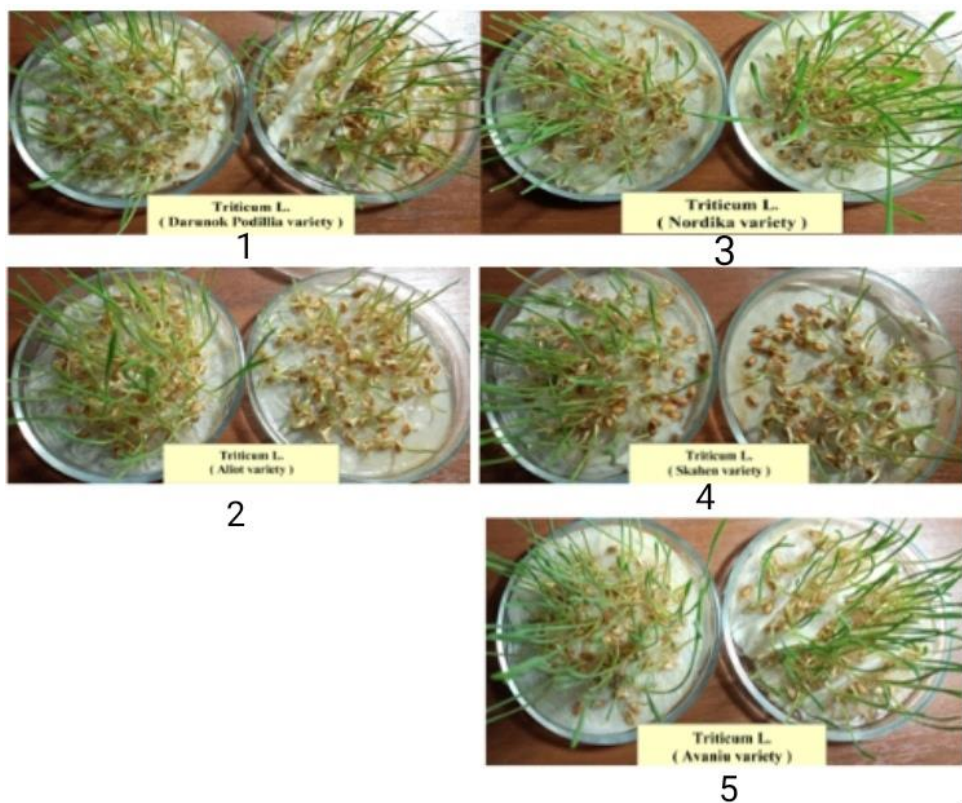


Рис. 2. Лабораторна схожість зерна пшениці м'якої озимої сорту
1) Дарунок Поділля; 2) Аліот; 3) Нордіка; 4) Скаген; 5) Авеню

Істотної різниці між досліджуваним матеріалом і контрольним сортом не спостерігалось.

Отже, усі досліджувані зразки пшениці озимої мали схожість вищу, ніж передбачено відповідними нормативними документами.

Висновки та пропозиції. У середньому за роки досліджень, найвища енергія проростання насіння зразків пшениці м'якої озимої була відмічена у сортах Дарунок Поділля, Аліот, Авеню та становила 97 %. У решти зразків ці значення коливались від 92 до 94 %. Найвищий показник схожості (99 %) був у сорті французької селекції Авеню. У решти ці значення відповідали 96–98 %.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Парій Ф.М., Сухомуд О.Г., Любич В.В. Оцінка господарських цінних властивостей нового сорту пшениці спельти озимої Зоря України. *Насінництво*, 2013. № 5. С. 5–6.

2. Нінієва А.К. Генетичне різноманіття спельти озимої за господарськими ознаками в умовах східної частини Лісостепу України. *Селекція і насінництво*, 2012. Вип. 101. С. 156–167.

3. Шемав'ньов В. І., Ковалевська Н. І., Мороз В. В. Насінництво польових культур. Дніпропетровськ, 2004. 230 с.

4. Любич В. В., Железна В. В., Костецька К. В. Лабораторна схожість та енергія проростання зерна пшениці спельти залежно від удобрення і тривалості зберігання. *Селекція та насінництво*. 2021. С. 126–134.
5. ДСТУ 4138-2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. Державний стандарт. Київ: Держспоживстандарт України, 2003, 173 с.
6. Бойко П. І., Коваленко Н. П. Проблеми екологічно врівноважених сівозмін. *Вісник аграрної науки*. 2003. № 8. С. 9–13.
7. Литвиненко М. А. Тривалість вегетаційного періоду в зв'язку з урожайністю й посухостійкістю сортів та ліній пшениці озимої на півдні України. *Агроном*. 2014. № 6. С. 92–109.
8. Литвиненко М. А., Лифенко С. П., Голуб Є. А. Сильні та екстрасильні сорти пшениці. *Насінництво*. 2014. № 8. С. 1–6.
9. International Seed Testing Assosiation (ISTA). (2011). Bassersdorf, Switzerland.
10. ДСТУ 2240-93. Насіння сільськогосподарських культур. Сортові та посівні якості. Технічні умови. Київ: Держстандарт України, 1994, 73 с.

УДК 631.86

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.25>

ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОБІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ ТА ГУМАТІВ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ АДАПТИВНОСТІ ТА СТРЕСОСТІЙКОСТІ РОСЛИН СОЇ ПРИ ВИРОЩУВАННІ

Ласло О.О. – к.с.-г.н., доцент,

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

Державний вищий навчальний заклад

«Полтавський державний аграрний університет»

Олепир Р.В. – к.с.-г.н.,

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

Державний вищий навчальний заклад

«Полтавський державний аграрний університет»

Панченко К.С. – доктор філософії,

Державний вищий навчальний заклад

«Полтавський державний аграрний університет»

У статті висвітлено результати застосування мікробіологічних препаратів та гумінових мікродобрив з метою підвищення урожайності сої.

Важливим елементом досліджень була обробка насіння інокулянтами та мікродобривом Соя Аміно Хелат, що сприяло активному утворенню бульбочок на коренях рослин сої, вища кількість бульбочок у фазі цвітіння була на варіантах за комплексного використання інокулянтів та мікродобрива, що майже удвічі перевищила контроль. У статті наведено результати стосовно впливу інокулянтів з мікродобривом Соя Аміно Хелат на формування нодуляційного апарату сої у фазі утворення бобів, що сприяло формуванню значно більшої їх кількості порівняно з фазою цвітіння, цей показник зріс майже у півтора рази залежно від варіанту дослідження, що і вплинуло на формування урожаю сої. Результати

досліджень впливу інокулянтів з мікродобривом *Соя Аміно Хелат* на формування кореневої системи сої свідчать про те, що нодуляційний процес відбувався активно в усіх варіантах, включаючи контроль, де бульбочки утворювались завдяки інокулянту *Ризоактив*; а найбільш потужний нодуляційний апарат формувался за використання композиційної допосівної обробки мікродобривом *Соя Аміно Хелат* та інокулянту *Ризостим*, децю менші показники отримали на варіанті з *Хі Стік Соя*. Найвищий приріст урожаю сої забезпечив препарат *Ризостим*. В умовах нетипового зниження температури на початку вегетації сої у 2023 році досліджуване мікродобриво *Соя Аміно Хелат* у композиції з інокулянтом *Ризостим* забезпечило прибавку врожаю сої порівняно з контролем на 12,3%, у варіанті з інокулянтом *Хі Стік Соя* – 8%. Отже, можна стверджувати, що допосівна обробка насіння композицією мікродобрива *Соя Аміно Хелат* у комплексі з інокулянтами мала позитивний ефект на ростові процеси рослин, сприяла більш ефективній роботі нодуляційного апарату, що у подальшому вплинуло на показники урожайності сої.

Ключові слова: соя, інокулянти, мікродобрива, стресостійкість рослин, адаптація до агрокліматичних змін.

Laslo O.O., Olepir R.V., Panchenko K.S. The use of microbiological preparations and humates in order to increase the adaptability and resistance to stresses of soybean plants during cultivation

The article highlights the results of using microbiological preparations and humic microfertilizers to increase soybean productivity. An important element of the research was the treatment of seeds with inoculants and microfertilizer *Soya Amino Chelate*, which contributed to the active formation of nodules on the roots of soybean plants, the higher number of nodules in the flowering phase was on variants with the complex use of inoculants and microfertilizer, which almost doubled the control. The article presents the results regarding the influence of inoculants with the microfertilizer *Soya Amino Chelate* on the formation of the nodulation apparatus of soybeans in the phase of bean formation, which contributed to the formation of a much larger number of them compared to the flowering phase, this indicator increased almost one and a half times depending on the experiment variant, which affected the formation soybean harvest. The results of research on the influence of inoculants with microfertilizer *Soya Amino Chelate* on the formation of the root system of soybeans indicate that the nodulation process was active in all variants, including the control, where nodules were formed thanks to the inoculant *Rhizoaktiv*; and the most powerful nodulation apparatus was formed by using the composite pre-sowing treatment with *Soya Amino Chelate* microfertilizer and *Rhizostim* inoculant, slightly lower indicators were obtained on the version with *Hi Stick Soya*. The highest increase in soybean yield was provided by the drug *Rhizostim*. In the conditions of an atypical decrease in temperature at the beginning of the soybean growing season in 2023, the researched microfertilizer *Soya Amino Chelate* in the composition with the inoculant *Rhizostim* provided an increase in the soybean yield by 12,3% compared to the control, in the version with the inoculant *Hi Stick Soya* – 8%. So, it can be stated that the pre-sowing treatment of seeds with the composition of microfertilizer *Soya Amino Chelate* in a complex with inoculants had a positive effect on the growth processes of plants, contributed to the more efficient operation of the nodulation apparatus, which subsequently affected the indicators of soybean productivity.

Key words: soybean, inoculants, microfertilizers, resistance of plants to stress, adaptation to agroclimatic changes.

Постановка проблеми. Найбільш економічно привабливою білковою культурою, що орієнтована на експорт – є органічна соя. Реалізація сортового потенціалу культури потребує особливої уваги для біологічних і фізіологічних потреб культури, технології вирощування, культури землеробства що у підсумку забезпечить стабільні і високоякісні урожаї [1].

Підготовка насіння сої до сівби потребує особливої уваги, оскільки є важливим фактором у формування продуктивності. Така підготовка основана на проведенні допосівної обробки насіння інокулянтами, мікродобривами, регуляторами росту та пестицидами, що впливає не тільки на захист сходів культури від шкідників і хвороб, а й стимулює фіксацію азоту з атмосфери у бульбочках кореневої системи сої, стимулює ріст і розвиток рослин [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Ефективність застосування у перед-посівний період мікродобрів, що містять макро-, мікро- і мезоеlementи, стимулятори росту, гумінові сполуки, амінокислоти для росту і розвитку рослин сої на початкових етапах, пришвидшує розвиток кореневої системи, підвищує стресостійкість та адаптивні властивості рослин.

Нині широкого використання набули мікродобрива, основою яких є хелатні речовини, оскільки їх ефективність у 5–10 разів вища у порівнянні з неорганічними солями. Процес засвоєння хелатів відбувається завдяки швидшому їх включенню в біохімічні процеси рослини і здатність їх засвоєння рослинами 100%. Зважаючи на даний фактор норма внесення хелатів знижується до 1–2 л/га.

Рослини сої потребують не тільки забезпечення основними макроелементами – азотом, фосфором, калієм, а й низки мікроелементів, адже при внесенні мінеральних добрив компенсується тільки винос макроелементів, а вміст мікроелементів не відновлюється, саме цей чинник і виступає за законом землеробства обмежуючим фактором росту, який впливає на рівень урожайності.

Вважалося, що основним джерелом відновлення мікроелементів за органічного землеробства є органічні добрива, але ситуація сьогодні у тваринницькій галузі спричинила різке скорочення надходження мікроелементів. Тому проблема дефіциту мікроелементів у ґрунті має компенсуватися додатковим їх внесенням у вигляді мікродобрів, особливо хелатного походження [3].

Багаторічними дослідженнями встановлено ефективність допосівної обробки мікродобривами та позакореневе підживлення вегетуючих рослин, що сприяє підвищенню їх адаптивності та стресостійкості.

Обробка насіння перед сівбою є найбільш ефективним способом забезпечення агрокультур елементом живлення у початковий період їх росту і розвитку, при цьому прискорюється енергія проростання за рахунок активації гідролізуючих ферментів та польова схожість, коли сходи дружні із потужною кореневою системою. При цьому на початковому етапі свого росту рослини забезпечуються повним комплексом елементів мінерального живлення, що у свою чергу сприяє повному розкриттю генетичного потенціалу сортів. Обробку мікроелементами проводять одночасно з інокуляцією чи протруєнням насіння. Мікродобрива на основі хелатів вносять разом із інокулянтами, регуляторами росту, що дозволяє зменшити норми витрати препаратів. Урожайність сої залежить від технології її вирощування, спланованої системи захисту та мінерального живлення [4].

Завдяки добре розвиненій кореневій системі соя засвоює елементи живлення з глибоких шарів ґрунту, та у важкодоступних формах, що практично не засвоюються іншими зерновими і бобовими культурами. Задоволення потреби в азоті сої складає до 70% завдяки симбіозу з азотфіксуючими бактеріями роду *Rhizobium* [5, 6]. Розвиток нодуляційного апарату регулюється шляхом застосування елементів технології вирощування сої, а саме інокуляції насіння бактеріальними препаратами; регулювання норм мікродобрів та регуляторів росту. Сучасна ефективна система удобрення сої спрямована на збалансоване забезпечення мікроелементами, фосфором, калієм, створення оптимальних умов для підвищення стресостійкості рослин та підвищення адаптивних властивостей [7, 8].

Постановка завдання. Дослідження мали на меті розкрити питання застосування мікробіологічних препаратів та гумінових мікродобрів для підвищення урожайності, адаптивності та стресостійкості сої.

Виклад основного матеріалу. Дослідження виконували у виробничих посівах агропідприємства Полтавської області. Характеристика ґрунту у досліді: чорнозем

типовий середньогумусний крупнопилувато-середньосуглинковий із вмістом гумусу 3,35%, рухомого фосфору – 112 мг/кг ґрунту, калію – 113 мг/кг ґрунту, рН – 6,1. Сорт сої Ментор – оригінатор Євраліс Семанс Франція: належить до напівобмежених типів росту середньоранніх сортів, з періодом вегетації 114–138 днів. Сіяли сою суцільним способом з розрахунку 800 тис. рослин на 1 га. Норма висіву 80–100 кг/га. Площа дослідних ділянок – 30 м², повторність – 3-разова.

Схема дослідіу:

1. Контроль (Ризоактив) – інокуляція;
2. Хі Стік Соя + Соя Аміно Хелат – композиція інокулянт+мікродобриво;
3. Ризостим + Соя Аміно Хелат – композиція інокулянт+мікродобриво.

Результати досліджень. За результатами досліджень дія мікродобрива Соя Аміно Хелат у поєднанні з інокулянтами нового покоління забезпечила кращі умови для проростання насіння і розвитку проростків за рахунок покращання фосфорного живлення та ширшого спектру біологічно активних речовин з рістстимулюючими та протекторними властивостями. Також відмічено наявність потужнішого стебла і листового апарату, інтенсивніше зелене забарвленням, менше ураження збудниками бактеріальних захворювань.

Обробка насіння інокулянтами та мікродобривом Соя Аміно Хелат сприяла активнішому утворенню бульбочок на коренях рослин сої, про що свідчать результати досліджень з діаграми 1.

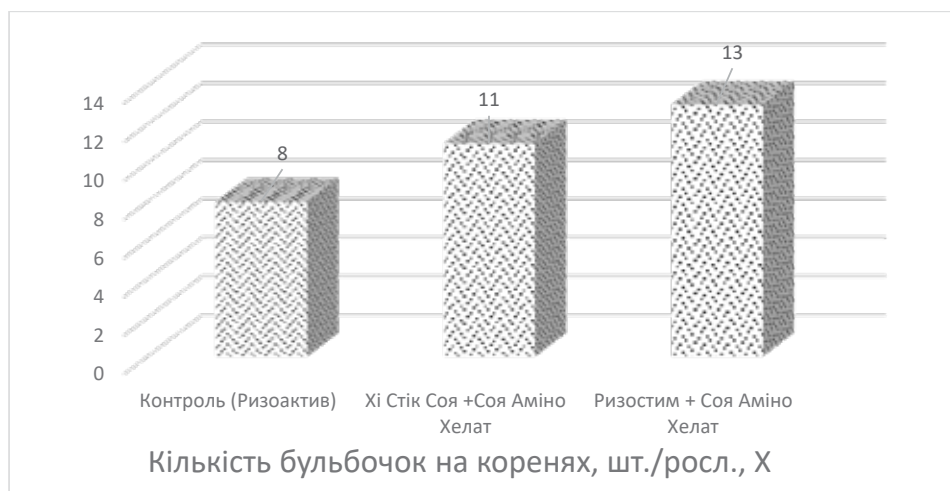


Рис. 1. Вплив інокулянтів та мікродобрива Соя Аміно Хелат на формування нодуляційного апарату сої (фаза цвітіння)

За результатами підрахунків бачимо, що вища кількість бульбочок у фазі цвітіння була на варіантах за комплексного використання інокулянтів та мікродобрива, що майже удвічі перевищує контроль.

Результати досліджень вплив інокулянтів у комплексному застосуванні з мікродобривом Соя Аміно Хелат на формування нодуляційного апарату сої у фазі утворення бобів представлено на діаграмі 2.

За результатами досліджень, що представлені на малюнку 2 бачимо, що значно більша кількість бульбочок формувалась у фазу утворення бобів. Порівняно

з фазою цвітіння, цей показник зріс майже у півтора рази залежно від варіанту досліду, що і вплинуло формуванні урожаю сої.

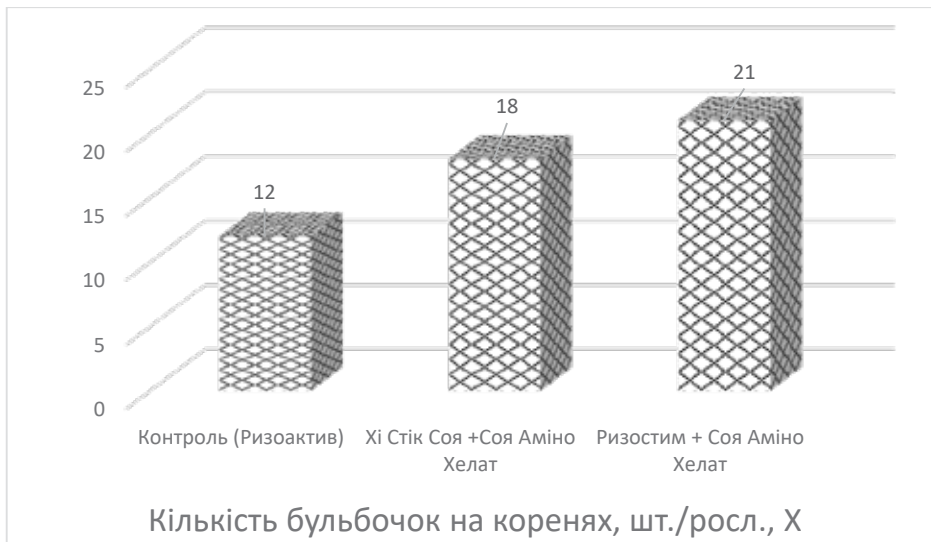


Рис. 2. Вплив інокулянтів та мікродобрива Соя Аміно Хелат на формування нодуляційного апарату сої (фаза утворення бобів)

Дослідження впливу інокулянтів у суміші з мікродобривом Соя Аміно Хелат на формування кореневої системи сої подано на діаграмі 3.

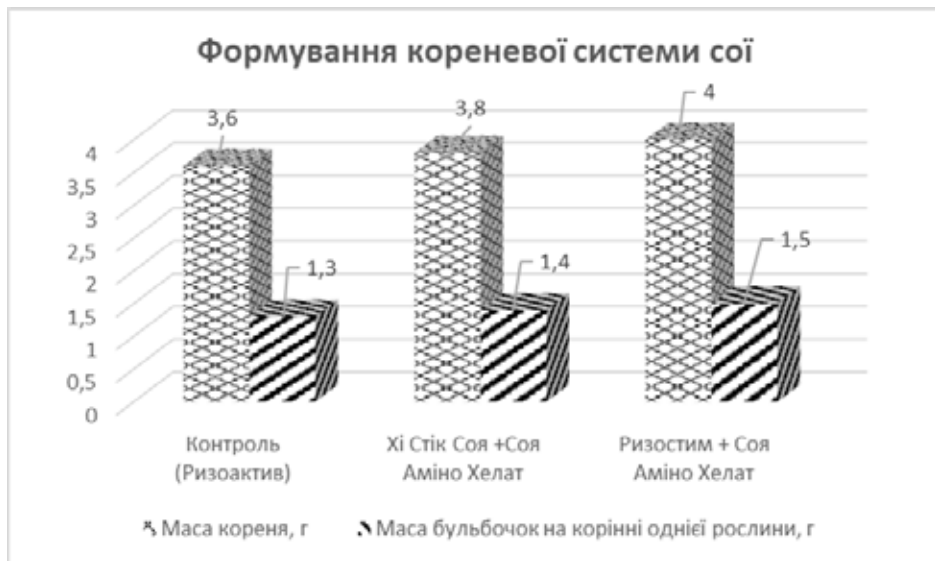


Рис. 3. Вплив інокулянтів та мікродобрива Соя Аміно Хелат на формування кореневої системи сої

У дослідженнях нами були вивчені особливості формування та функціонування азотфіксуючого апарату сої і було встановлено, що нодуляційний процес відбувався активно в усіх варіантах, включаючи контроль, де бульбочки утворювались завдяки інокулянту Ризоактив. Найбільш потужний нодуляційний апарат формувалася за використання композиційної допосівної обробки мікродобривом Соє Аміно Хелат та інокулянту Ризостим, дещо менші показники отримали на варіанті з Хі Стік Соє. При цьому формувалась потужна коренева система із активною азотфіксуючою активністю симбіотичного апарату. У дослідженні відмічено процес збагачення ґрунту біологічним азотом, що вплинуло на соєво-ризобіальний симбіоз та рівень урожайності культури.

Передпосівна обробка насіння сої у композиції з мікродобривом Соє Аміно Хелат позитивно вплинула на підвищення урожайності сої.

Дослідження показали, що у варіантах з обробкою насіння мікродобривом сформувалась більша кількість бобів на рослині та їх маса, що забезпечило прирост урожаю. Результати досліджень впливу інокулянтів у композиції з мікродобривом Соє Аміно Хелат на урожайність сої подана на діаграмі 4.

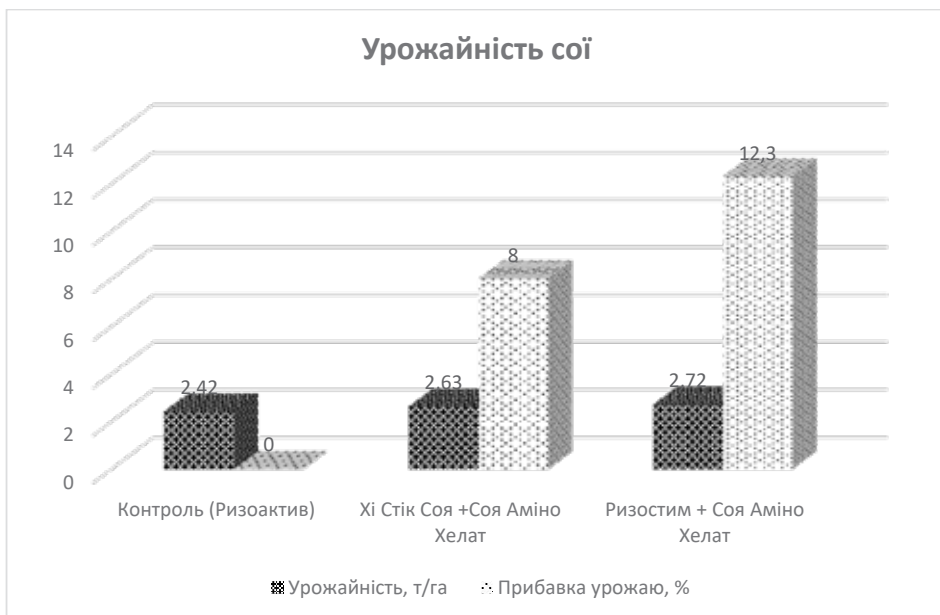


Рис. 4. Вплив інокулянтів та мікродобрива Соє Аміно Хелат на урожайність сої

Результати польового експерименту показали, що найвищий приріст урожаю сої забезпечив препарат Ризостим. В умовах нетипового зниження температури на початку вегетації сої у 2023 році досліджуване мікродобриво Соє Аміно Хелат у композиції з інокулянтом Ризостим забезпечило прирост урожаю сої порівняно з контролем на 12,3%, в у варіанті з інокулянтом Хі Стік Соє – 8%. Такі результати свідчать про підсилення стійкості рослин сої до стресових факторів навколишнього середовища.

Висновки і пропозиції. Отже, допосівна обробка насіння композицією мікродобрива Соя Аміно Хелат у комплексі з інокулянтами мала позитивний ефект на ростові процеси рослин, сприяло більш ефективній роботі нодуляційного апарату, що у подальшому вплинуло на показники урожайності сої, розкриття генетичного потенціалу сорту та накопичення азоту у ґрунті.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Ефективне рішення для інокуляції сої. 2022. URL: <https://agronews.ua/news/efektyvne-rishennya-dlya-inokulyacziyi-soyi/>.
2. Дідора В.Г. Симбіотична продуктивність сої залежно від інокуляції насіння та удобрення. Наукові горизонти, 2018. № 1 (64). С. 23–28. URL: <https://sciencehorizon.com.ua/uk/journals/1-64-2018/simbiotichna-produktivnist-soyi-zalyezhno-vid-inokulyatsiyi-nasinnya-ta-udobryennya>.
3. Москалець В.В. Застосування мікробних препаратів і мікроелементних добрив на якість зерна сої. Агроекологічний журнал, 2004. № 3. С. 19–24.
4. Шепілова Т. П. Вплив мікродобрив на продуктивність рослин сої. Корми і кормовиробництво, 2010. № 66. С. 115–119.
5. Дробітько А.В. Вплив передпосівної інокуляції насіння на продуктивність сортів сої в умовах Степу України. Аграрні інновації, 2020. № 1. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.1.6>.
6. Крутило Д.В. Вивчення мікрофлори насіння сої як одного з ймовірних факторів розповсюдження *bradyrhizobium japonicum*. Сільськогосподарська мікробіологія, 2007. Вип. 6. С. 84–91.
7. Маліченко С.М. Ефективність різних способів інокуляції сої бульбочковими бактеріями. URL: <httpdspace.nbu.gov.ua/bitstream/handle/1234567892712902-Malichenko.pdfsequence=1>.
8. Новицька Н.В. Вплив добрив та інокуляції на симбіотичну діяльність посіви сої. Науковий огляд, 2014. № 2. URL: <http://naukajournal.org/index.php/naukajournal/article/view/172>.

ТВАРИННИЦТВО, КОРМОВИРОБНИЦТВО, ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ПЕРЕРОБКА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

ANIMAL HUSBANDRY, FEED PRODUCTION,
STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCTS

УДК 636.74.044.7

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.26>

ОЦІНКА ВПЛИВУ ПОРОДИ ТА СТАТІ НА РОБОЧІ ЯКОСТІ СЛУЖБОВИХ СОБАК

Ведмеденко О.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри технологій виробництва та переробки

сільськогосподарської продукції імені В.Г. Пелиха,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

Воїнова О.В. – студентка IV курсу біолого-технологічного факультету,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

У статті досліджено вплив породи та статі на службові якості собак. Для цього були обрані службові собаки розплідника, включаючи німецьких, бельгійських та середньоазіатських вівчарок. Результати оцінки службових якостей собак розплідника виявили певні породні відмінності. Суки бельгійської вівчарки отримали максимальну кількість балів за загальні навички, у той час як кобелі усіх порід мали трохи меншу оцінку за загальну слухняність. Найвищу оцінку з пророблення сліду серед сук також отримали бельгійські вівчарки. Оцінка навичок з вибору людини та предмету у сук бельгійської вівчарки була незадовільною. Високу оцінку за обшук місцевості та приміщення отримали суки німецької та бельгійської вівчарок. Мінімальні оцінки за більшістю спеціальних навичок отримали собаки породи алабай, але вони виявилися кращими у навичці затримання, з легкою перевагою перед іншими породами.

Дослідження показало, що порода та статеві належності мають значний вплив на відпрацювання загального курсу дресирування, з відповідними частками впливу 15,6% та 20,1% ($P < 0,001$). Максимальний вплив з високою вірогідністю спостерігався у породі за комплексним оцінюванням спеціальних навичок, з частками впливу відповідно 73,1%, 73,5%, 67,5% ($P < 0,001$). Щодо навичок вибору людини та предмета, порода мала вплив з частками відповідно 32,4% і 27,5% ($P < 0,001$), а взаємодія породи та статі – 31,5% і 23,1% ($P < 0,001$) відповідно. Встановлено незначну частку впливу статі з певним рівнем достовірності на оцінювання навичок з пророблення сліду (4,0%, $P < 0,05$), вибору людини (8,3%, $P < 0,001$), обшуку місцевості, приміщення (5,2%, $P < 0,001$). Рекомендується активно використовувати собак порід німецька та бельгійська вівчарки з метою покращення робочих якостей службових собак розплідника, а породи алабай краще використовувати у вартівній службі та затриманні.

Ключові слова: службові собаки, порода, стать, робочі якості, загальні навички, спеціальні навички.

Vedmedenko O.V., Voinova O.V. Assessment of the influence of breed and gender on the working qualities of service dogs

The article investigates the influence of breed and gender on the working qualities of dogs. For this purpose, working dogs of the kennel, including German, Belgian and Central Asian shepherds, were selected. The results of the assessment of the working qualities of the kennel dogs revealed certain breed differences. The Belgian Shepherd females received the maximum number of points for general skills, while the males of all breeds had a slightly lower score for general obedience. Belgian Shepherds also received the highest score for tracking among females. The assessment of the skills of choosing a person and an object in Belgian Shepherd females was unsatisfactory. German and Belgian Shepherd Dogs received high marks for searching the area and premises. Alabai dogs received lower scores in most of the special skills, except for apprehension, in which they excelled, demonstrating a slight advantage over other breeds.

The study showed that breed and gender have a significant impact on the overall training course, with respective proportions of 15.6% and 20.1% ($P < 0.001$). The maximum influence with high probability was observed in the breed in the complex assessment of special skills, with the shares of influence, respectively, 73.1%, 73.5%, 67.5% ($P < 0.001$). Regarding the skills of choosing a person and an object, the breed had an influence with shares of 32.4% and 27.5% ($P < 0.001$), respectively, and the interaction of breed and gender – 31.5% and 23.1% ($P < 0.001$), respectively. A minor influence of gender was observed with a certain level of significance in tracking skills (4.0%, $P < 0.05$), human selection abilities (8.3%, $P < 0.001$), and searching in both area and premises (5.2%, $P < 0.001$). It is recommended to actively use dogs of the German and Belgian Shepherd breeds in order to improve the working qualities of kennel dogs, and the Alabai breed is better used in guard duty and detention.

Key words: service dogs, breed, gender, working qualities, general skills, special skills.

Постановка проблеми. Службове собаківництво – це галузь, яка включає підготовку та використання собак у різних службах, таких як поліція, армія, охорона та пошуково-рятувальні служби. Різні породи мають унікальні якості, що робить їх більш придатними для певних завдань, вибір яких залежить від потреб конкретної служби [1] та характеризуються наявністю якостей, корисних для служби, таких як гострий нюх і слух, висока здатність до дресування, сила та витривалість, здатність вести боротьбу зі злочинцем [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У процесі загального дресування закладаються основи для подальшої підготовки собак до спеціальної служби [3]. У 2024 році сфера застосування собак в Україні стала надзвичайно актуальною та різноманітною. Однією з найбільш очевидних завдань є забезпечення безпеки на території, яка частково зазнала мінуння. У цьому контексті вирішальну роль відіграють добре навчені собаки, здатні ефективно виявляти вибухові речовини та допомагати у вирішенні складних завдань безпеки [4].

Наразі серед фахівців-кінологів існує розбіжність думок щодо найкращої породи для охоронних собак. Одні вважають бельгійську вівчарку (малінуа) першочерговими лідерами, деякі віддають перевагу східноєвропейським вівчаркам, а інші радять молосів [5]. Найпоширенішими породами для виконання окреслених завдань є німецька вівчарка, бладхаунди, бельгійська вівчарка (малінуа) та інші. Однак необхідно враховувати кліматичні умови тих місць, де планується застосування собаки [6].

Встановлено, що на робочі якості розшукових собак впливає їх порода та стать. Службові собаки породи німецька вівчарка мають кращі робочі якості серед кобелів, а серед сук – породи бельгійська вівчарка (малінуа). Вплив породи службових собак на їх робочі якості за навиками, що підлягали оцінюванню, коливався від 0,6% до 6,8%, статі – від 0,1% до 7,3%, а віку – від 0,1% до 11,4%. Найбільший вплив на загальну оцінку службових собак за всіма розділами має їх вік (1,6%) [7].

Німецька вівчарка є класикою світової кінології і отримала визнання як провідна порода завдяки своїм відмінним робочим якостям [8]. Процес підготовки собак як професіоналів у різних сферах вимагає експертного підходу з боку професійних кінологів на різних рівнях. Організми собак, які використовуються в службовому собаківництві, повинні підтримувати оптимальну фізичну форму, оскільки вони здатні виконувати важку фізичну роботу, таку як слідкування, пошук, захист та інше. Тому для цих собак особливо важливий баланс між обміном речовин та фізичною активністю, а також правильне харчування та догляд [9]. Найкращим підходом до організації харчування службових собак є надання їм добової норми їжі під час проведення тренувань [10]. Важливість правильної оцінки собаки, її темпераменту та якості навчання стає критичною для успішної реалізації в рамках загального курсу дресирування та у різноманітних сценаріях практичного застосування.

Постановка завдання. Дослідження проводились на базі розплідника службового собаківництва Дніпропетровської області.

Об'єктом досліджень були службові собаки розплідника, з яких 12 німецьких вівчарок, 6 бельгійських вівчарок (малінуа), 6 середньоазіатських вівчарок (алабай).

Метою дослідження було вивчити вплив породи та статі на робочі якості собак в умовах розплідника службового собаківництва.

Під час проведення досліджень використано основні дані зі справ службових собак розплідника. Статистичну обробку даних, а також дисперсійний аналіз здійснювали за допомогою програмного пакету Microsoft Excel операційної системи "Windows-10". Результати середніх значень вважали статистично вірогідними за $P < 0,05$ (*), $P < 0,01$ (**), $P < 0,001$ (***)

Випробовування службових якостей собак проводились за загальною і спеціальною підготовками відповідно до Методичних вказівок щодо проведення випробовувань службових собак [11]. Робота собак за виконання навичок загальної та спеціальної підготовки оцінюється відповідно за 100- і 200-бальною системою окремо.

Виклад основного матеріалу дослідження. Усі службові собаки, що допущені до розведення, повинні бути оцінені за робочими якостями. Цей рейтинг визначається ступенем диплома собаки на випробуваннях або змаганнях. Службові (робочі) якості собаки – це здатність його до дресирування, вироблення навичок слухняності і спеціального курсу [12]. За результатами оцінки службових якостей собак розплідника (табл. 1) можна стверджувати, що тварини представлених порід здатні формувати навички за вказаною програмою дресирування, але встановлено певні породні відмінності. Суки породи бельгійська вівчарка отримали максимальну кількість балів за загальні навички – 62,0 бали, що перевищувало оцінку сук порід німецька вівчарка та алабая на 8,3 і 8,9 балів відповідно. Кобелі усіх порід мали трохи нижчу оцінку за загальну слухняність, в межах 48,9...52,0 бали, поступаючись сукам. Собаки порід бельгійська та німецька вівчарка відзначилися кращим виконанням комплексу спеціальних навичок. Кобелі бельгійської вівчарки набрали найбільшу кількість балів (179 балів), з невеликою перевагою перед суками цієї ж породи на 4,0 бали та значним відставанням від інших порід у межах 25,3...122,0 балів.

Серед спеціальних навичок варто відзначити найвищу оцінку за пророблення сліду серед сук бельгійської вівчарки, яка склала 110 балів, завдяки додатковим 30 балам за пошук гільз. Кобелі цієї ж породи отримали трохи нижчу оцінку, а саме

на 25 балів. У той час як навички з вибору людини та предмету у сук бельгійської вівчарки були оцінені як незадовільні. Собаки німецької вівчарки показали значну мінливість результатів за навичкою пророблення сліду ($C_v = 93,1\%$ і $102,3\%$). Дві суки цієї породи отримали 24 і 25 бали за цю навичку, а одна з них, за ім'ям Марсель, отримала 110 балів, додатково нарахованих за пошук гільз. Варіація в оцінках кобелів за проробленням сліду становила від 8 до 85 балів. Висока оцінка за обшук місцевості, приміщення належить сукам німецької та бельгійської вівчарок (28,0 і 30 балів відповідно). Кобелі, у межах своїх порід, за пошуковою навичкою були оцінені на 10,0 балів менше.

Таблиця 1

Оцінка робочих якостей службових порід собак

Показник	Порода					
	німецька вівчарка		бельгійська вівчарка		алабай	
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$C_v, \%$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$C_v, \%$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$C_v, \%$
Суки						
Загальні навички	53,67±7,84	25,3	62,00±0,00	0,0	53,03±1,65	2,8
Спеціальні навички:	153,67±19,97	22,5	175,00±1,03	1,5	57,00±1,17	1,3
– пророблення сліду	53,00±28,50	93,1	110,00±0,00	0,0	14,07±1,31	1,3
– вибір людини	18,67±0,67	6,2	0,00±0,00	0,0	2,00±0,00	2,7
– вибір предмета	22,67±11,57	88,3	0,00±0,00	0,0	6,10±1,24	2,3
– обшук місцевості, приміщення	28,00±2,00	12,4	30,05±0,78	2,3	2,00±0,14	1,9
– затримання	31,33±1,86	10,3	35,00±0,94	2,1	33,00±1,87	2,2
– вартова служба	-	-	-	-	добре	-
– час проходження смуги перешкод, с	61,33±12,20	34,5	35,00±0,00	0,0	90,05±1,28	2,1
Кобелі						
Загальні навички	48,88±2,55	14,8	52,00±2,19	2,4	49,50±3,18	12,8
Спеціальні навички:	114,63±22,71	56,0	179,01±2,00	1,6	61,75±5,65	18,3
– пророблення сліду	32,38±4,58	102,3	85,00±0,00	0,0	10,00±0,82	16,3
– вибір людини	13,38±4,58	96,8	20,00±0,00	0,0	3,50±0,96	54,7
– вибір предмета	17,25±4,72	77,4	20,00±0,00	0,0	5,00±1,73	69,3
– обшук місцевості, приміщення	17,38±2,80	45,5	20,00±0,00	0,0	7,50±4,27	113,9
– затримання	34,25±6,16	50,9	34,00±0,56	2,1	35,75±3,25	18,2
– вартова служба	задов., добре	-	-	-	добре	-
– час проходження смуги перешкод, с	76,00±2,41	8,9	72,00±2,49	2,8	88,75±0,95	2,1

Собаки породи алабай отримали мінімальні оцінки за більшістю спеціальних навичок, але в навичці затримання вони були кращими з невеликою перевагою над іншими породами на 0,8 до 4,4 бали. Крім того, собаки цієї породи показали добрі результати у вартовій службі незалежно від статі. Зауважимо, що серед інших порід лише два кобелі німецької вівчарки добре проявили себе у вартовій службі, а один – задовільно. Суки бельгійської вівчарки виявилися найбільш спритними у проходженні смуги перешкод, затрачаючи на це 35 секунд. Кобелі цієї породи подолали перешкоди в середньому за 37 секунд довше. Суки німецької вівчарки також успішно подолали перешкоди, затрачаючи на це в середньому 61,3 секунд, що на 14,7 секунд швидше за кобелів цієї ж породи. Собаки породи алабай виявилися повільнішими, з часом проходження смуги перешкод 90,0 секунд для сук і 88,8 секунд для кобелів відповідно.

В загальному, собаки порід німецька та бельгійська вівчарки виявились найбільш високо оціненими за навичками переслідування людини за запаховим слідом, виявлення людини, що приховується або рухається, а також вибирання запахових предметів (речей) людини. Тому ці породи слід активно використовувати у програмах племінного розведення для покращення робочих якостей службових собак у розплідника. Бельгійські вівчарки проявляють більшу концентрацію на роботі, що відображається в їх швидкій реакції та винятковому нюху. Ці собаки мають також більше очікування від тренера. Собаки породи алабай, через їхню обмежену пошукову роботу, найбільше підходять для використання у вартовій службі та затриманні.

Виявлено, що робочі якості собак залежать від їх статі на протязі загального курсу дресирування та відпрацювання спеціальних навичок. Усі суки, які входили до вибірки німецької та бельгійської вівчарок, виконують службу як розшукові собаки, що відображається у їхніх вищих балах за загальними навичками. Це особливо важливо для собак, які призначені для служби в охороні. У той час як кобелі цих порід виконують розшукову та охоронну служби. Отримання вищих балів для сук породи алабай за більшістю навичок може бути пов'язано з тим, що вони мають менший сексуальний потяг, ніж кобелі, і менше відволікаються на це під час тренувань.

Одним із завдань досліджень було виявити силу впливу факторів породи та статі на мінливість оцінки службової роботи собак шляхом двофакторного дисперсійного аналізу (рис. 1–8; табл. 2).

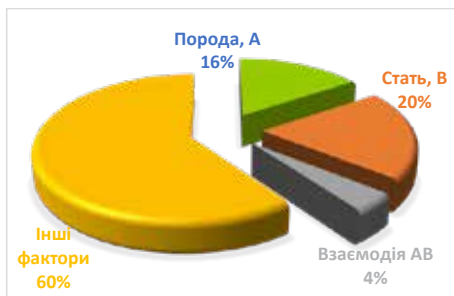


Рис. 1. Вплив факторів на загальні навички собак

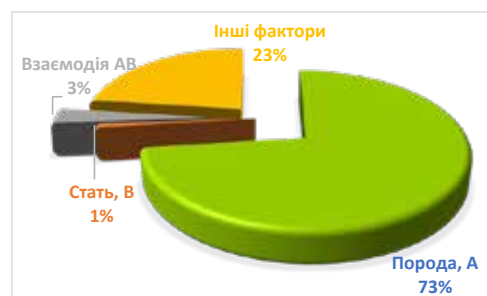


Рис. 2. Вплив факторів на комплексну оцінку за спеціальними навичками

Встановлено, що на відпрацювання загального курсу дресирування мають високовірогідну частку впливу порода та статеві належності, відповідно 15,6% та 20,1% ($P < 0,001$).

Таблиця 2

Двофакторний дисперсійний аналіз мінливості оцінки службової роботи собак

Оцінка службової роботи собак	Джерело мінливості						
	порода, А		стать, В		взаємодія АВ		інші фактори
	$\eta^2, \%$	F	$\eta^2, \%$	F	$\eta^2, \%$	F	$\eta^2, \%$
Загальні навички	15,59***	5,45	20,12***	14,06	4,20	1,47	60,09
Спеціальні навички:	73,07***	67,01	0,87	1,59	3,17	2,91	22,90
– пророблення сліду	73,45***	72,30	4,02*	7,91	1,20	1,18	21,33
– вибір людини	32,37***	24,39	8,29***	12,49	31,46***	23,70	27,87
– вибір предмета	27,49***	12,66	3,79	3,49	23,11***	10,64	45,61
– обшук місцевості, приміщення	67,46***	89,37	5,23***	13,87	11,45***	15,17	15,85
– затримання	1,21	0,26	1,19	0,52	1,59	0,34	96,00
– час проходження смуги перешкод	55,02***	102,20	18,02***	66,96	15,65***	29,06	11,31

Примітка: * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$; *** – $P < 0,001$.

Максимальну частку впливу з високою вірогідністю мала порода за комплексним оцінюванням спеціальних навичок, у тому числі пророблення сліду та обшук місцевості, приміщення – відповідно 73,1%, 73,5%, 67,5% ($P < 0,001$).



Рис. 3. Вплив факторів на навичку «пророблення сліду»

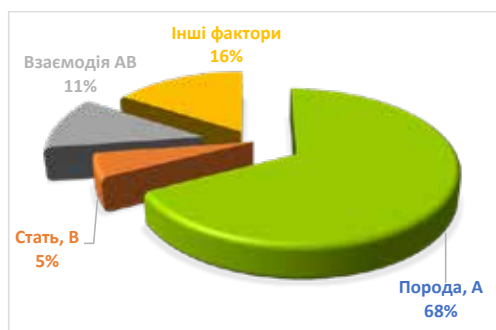


Рис. 4. Вплив факторів на навичку «обшук місцевості, приміщення»

Взаємодія факторів (порода \times стать) не впливає достовірно на величину оцінки загальних та комплексно спеціальних навичок і має найменшу силу впливу на рівні 4,2% та 3,2% відповідно. На навички вибору людини та предмета з високою вірогідністю має порода з часткою впливу відповідно 32,4% і 27,5% ($P < 0,001$) та взаємодія цих факторів (порода \times стать) 31,5% і 23,1% ($P < 0,001$) відповідно.

Встановлено незначну частку впливу статі з певним рівнем достовірності на оцінювання навичок з пророблення сліду (4,0%, $P<0,05$), вибору людини (8,3%, $P<0,001$), обшуку місцевості, приміщення (5,2%, $P<0,001$). Високовірогідний вплив мають поєднання досліджуваних факторів з часткою впливу 11,5% ($P<0,001$) також на обшук місцевості.



Рис. 5. Вплив факторів на навичку «вибір людини»

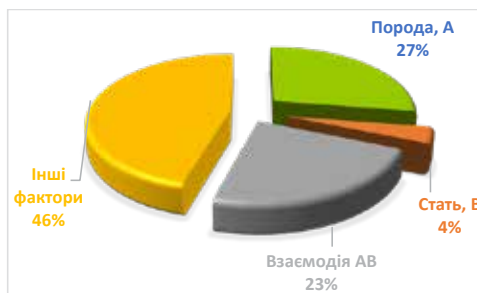


Рис. 6. Вплив факторів на навичку «вибір предмета»



Рис. 7. Вплив факторів на навичку «затримання»

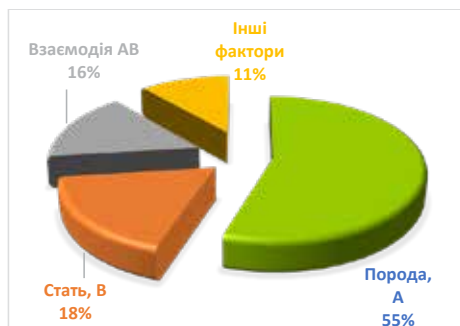


Рис. 8. Вплив факторів на час проходження смуги перешкод

На навичку затримання вплив породи, статі та взаємодії цих факторів є несуттєвим, з частками впливу відповідно 1,2%, 1,2% та 1,6%. Тобто ця робота в більшості залежить від інших факторів, у тому числі самого дресирування. На час проходження смуги перешкод має вплив порода з високовірогідною часткою впливу 55,0% ($P<0,001$) та меншими частками впливу статі (18,0%, $P<0,001$) і поєднання цих факторів (15,7%, $P<0,001$).

Висновки і пропозиції. Отже, більш масивні собаки більших порід важче проходять смугу перешкод, оскільки їм важче високо пригати та швидко бігти, тоді як невеликі німецькі вівчарки або ж ще й менші бельгійські вівчарки справляються з цією роботою набагато краще. Рекомендовано собак порід німецька та бельгійська вівчарки активно використовувати у племінному розведенні для покращення робочих якостей службових собак розплідника. Собак породи алабай, у зв'язку з набагато гіршою пошуковою роботою, краще використовувати у вартовій службі та затриманні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Teichmann. P. Hunde – 2. Aufl. Berlin : Der Kinderbuchverlag, 1990. 66 p.
2. Службові собаки військової поліції: ідеальна співпраця людини та тварини. CZdefence. URL: <https://www.czdefence.com/article/service-dogs-of-the-military-police-perfect-cooperation-between-man-and-animal> (дата звернення: 29.01.2024).
3. Косенко С., Куїмжи М., Кірова Л. Вплив статево-вікового аспекту на робочі якості собак розшукової служби в умовах КЦ УМВС України в одеській області. *Agrarian bulletin of the Black sea littoral*. 2019. ISSUE 95. P. 64-67.
4. Воїнова О.В., Ведмеденко О.В. Використання собак-саперів для розмінування території Херсонської області. *Синергія науки і бізнесу у повоєнному відновленні Херсонщини* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (ХНТУ, 26–28 квітня 2023 р.) у 2-х т. ; Одеса : Олді+, 2023. Т. 2. С. 226-229. <https://dspace.ksaeu.kherson.ua/handle/123456789/9088?show=full>
5. Була Л.В., Павленко Ю.М. Оцінка собак різних порід за показниками робочих якостей на змаганнях з національної програми дресирування «Охоронний собака». *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Тваринництво»*. Вип. 4 (47). 2021. С. 191-197.
6. Була Л.В. Спецпідготовка службових собак. Рекомендовані критерії відбору. *Тваринництво України*. 2008. № 1. С. 31-33.
7. Serkhovets S.V., Mazur N.P., Dymchuk A.V. Working qualities of search dogs of German and Belgian shepherd breeds. *Scientific Messenger LNUVMB. Series: Agricultural sciences*, 2020, vol. 22, no 93. P. 113-118.
8. Бочков В.М. Екстер'єрні особливості і робочі якості собак різних генеалогічних ліній породи німецька вівчарка. *Науково-технічний бюлетень Інституту біології тварин і Державного науково-дослідного контрольного інституту ветпрепаратів та кормових добавок*. 2014. Вип. 15. № 4. С. 124-132. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ntbibt_2014_15_4_27 (дата звернення: 29.01.2024).
9. Кінологія: утримання та годівля собак : навчальний посібник / Бурлака В.А., та ін.; за ред. В. А. Бурлаки. Житомир: «Волинь», 2004. 412 с.
10. Воїнова О., Ведмеденко О. Вплив раціону харчування на фізіологічний та фізичний стан службових собак під час тренувань. *Стан та перспективи виробництва, переробки і використання продукції тваринництва* : матеріали X Міжнародної наукової конференції студентської та учнівської молоді., м. Кам'янець-Подільський., 30 листопада 2023 року. С. 25-27. <https://dspace.ksaeu.kherson.ua/handle/123456789/9092?show=full>
11. Інструкція з організації кінологічної служби в установах виконання покарань і слідчих ізоляторах. Затверджено Наказом Державного департаменту України з питань виконання покарань № 18 від 24 січня 2004 р.
12. Була Л.В., Павленко Ю.М., Свисенко С.В., Малікова А.І. Робочі якості та показники нервової діяльності собак породи середньоазіатська вівчарка. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Тваринництво»*. Вип. 4 (39). 2019. С. 92-98.

УДК 636.2. 082.084.085. 2.11. 39.

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.27>

ЗАКОНОМІРНОСТІ РОСТУ, СПОЖИВАННЯ І ОБМІННОЇ ЕНЕРГІЇ КОРМУ ТА СУХОЇ РЕЧОВИНИ ПРИ ВИРОЩУВАННІ БУГАЙЦІВ НОВОЇ ПОПУЛЯЦІЇ БУКОВИНСЬКОГО ЗОНАЛЬНОГО ТИПУ М'ЯСНОГО КОМОЛОГО СИМЕНТАЛУ З МАКСИМАЛЬНО ВИКОРИСТАННЯМ КУЛЬТУРНИХ ПАСОВИЩ В УМОВАХ ПЕРЕДГІРНОЇ ЗОНИ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ БУКОВИНИ

Калинка А.К. – к.с.-г.н., с.н.с.,

завідувач відділом тваринництва,

Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту

сільського господарства Карпатського регіону Національної академії

аграрних наук України

У пропонованій статті відображено вперше результати досліджень щодо закономірностей росту, споживання і обмінної енергії корму та сухої речовини при вирощуванні бугайців нової популяції буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу худоби з максимально використанням культурних пасовищ з бобово-злакових травосумішок в умовах передгірської зони Карпатського регіону Буковини.

За результатами досліджень встановлено, що при різній концентрації обмінної енергії в 1 кг сухої речовини в різних рецептах раціонів, що протягом 79 днів основного періоду дослідження, середньодобові прирости в бугайців II-дослідної групи, які становили – 949 г, що на 76 г (8,7%) більше за ровесників-аналогів контрольної групи в яких концентрація обмінної енергії в 1 кг сухої речовини складала 9,9 МДж в передгір'ї зони Карпат.

В проведених дослідженнях вивчено після дію різних рецептів раціонів на культурних пасовищних кормах де бугайці II-дослідної групи зберігали підвищену енергію, яка становила – 1020 г, що на 62 г (6,5%) більше від ровесників контрольної групи. Встановлено, що при підвищенні концентрації обмінної енергії від 10,5 до 10,7 МДж у сухій речовині кормів при інтенсивному вирощуванні бугайців після відлучення від 294 до 369 кг в зимово-стійловому періоді, яка забезпечує збільшення енергії росту на 8,7% при сінажно-концентрованому типі годівлі з витратами 141,5 МДж – обмінної енергії, 8,4 – кормових одиниць та 12,7 кг – сухої речовини в умовах передгірної зони Карпат.

За результатами досліджень доведено, що при вирощуванні бугайців на фоні різних рівнів концентрації обмінної енергії в рецептах раціонів при споживанні на 100 кг живої маси сухої речовини 3,4 кг тваринами в структурі збалансованих раціонів в концентрацією обмінної енергії 10,5–10,7 МДж з витратами на 1 кг приросту к. од. – 8,8 та 149,1 – обмінної енергії в передгірській зоні Карпатського регіону Буковини.

Ключові слова: порода, тип, раціон, обмінна енергія, суха речовина.

Kalinka A.K. Patterns of growth, consumption and exchangeable energy of feed and dry matter during the breeding of bulls of the new population of the bukovina zonal type of the meat komologo simmental with the maximum use of cultural pastures in the conditions of the foothills of the Carpathian region of Bukovina

The proposed article reflects the results of research for the first time regarding the patterns of growth, consumption and exchangeable energy of feed and dry matter during the cultivation of cattle of the new population of the Bukovina zonal type of meat komologo simmental cattle with the maximum use of cultural pastures from legume-cereal grass mixtures in the conditions of the foothills of the Carpathian region of Bukovina.

According to the results of the research, it was established that with different concentrations of exchangeable energy in 1 kg of dry matter in different recipe rations, during the 79 days of the main period of the experiment, the average daily gains in the bugai people of the II experimental group amounted to – 949 g, which is by 76 g (8,7%) more than peers of the control group in which

the concentration of exchangeable energy in 1 kg of dry matter was 9,9 MJ in the foothills of the Carpathian zone.

In the conducted research, it was studied after the effect of different recipes of rations on cultivated pasture fodder, where bulls of the II-experimental group kept increased energy, which amounted to – 1020 g, which is 62 g (6,5%) more than peers of the control group.

It was established that with an increase in the concentration of exchangeable energy from 10,5 to 10,7 MJ in the dry matter of fodder during intensive rearing of steers after weaning from 294 to 369 kg in the winter-stall period, which provides an increase in growth energy by 8.7% with hay – concentrated type of feeding with consumption of 141,5 MJ of exchangeable energy, 8.4 of feed units and 12,7 kg of dry matter in the foothills of the Carpathians.

According to the results of research, it has been proven that when growing cattle on the background of different levels of concentration of exchangeable energy in the recipes of rations with consumption of 3,4 kg of dry matter per 100 kg of live weight by animals in the structure of balanced rations with a concentration of exchangeable energy of 10,5–10,7 MJ with expenses for 1 kg of gain per unit. – 8,8 and 149,1 – exchangeable energy in the foothill zone of the Carpathian region of Bukovina.

Key words: breed, type, diet, exchangeable energy, dry matter.

Постановка проблеми. В сучасних реаліях війни для збільшення в регіоні виробництва дешевої яловичини та її якості, яку можна отримати на основі розробки різних нових моделей рецептів раціонів та їх оптимізації з кормовими регіональними ресурсами для повноцінної годівлі м'ясних порід та їх типів худоби для максимальної реалізації продуктивного власного потенціалу жуйних, що є актуальним в аграрній та в освітянській науці в різних зонах Українських Карпат [6].

Тому розробка новітніх дешевих теоретичних і практичних аспектів різних рецептів раціонів годівлі нової генерації буковинського зонального типу молодняку м'ясного комолого сименталу жуйних при відгодівлі для стійлового та літнього періодів вирощування при вивченні закономірності росту, споживання та обмінної енергії корму та сухої речовини при вирощуванні при зменшенні енергетичних кормів до розроблених нових норм, який забезпечує високий генетичний м'ясний потенціал продуктивності жуйних для зони Карпат.

В зв'язку з цим в сьогоднішні необхідно розробити в регіоні та оптимізувати такі нові моделі рецептів раціонів годівлі та встановити ефективність їх використання для створеної нової м'ясної худоби з урахуванням зональних особливостей хімічного складу кормів, що і є нашою дослідною роботою в умовах Карпатського регіону Буковини.

З огляду на це, потрібно розробити такий найбільший продуктивний ефективний захід, який можливо із розвитком перспективної дешевої технології м'ясного скотарства, як самостійної галузі, для якої потрібні нові породи та типи з високим генетичним м'ясним потенціалом, які б добре були адаптовані до умов різних зон регіону, що відповідають запитам даної галузі, зокрема годівлі, утримання та розведення м'ясної худоби в зоні Карпат [2, 9].

Цікавим є те, що при створенні в регіоні нової популяції м'ясних комолых сименталів жуйних, які виявляють свій високий генетичний м'ясний потенціал не лише при прийнятному типі годівлі, а й вивчити при середньому та високому рівні енергії в рецептах раціонів при інтенсивному вирощуванні на кормах власного виробництва з використанням максимально культурних пасовищах з бобово – злакових травосумішок довготривалого в умовах передгірської зони Карпатського регіону Буковини [1, 3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язання проблеми. На даний час основним завданням розвитку регіонального

прибуткового м'ясного скотарства, яке збільшує високий обсяг виробництва та збільшує середньодобові прирости в молодняку нової популяції м'ясних комолих сименталів жуйних при відгодівлі в зоні Карпат.

З приводу цього де існуюча система нормування енергетичного живлення молодняку м'ясної худоби нової генерації при інтенсивному виробництві яловичини, ще не має такого експериментального обґрунтування диференційованої концентрації доступної до обміну обмінної енергії в сухій речовині кормів та оптимальної структури нових моделей рецептів раціонів при відгодівлі жуйних до високих вагових кондицій в зоні Українських Карпат.

Оскільки одним із багатьох таких об'єктивних та важливих виробничих чинників, що впливають на виробництво дешевої яловичини є розведення та створення нових продуктивних порід та їх типів м'ясної худоби для Карпатського регіону України [13].



Рис. 1

Оскільки створення продуктивного нового типу м'ясної симентальської худоби для передгір'я Карпат, яка виявляє свій високий генетичний м'ясний потенціал в ідеальних умовах годівлі. Яка б не поступалася за рівнем продуктивності перед існуючою породою худоби в неоптимальних кормових умовах, значно перевищували б їх при високому рівні повноцінної годівлі й мали б підвищені компенсаторні властивості інтенсивного росту та формування м'ясної продуктивності після виключення екстремальних факторів годівлі жуйних.

Тому нами й поставлена важлива наукова та виробнича ціль з вивчення різних моделей рецептів моделей раціонів, які б впливали на закономірності росту, споживання та обмінної енергії корму та сухої речовини при відгодівлі бугайців нової популяції м'ясних комолих сименталів жуйних з максимально використанням культурних пасовищ з бобово-злакових травосумішок з розробкою нової регіональної концепції нового підходу для одержання дешевої та якісної яловичини в зоні Карпат [7].

Оскільки наші проведені вперше нові дослідження з годівлі тварин, які направлені на розробку нових рецептів раціонів для годівлі нової популяції молодняку м'ясної худоби, щоб забезпечували максимальну реалізацію продуктивного потенціалу на 15–18% при відгодівлі в регіоні Буковини [9].

Постановка завдання. За мету наших досліджень вперше було взято вивчення закономірності росту, споживання обмінної енергії корму, та сухої речовини при

інтенсивному вирощуванні бугайців нової популяції буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу жуйних з максимальним використанням культурних пасовищ з бобово-злакових травосумішок довготривалого використання в передгірській зоні Карпат.

З метою вивчення можливостей росту бугайців симентальської м'ясної худоби комолого типу й проведений науково-господарський дослід на 3 групах бугайців – аналогах в кожній по 10 голів з живою масою на початок дослідів 293–298 кг в ДПДГ «Чернівецьке» Буковинської ДСГДС ІСГ КР НААН згідно схеми (табл. 1).

Умови утримання для всіх бугайців були однаковими в літній та зимовий періоди вирощування. В заключному літньому періоді вирощування дослідних тварин, який припав з нагулом на культурних пасовищах з різними бобово-злаковими травосумішками довготривалого використання без підгодівлі концентрованими кормами влітку в зоні Буковини [3–5, 11–12].

Таблиця 1

Схема науково-господарського дослідів

Група	Кіл. голів	Жива маса на початок дослідів, кг	Особливості годівлі тварин по періодах		
			підготовчий (25 днів)	основний (90 днів)	заклучний (30 днів)
Контрольна	10	298	Раціон, прийнятий в господарстві	Структура збалансованих раціонів з концентрацією обмінної енергії 9,8–10,0 МДж в 1 кг сухої речовини	Пасовищний корм
I – Дослідна	10	293	Так, як в контрольній групі	Структура збалансованих раціонів з концентрацією обмінної енергії 10,0–10,2 МДж в 1 кг сухої речовини	
II – Дослідна	10	294		Структура збалансованих раціонів з концентрацією обмінної енергії 10,3–10,5 МДж в 1 кг сухої речовини	

Тому й ставилося нами завдання з вивчення вирощування бугайців симентальської м'ясної худоби нової генерації для формуванні м'ясної продуктивності на фоні різних рівнів концентрації обмінної енергії в 1 кг сухої речовини рецепту раціону де було вивчено післядію кожної моделі рецепту раціону, який був в основному періоді дослідів [8–10].

Виклад основного матеріалу досліджень. Фактичне споживання кормів бугайцями за основний період в розрахунку на 1 кормовий день (табл. 2).

Дослідженнями встановлено (табл. 3), що при різній концентрації обмінної енергії в 1 кг сухої речовини в різних розроблених рецептах раціонів, що протягом 79 днів основного періоду дослідів, середньодобові прирости в бугайців II-дослідної групи, які становили 949 г, що на 76 г (8,7%) більше за ровесників-аналогів контрольної групи в яких концентрація обмінної енергії в 1 кг сухої речовини складала 9,9 МДж в передгірській зоні Карпатського регіону Буковини.

Таблиця 2

Використання кормів бугайцями (в середньому за 1 кормодень)

ГРУПА	РАЦІОН											
	Корм					В раціоні міститься						
	зелена маса, кг	сіно, кг	зерносуші, кг	силос, кг	сінаж, кг	кормових одиниць, кг	обмінної енергії, МДж	сухої речовини, г	перетравного протеїну, г	Припадає п/п:		
										на 1МДж	на 1 к.од.	на 1 кг сух. реч.
Підготовчий період												
Контрольна	-	2	2,0	18	5	8,21	90,2	10,1	711	7,8	86,6	70,4
I – Дослідна	-	2,1	2,0	18	5	8,21	90,2	10,1	711	7,8	86,6	70,4
II – Дослідна	-	2,1	2,0	18	5	8,21	90,2	10,1	711	86,6	86,6	70,4
Основний період												
Контрольна	-	2,0	2,0	-	21	8,3	127,4	12,8	776	6,1	60,6	93,4
I – Дослідна	-	-	2,0	-	23	8,2	122,6	12,2	723	5,9	88,2	60,1
II – Дослідна	-	-	3,0	-	31	8,4	141,5	12,7	602	4,2	64,0	43,9
Заключний період												
Контрольна	35	-	-	-	-	8,4	113,0	7,0	840	7,4	100,0	120
I – Дослідна	35	-	-	-	-	8,4	113,0	7,0	840	7,4	100,0	120
II – Дослідна	35	-	-	-	-	8,4	113,0	7,0	840	7,4	100,0	120

Зміни в живій масі бугайців за періоди дослідів приведені в (табл. 3).

Таблиця 3

Інтенсивність росту живої маси бугайців, ($M \pm m, n=10$)

ПОКАЗНИК	ГРУПИ ТВАРИН		
	Контрольна	I – Дослідна	II – Дослідна
Кількість тварин, гол.	10	10	10
Жива маса, кг:			
на початок основного періоду	298±1,5	293±2,0	294±1,3
на кінець основного періоду	364±2,1	369±2,5	369±1,8
Приріст:			
загальний, кг	66±1,0	76±1,2	75±1,6
середньодобовий, г	873±70,1	962±65,1	949±45,5
± до контролю	-	89	76
Критерій вірогідності, P	-	$P<0,01$	$P<0,01$
Витрати корму на 1 кг приросту, к. од.	9,5	8,5	9,9
Жива маса на кінець заклоного періоду, кг	410±1,3	415±1,8	418±2,3
Приріст:			
загальний, кг	46±1,5	46±1,8	49±1,7
середньодобовий, г	958±1,5	958±1,8	1020±2,5
Витрати корму на 1 кг приросту, к. од.	7,3	7,3	6,8

В проведеному заключному періоді з вивчення після дії різних рецептів раціонів на культурних пасовищних кормах де бугайці II-дослідної групи зберігали підвищену енергію, яка становила – 1020 г, що на 62 г (6,5%) більше від ровесників контрольної групи.

Отже, при різній концентрації обмінної енергії в 1 кг сухої речовини в раціоні бугайці II-дослідної групи збільшували на 8,7% енергію росту, порівняно до контролю в умовах передгірної зони регіону Буковини.

Основні показники концентрації обмінної енергії, фактичного споживання енергії та сухої речовини на 100 кг живої маси бугайців за основний період проведених досліджень, які викладено в (табл. 4).

Таблиця 4

Концентрація обмінної енергії та сухої речовини на 100 кг живої маси

Групи	Приріст за весь основний період дослідів, кг	Концентрація обмінної енергії на 1 кг сухої речовини	Витрати на 1 кг приросту		Споживання на 100 кг живої маси	
			обмінної енергії, МДж	кормових одиниць, к. од.	обмінної енергії, МДж	сухої речовини, кг
Контрольна	66	9,9	145,5	9,5	35,0	3,5
I – Дослідна	76	10,2	127,4	8,5	33,2	3,2
II – Дослідна	75	11,3	149,1	8,8	49,1	3,4

За результатами досліджень доведено (табл. 4), що споживання на 100 кг живої маси сухої речовини становить 3,5 кг в контролі, при витратах на 1 кг приросту кормових одиниць 9,5, що більше за I-дослідну на 1,0 к. од. при концентрації обмінної енергії в сухій речовині 9,9 МДж (контроль).

Таким чином проведеними дослідженнями встановлено, що при вирощуванні симентальського м'ясного молодняка жуйних нової генерації на фоні різних рівнів концентрації обмінної енергії в 1 кг сухої речовини де в бугайців II-дослідної групи в заключному періоді з вивчення після дії різних моделей рецептів раціонів вирощування в яких зростала енергія росту до 1020 г, за рахунок високої концентрації обмінної енергії в 1 кг сухої речовини в основному періоді, що і послужило високою енергією росту в дослідних групах в умовах передгірської зони Карпатського регіону Буковини.

Висновки. Для інтенсивного вирощування молодняка симентальської м'ясної худоби при різній концентрації обмінної енергії в 1 кг сухої речовини в раціонах протягом 79 днів основного періоду середньодобові прирости у бугайців II дослідної групи, які склали – 949 г, що на 76 г (8,7%) більше за ровесників-аналогів контрольної групи, в яких концентрація обмінної енергії в 1 кг сухої речовини становила 9,9 МДж.

Встановлено, що з підвищенням концентрації обмінної енергії від 10,5 до 10,7 МДж у сухій речовині кормів при інтенсивному вирощуванні бугайців після відлучення від 294 до 369 кг в зимово-стійловому періоді, яка забезпечує збільшення енергії росту на 8,7% при сінажно-концентрованому типі годівлі з витратами 141,5 МДж – обмінної енергії, 8,4 – кормових одиниць та 12,7 кг – сухої речовини в умовах передгірної зони Карпат.

Вивчено, що протягом 39 днів заключного періоду при нагулі на культурних пасовищах з бобово – злакових травосумішок, середньодобові прирости бугайців III дослідної групи становили 1020 г, що на 63 г (6,5%), більше за контроль.

Таким чином дослідженнями доведено, що при вирощуванні бугайців на фоні різних рівнів концентрації обмінної енергії в рецептах раціонів при споживанні на 100 кг живої маси сухої речовини 3,4 кг тваринами в структурі збалансованих раціонів в концентрацією обмінної енергії 10,5–10,7 МДж з витратами на 1 кг приросту к. од. – 8,8 та 149,1 – обмінної енергії в зоні Карпатського регіону Буковини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Буркат В. П., Сахацький П. С. Використання пасовищ і м'ясне скотарство. *Тваринництво України*. 1997. № 6. С. 2–4.
2. Буркат В.П. До розробки концепції створення галузі м'ясного скотарства в Україні. *Тваринництво України*. 1995. № 7. С. 1–2.
3. Бабич А.О. Методика проведення дослідів з кормо виробництва і годівлі тварин. Київ: *Аграрна наука*. 1998. 78 с.
4. Довідник по годівлі сільськогосподарських тварин / За ред. Г.О. Богданова, К. : *Урожай*. 1986, 484 с.
5. Довідник з повноцінної годівлі сільськогосподарських тварин / І. І. Ібатулін., М. І. Башенко., О. М. Жукорський., Ю. Ф. Мельник. і ін. *Аграрна наука*. 2016. 332 с.
6. Калинка А. К., Казьмірук Л. В. Вирощування бугайців планових порід та їх помісей з використанням різних технологій утримання та годівлі у молочному періоді в умовах регіону Буковини/ *Зб. наукових праць. Аграрна наука та харчові технології*. Вип. 4 (106). Вінниця, 2019. С. 66–76.
7. Калинка А.К. Ефективне розведення м'ясного сименталу на Буковині : *матеріали XIII Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції. м. Вінниця, 10 жовтня 2017 року*. За ред. А.К. Калинки, які оприлюднені на інтернет-сторінці el-conf.com.ua. 85 с.
8. Норми і раціони годівлі молодняку великої рогатої худоби м'ясних порід та типів / А.Т Цвігун., М.Г. Повозніков., С.М. Блюсюк., В.Г Кураш., М.В. Зубець, Г.О. Богданов та ін. Кам'янець-Подільській : Абетка, 2001. 48 с.
9. Теорія і практика нормованої годівлі великої рогатої худоби. Кандиба В. М., Ібатулін І.І., Костенко В. І. та ін. / Житомир. 2012. ПП «Рута» 86 с.
10. Цвігун. А.Т., Повозніков М.Г., Блюсюк С. М., Мельник Ю.Ф. та ін. Організація нормованої годівлі великої рогатої худоби м'ясних порід та типів (Рекомендації). К., 1999. 73 с.
11. Методики опытов по технологии мясного скотоводства (методические рекомендации) Чигринов Е. И., Юрченко С.Т., Прудников В.Т., Муравьев Л.Ф. и др. Харьков, 1998. 38 с.
12. Методичні основи досліджень по технології м'ясного скотарства / Чигринов Є.І., Маменко О.М., Прудніков В.Т. та ін. Методичні рекомендації. Харків : ІТ УААН, 1998. 60 с.
13. Шкурин Г.Т. Ефективність розведення генотипів симентальської м'ясної породи. К. : Асоц. «М'ясне скотарство». 1998. 100 с.

УДК 636.2.082.084.085. 2.11.

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.28>

ПРОДУКТИВНІСТЬ БУГАЙЦІВ НОВОЇ ПОПУЛЯЦІЇ БУКОВИНСЬКОГО ЗОНАЛЬНОГО ТИПУ М'ЯСНОГО КОМОЛОГО СИМЕНТАЛУ ХУДОБИ НА РІЗНИХ РЕЦЕПТАХ РАЦІОНІВ З ВИСОКИМ РІВНЕМ ЕНЕРГІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ РІЗНИХ СУМІШЕЙ КОНЦЕНТРОВАНИХ КОРМІВ В УМОВАХ ПЕРЕДГІРСЬКОЇ ЗОНИ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ БУКОВИНИ

Калинка А.К. – к.с.-г.н., с.н.с.,

завідувач відділом тваринництва,

Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція

Інституту сільського господарства Карпатського регіону

Національної академії аграрних наук України

Лесик О.Б. – к.с.-г.н., с.н.с.,

заступник директора з наукової роботи,

Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція

Інституту сільського господарства Карпатського регіону

Національної академії аграрних наук України

Томаш Л.В. – к.ю.н.,

в.о. директора,

Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція

Інституту сільського господарства Карпатського регіону

Національної академії аграрних наук України

Шпак Л.В. – к.с.-г.н.,

провідний науковий співробітник відділення ветеринарної медицини та зоотехнії,

Національна академія аграрних наук України

У пропонованій статті наведено аналіз ефективності виховання регіональної нової популяції буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу худоби з використанням високого рівня енергії в різних сумішей концентрованих кормів в умовах передгірської зони Карпатського регіону Буковини. Дослідженнями доведено, що протягом 275 днів основного періоду дослідів середньодобові прирости бугайців IV-дослідної групи склали 814 г, що на 131 г (19,2%) більше від ровесників – аналогів контрольної групи, які знаходилися на раціоні, прийнятому в господарстві. За весь проведений період дослідів на кожну голову цієї групи одержано додатково по 35,2 кг приросту з кращою оплатою корму продукцією, яка була в бугайців IV-дослідної групи, що становила 11,9 к. од. в рецепті раціоні в яких знаходилась експериментальна добавка 30 г на 100 кг живої маси та експериментальний комбікорм.

Дослідженнями встановлено, що використання в годівлі молодняку м'ясної худоби в комбінації (ячмінної дерті – 1,2 кг, експериментального комбікорму – 1,2 кг та експериментальної мінеральної добавки в кількості 90 г) за весь період виховання, збільшується енергія росту на 19,2% з оплатою корму продукцією 11,9 к. од., що на 2,3 к. од. менше від контрольної групи.

Встановлено зменшення інтенсивності росту м'ясних бугайців I групи в порівнянні з тваринами II групи, які продовжували споживати силосно – концентратний рецепту раціону до 18-ти місячного віку та не перевищувало 1,6–2,0% з низьким ступенем вірогідності отриманих даних у проведених дослідженнях. Дослідженнями встановлено, що за результатами контрольного забою бугайців де IV-дослідної групи мали масу туші 261,3 кг, що на 10,0 кг (3,9%) більше порівняно з контрольною із забійним виходом у тварин II і III дослідних груп, який був однаковий.

Ключові слова: бугайці, раціони, корм, добові прирости, жива маса.

Kalinka A.K., Lesyk O.B., Tomash L.V., Shpak L.V. Productivity of cattle of a new population of the bukovina zonal type of meat komologo simmental cattle on different recipes of rations with a high level of energy using different mixtures of concentrated feeds in the conditions of the foothills of the Carpathian region of Bukovina

The proposed article provides an analysis of the effectiveness of growing a regional new population of the Bukovina zonal type of meat komologo simmental cattle using a high level of energy in various mixtures of concentrated feeds in the conditions of the foothills of the Carpathian region of Bukovina. Studies have proven that during the 275 days of the main period of the experiment, the average daily gains of bulls of the IV experimental group amounted to 814 g, which is 131 g (19,2%) more than the peers of the control group who were on the diet adopted in the farm. Over the entire period of the experiment, each head of this group received an additional 35,2 kg of growth with better payment for feed products, which was in the bugai cattle of the IV-experimental group, which amounted to 11,9 k. od. in the ration recipe, which contained an experimental supplement of 30 g per 100 kg of live weight and an experimental compound feed.

Research has established that the use of a combination of young beef cattle in feed (barley grit – 1,2 kg, experimental compound feed – 1,2 kg and experimental mineral supplement in the amount of 90 g) for the entire growing period increases growth energy by 19, 2% with payment of feed by products of 11,9 thousand units, which is 2.3 thousand units. less than the control group.

A decrease in the intensity of growth of meat bulls of the I group compared to the animals of the II group, which continued to consume the silage-concentrate recipe of the diet until the age of 18 months, was established and did not exceed 1,6–2,0% with a low degree of probability of the obtained data in the conducted research has established that, according to the results of the control slaughter, the cows of the IV experimental group had a carcass weight of 261,3 kg, which is 10,0 kg (3,9%) more compared to the control with the slaughter yield of the animals of the II and III experimental groups, which was identical.

Key words: *cattle, rations, fodder, daily gains, live weight.*

Постановка проблеми. В сучасних реаліях війни в галузі тваринництва, а особливо важливо для м'ясних жуйних, які майже відсутні експериментально обгрунтовані норми годівлі для створеного молодняку нової популяції буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу худоби з використанням різних розроблених дешевих різних моделей рецептів раціонів в підконтрольному Карпатському регіоні Буковини [3–4].

В зв'язку з цим в сьогоднішні є необхідність та основним важливим виробничим завданням для збільшення виробництва дешевої яловичини та покращити її якість, яку можна отримати на основі повноцінної годівлі м'ясних порід та їх створених нових типів жуйних з використанням в годівлі з добавкою різних розроблених концентрованих кормів в літній та зимовий періоди стійлового утримання при вирощуванні, які забезпечують високий власний генетичний м'ясний потенціал продуктивності, що є найбільш актуальним для різних кліматичних зон Карпатського регіону України.

Таким чином, як із погляду селекційної та виробничої доцільності, так із конкурентоспроможності особливої уваги, яка заслуговує на розведення регіональної нової популяції буковинського зонального типу м'ясних комолих сименталів різної селекції, які виявляють свій високий біологічний генетичний м'ясний потенціал не лише при прийнятому типі годівлі, а й вивчити при середньому та високому рівні енергії в різних розроблених рецептах раціонів при інтенсивному вирощуванні власних кормів в зоні Карпат.

Тому, вивчення особливостей годівлі молодняку вже створеної м'ясної худоби нової генерації, що має найбільш науково-практичне значення для подальшого розвитку виробництва дешевої яловичини в даному регіоні.

Проте в господарствах суспільного сектору різних форм власності різних форм власності в яких через різні причини в діючих розроблених рецептах раціонів для худоби м'ясного контингенту, де переважають майже солома та силос

із низькою концентрацією енергії, як для аграрної зоотехнічної науки, так і для виробництва, важливо не тільки виявити генетичний м'ясний потенціал жуйних нової генерації в оптимальних умовах з використанням різних технологій годівлі та утримання, але і коли спадкові задатки в тварин проявляються найповніше, а й вивчити їх господарську цінність у виробничих умовах в даному регіоні Буковини.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язання проблеми. В даний час де серед основних завдань розвитку регіональної галузі м'ясного скотарства, яка збільшує високий обсяг виробництва та збільшення середньодобових приростів в молодняку нової популяції м'ясних комолых сименталів жуйних в підконтрольній зоні Карпат.

Тому одним із багатьох таких важливих об'єктивних виробничих чинників, що впливають на виробництво дешевої та якісної яловичини, як основа харчового продукту є розведення нових порід та їх типів м'ясної худоби в даному підконтрольному регіоні.

Так українським вченими в галузі годівлі м'ясних жуйних [1–2], які вказують про те, що протягом всього року де основними кормами є сіно, сінаж, силос та енергетичні корми, що дозволяє на 25–30% збільшити вихід поживних речовин з одиниці площі за рахунок скошування однорічних культур у технологічних фазах максимального накопичення поживних речовин і на 15–20% підвищити виробництво скотарської продукції в зоні Карпат.

З огляду на це, що при виробництві дешевої яловичини, це твердження вимагає високого дослідного, технологічного та економічного обґрунтування в порівняльному аналізі де мають бути враховані всі господарсько-кліматичні умови різних кліматичних зон Карпатського регіону Буковини.

Постановка завдання. За мету наших досліджень і взято вивчення годівлі молодняку нової популяції буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу худоби при інтенсивному вирощуванні з добавкою різних енергетичних кормів та їх в літній та зимовий періоди стійлового утримання, для досягнення високих добових приростів 1000 г і більше на розроблених різних моделях рецептів раціонів з високим рівнем енергії в зоні Карпат.

Нами поставлена виробнича ціль у вивченні різних моделей рецептів раціонів з високим рівнем енергії, у яких задавалися корма високої енергії з добавкою сумішей концентрованих кормів та їх комбінацій з розробкою регіональної концепції нового підходу для одержання дешевої та якісної яловичини в умовах Південно-західного лісостепу України.

Таким чином новизна проведених досліджень, яка полягає в тому, що вперше в даному підконтрольному регіоні проведена тривала наукова робота з особливостей обміну та використання енергії молодняком нової популяції буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу худоби на рецептах раціонів з високим рівнем енергії з різними сумішами кормів та їх комбінацій в даному підконтрольному регіоні держави.

До завдання запланованих наших досліджень де входило вивчити вплив структур рецептів раціонів з використанням різних сумішей концентрованих кормів та їх комбінацій на м'ясну продуктивність молодняку нової популяції м'ясного напрямку продуктивності худоби, яка розводиться в зоні Карпат.

На основі одержаних наших даних і зроблені на перспективу відповідні висновки та рекомендації виробництву із цим виникла потреба в проведенні нових експериментальних досліджень з визначенням найбільш оптимальних концентрованих

кормів з високою енергією та їх комбінацій в рецептах раціонах різних дослідних груп м'ясного контингенту нової генерації худоби.

Матеріали і методи досліджень. Для цього в СТзОВ «Колосок – 2» с. Луківці Глибоцького району в цеху виробництва яловичини на 4 групах бугайців – аналогів буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу худоби в кількості 12 голів в кожній, з середньою живою масою на початок дослідів 243,7–248 кг згідно проробленої схеми досліджень:

Таблиця 1

Схема науково-господарського дослідів

Група	Кіл. Гол.	Особливості годівлі тварин по періодах		
		підготовчий (25 днів)	Обліковий (280 днів)	заключний (30 днів)
I – Контрольна	12	Раціон, прийнятий в господарстві	Основний раціон (ОР): солома, силос кукурудзяний + ячмінна дерть	Раціон, прийнятий в господарстві
II – Дослідна	12	Так, як в I контрольній	ОР + експериментальний комбікорм	Так, як в I контрольній
III – Дослідна	12		ОР + ячмінна дерть + експериментальний комбікорм	
IV – Дослідна	12		ОР + ячмінна дерть + дослідний комбікорм + 30 г експериментальної мінеральної добавки на 100 кг живої маси	

Умови утримання та догляду для всіх жуйних були однаковими. Тварини контрольної групи отримували основний раціон (ОР), а дослідним – ОР + досліджувані сумішки [6–7]. У період вирощування дослідних бугайців згодовували наступний експериментальний комбікорм власного виробництва згідно рецептури в відсотках за вагою (у %): ячменю – 70%, сої – 10, пшеничних висівок – 10, макуха – 5, монокальцій фосфат – 3% і 2% кухонної солі.



Рис. 1

Дослідження проводилися в літній та зимовій стійловій періоді вирощування. Утримання прив'язне. Напування тварин з автонапувалок. Роздавання кормів 2 рази на день. Концентровані корми згодовувалися в сухому вигляді двічі на добу. В проведених дослідженнях нормою вважався вміст у кожній кормовій одиниці 100–120 г перетравного протеїну, або 13–14% сирого протеїну в сухій речовині використаних розроблених рецептів раціонів.

У зрівняльній період тривалістю – 25 днів в якому велася робота по формуванню груп та адаптації тварин до умов досліду та різних розроблених рецептів раціонів. На фоні однакової годівлі бугайців перевірялася аналогічність груп за продуктивністю та інтенсивністю росту. З врахуванням одержаних даних уточнювався склад дослідних груп. Облік кормів при годівлі проводився індивідуально. Кількість заданих кормів і їх залишків велися щоденно [5].

Виклад основного матеріалу досліджень. Одним з основних показників, що характеризують м'ясну продуктивність є результати вивчення енергії росту піддослідних бугайців в основному заключному періоді відгодівлі.

Показники зміни живої маси бугайців за період проведених досліджень з використанням в рецептах раціонах різних сумішей енергетичних кормів (табл. 2).

Таблиця 2

Основні показники продуктивності дослідних бугайців, (M±m, n=12)

ПОКАЗНИК	ДОСЛІДНІ ГРУПИ ТВАРИН			
	I – Контрольна	II – Дослідна	III – Дослідна	IV – Дослідна
Жива маса, кг: на початок досліду	243,7±1,0	246±1,0	248,5±0,9	246,5±1,1
на кінець досліду	432±1,3	457±1,8	468±2,1	470±1,9
Приріст: загальний, кг	188,3±1,32	211,0±1,41	219,5±1,41	223,5±1,39
середньодобовий, г	683±35,1	767,0±63,3	800±71,3	814±81,1
± до контролю, г	–	84,0	117,0	131,0
Критерій вірогідності, P	-	P<0,05	P<0,01	P<0,01
Витрачено кормів на 1 кг приросту, к. од.	14,2	12,8	13,0	11,9

Дослідженнями доведено (табл. 2), що протягом 275 днів основного періоду досліду середньодобові прирости бугайців IV-дослідної групи склали 814 г, що на 131 г (19,2%) більше від ровесників-аналогів контрольної групи, які знаходилися на раціоні, прийнятому в господарстві.

За весь період досліду на кожну голову цієї групи одержано додатково по 35,2 кг приросту з кращою оплатою корму продукцією, яка була в бугайців IV-дослідної групи, що становила 11,9 к. од. в рецепті раціоні яких знаходилась розроблена добавка 30 г на 100 кг живої маси та експериментальний комбікорм.

Отже, дослідженнями встановлено, що використання в годівлі молодяку м'ясної худоби нової генерації в комбінації (ячмінної дерті – 1,2 кг, експериментального комбікорму – 1,2 кг та експериментальної мінеральної добавки в кількості 90 г) за весь період вирощування, збільшується енергія росту на 19,2% з оплатою корму продукцією 11,9 к. од., що на 2,3 к. од. менше від контрольної групи.

В кінці заключного періоду при досягненні живої маси бугайцями більше 450 кг було проведено контрольний забій, де з кожної групи забито по 3 гол. (табл. 3).

Таблиця 3

Результати контрольного забою піддослідних бугайців, (M±m, n=3)

ПОКАЗНИК	ДОСЛІДНІ ГРУПИ ТВАРИН			
	I – Контрольна	II – Дослідна	III – Дослідна	IV – Дослідна
Перед забійна жива маса, кг	455±2,4	461±2,5	463±2,3	465±2,8
Маса парної туші, кг	251,3±1,2	253,1±1,8	255,4±2,1	261,3±1,5
Маса внутрішнього жиру, кг	4,8±1,2	5,1±0,8	6,1±1,5	5,4±1,7
Забійна маса, кг	256,1±2,1	258,2±1,5	261,5±2,5	266,7±1,8
Забійний вихід, %	56,3	56,0	56,5	57,3
Вихід туші, %	55,2	54,9	55,2	56,2

Наведені дані в (табл. 3) показують, що за результатами проведеного контрольного забою піддослідних бугайців IV-дослідної групи, які мали масу туші 261,3 кг, що на 10,0 кг (3,9%) більше порівняно з контрольною де забійний вихід у тварин II і III дослідних груп був однаковий.

Таким чином, бугайці, в розробленому рецепті раціоні в якому знаходилося 0,5 кг концентрів (зерно суміші), 1,2 кг – ячмінної дерті, 1,2 кг – експериментального комбікорму, 90 г – мінеральної добавки, 36 кг – силосу кукурудзяного та 1,01 кг – сіна, забійний вихід становив 57,3%, що на 1,0% більше від контролю.

Вивчено основні показники концентрації обмінної енергії, фактичного споживання енергії та сухої речовини на 100 кг живої маси бугайців за всі періоди вирощування (табл. 4).

За даними (табл. 4) встановлено, що споживання на 100 кг живої маси сухої речовини в бугайців IV-дослідної групи за весь період проведення дослідження, яка становить – 2,4 г, що майже однаково, як в контролі та в II і в III-дослідних групах передгірській зоні регіону Буковини.

Таблиця 4

Концентрація обмінної енергії та сухої речовини на 100 кг маси бугайців

ГРУПИ	Приріст за період дослід, кг	Концентрація обмінної енергії на 1 кг сухої речовини	Витрати на 1 кг приросту		Споживання на 100 кг живої маси	
			обмінної енергії, МДж	кормових одиниць, к. од.	обмінної енергії, МДж	сухої речовини, кг
I – Контрольна	188,3±1,3	9,4	172,8	15,4	27,3	2,5
II – Дослідна	211,0±1,4	9,4	153,8	13,4	25,8	2,4
III – Дослідна	219,5±1,4	9,4	148,7	14,1	25,4	2,4
IV – Дослідна	223,5±1,4	9,4	147,4	12,5	25,5	2,4

В дослідженнях визначено раціональне використання бугайцями енергії, протеїну кормів, на 1 кг приросту живої маси і забійної маси і м'якоті туші наведено в (табл. 5).

Як видно з (табл. 5), що бугайці всіх груп мали майже однакові вивчені показники витрат різних речовин, тільки IV-дослідна група мали трохи менші, що вказує на кращі обмінні процеси в організмі дослідних м'ясних жуйних при вирощуванні в передгірській зоні Карпатського регіону Буковини.

Таблиця 5

Витрати різних речовин у дослідних бугайців

ПОКАЗНИК	ГРУПИ ТВАРИН			
	I – Контрольна	II – Дослідна	III – Дослідна	IV – Дослідна
На 1 кг приросту живої маси				
Обмінної енергії, МДж	17,8	15,4	14,7	14,7
Сухі речовини, кг	16,2	14,5	14,1	13,9
Кормові одиниці, кг	15,4	13,4	14,1	12,5
Перетравний протеїн, г	117,9	107,6	101,8	102,3
На 1 кг перед забійної маси				
Обмінної енергії, МДж	0,26	0,26	0,26	0,26
Сухі речовини, кг	0,24	0,24	0,24	0,24
Кормові одиниці, кг	0,23	0,24	0,24	0,24
Перетравний протеїн, г	1,77	1,79	1,76	1,79
На 1 кг м'якоти туші				
Обмінної енергії, МДж	0,47	0,47	0,47	0,46
Сухі речовини, кг	0,44	0,44	0,43	0,43
Кормові одиниці, кг	0,42	0,42	0,42	0,39
Перетравний протеїн, г	3,2	3,2	3,2	3,1

Висновки та пропозиції. Вирощування бугайців нової популяції буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу худоби при згодовуванні в комбінації ячмінна дерть – 1,2 кг, експериментальний комбікорм – 1,2 кг (до складу якого входило 100 г сої та 100 г макухи) і мінеральні добавки – 90 г в стійловому періоді з однотипним типом годівлі сприяє підвищенню середньодобових приростів до 814 г, що 131 г (19,2%) більше на від контролю з оплатою корму продукцією на 1 кг приросту 11,9 к. од., що менше на 2,3 к. од. від ровесників-аналогів контрольної групи, які знаходилися на рецепті раціоні, прийнятому в базовому господарстві передгірської зони Буковини.

Включення до рецепту раціону бугайцям в комбінації ячмінної дерті (1,2 кг), експериментального комбікорму (1,2 кг) та експериментальної мінеральної добавки (90 г), підвищує вихід парної туші на 1,8%, забійний вихід на 1,77% та забійну масу на 4,2% в порівнянні до ровесників контрольної групи при прийнятому типові годівлі в господарстві передгірської зони Карпат.

Дослідженнями встановлено, що споживання на 100 кг живої маси сухої речовини в бугайців буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу худоби в комбінації різного набору концентрованих кормів (IV дослідна група), за весь період дослідження становить 2,4 г з витратами на 1 кг приросту 12,5 к. од., що менше на 18,8% від ровесників контрольної групи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Богданов Г. А. Кандиба В. Н. Рекомендації по організації переходу на нову систему використання кормів в скотоводстві. К.: « Урожай». С. 3–4.
2. Годівля сільськогосподарських тварин / Ібатулін І.І., Мельничук Д.О., Богданов Г.О. Підручник. Вінниця: Нова Книга, 2007. 616 с.

3. Калинка А.К., Томаш Л. В., Лесик О.Б., Казьмірук Л. В. Оптимізація рецептів раціонів для збільшення енергії росту нової популяції молодняку м'ясного комолого сименталу худоби в умовах передгірської зони Буковинських Карпат / *Таврійський науковий вісник*. № 123. С. 167–178.
4. Калинка А. К., Лесик О. Б., Приліпко Т. М., Корх І. В. Вплив різних рецептів раціонів на продуктивність молодняку м'ясного комолого сименталу жуйних в зоні Карпатського регіону Буковини. *Таврійський науковий вісник*. № 126. С. 121–130.
5. Методичні рекомендації уніфікації досліджень по годівлі м'ясної худоби / Під ред. Богданова Г.О. К., 2002. 42 с.
6. Методичні рекомендації по організації нормованої годівлі молодняку великої рогатої худоби при виробництві яловичини [Цвігун А.Т., Повозніков М. Г., Марійчук М. Ф., Кураш В. Г.] м. Хмельницький, 1998.
7. Організація нормованої годівлі великої рогатої худоби м'ясних порід та типів / Рекомендації / А.Т. Цвігун, [та ін.]. К., 1999. 74 с.

УДК 636. 32/38. 082.23

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.29>

ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК МІЦНОСТІ ВОВНИ З ОСНОВНИМИ ПОКАЗНИКАМИ ПРОДУКТИВНОСТІ ЯРОК ТАВРІЙСЬКОГО ТИПУ АСКАНІЙСЬКОЇ ТОНКОРУННОЇ ПОРОДИ

Корбич Н.М. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри технологій виробництва та переробки сільськогосподарської продукції імені академіка В.Г. Пеліха,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

Господарське використання овець є досить цікавим питанням, тому вивчення міцності вовни та її взаємозв'язок з основними показниками продуктивності є досить актуальним питанням на сьогоднішній день.

Метою роботи було проведення аналізу показників продуктивності ярок таврійського типу асканійської тонкорунної породи з урахуванням міцності вовни та встановлення кореляційних зв'язків між дослідними показниками для використання одержаних даних під час селекційно-плеємної роботи з породою та її покращенням.

Встановлено, що середні показники міцності вовни ярок I дослідної групи склали 7,35 км. Різниця із ярками II групи становила 0,45 км, що відповідає 6,1 %. Перевага ярок III групи склали 1,35 км, або 18,3 %. Таким чином, міцність вовни дослідного поголів'я відповідає мінімальним вимогам до характеристики тонкої вовни (міцність вовни не повинна бути менше 7 км).

Настриг митої вовни ярок I групи склав 2,9 кг. Їх перевага над ярками II дослідної групи становила 0,48 кг, або 16,5 %. Настриг митої вовни ярок I групи був більшим на 0,74 кг, або 25,5 % порівняно з ярками III групи. Різниця за настригом митої вовни між ярками II та III групи склали 0,26 кг, що становить 10,7 %.

Аналіз результатів показав, що міцність вовни має позитивну низьку кореляцію з живою масою ярок та її значення коливається в межах 0,219–0,281. За показниками які характеризують вовнову продуктивність, зокрема, настриг немитої вовни та вихід митого волокна, відмічена також низька позитивна кореляція із значеннями в межах

0,012–0,206. Настриг митої вовни мав позитивний середній зв'язок з міцністю вовни і коливався від 0,334 у ярк I дослідної групи до -0,424 – у II дослідній групі. За таким показником, як довжина вовни відмічено від'ємний кореляційний зв'язок з міцністю вовни, який коливався в межах -0,302 до -0,450.

Ключові слова: кореляційні зв'язки, міцність вовни, настриг вовни, таврійський тип, ярки,

Korbych N.M. The relationship between wool strength and the main performance indicators of Taurian-type furrows of Askanian fine-wool breed

The economic use of sheep is quite an interesting issue, therefore the study of wool strength and its relationship with the main indicators of productivity is a very relevant issue today.

The purpose of the work was to conduct an analysis of the performance indicators of Taurian type pits of the Askanian fine-wool breed, taking into account the strength of the wool, and to establish correlations between the experimental indicators for the use of the obtained data during selection and breeding work with the breed and its improvement.

It was established that the average strength of the wool of the 1st research group was 7.35 km. The difference with the bright ones of the II group was 0.45 km, which corresponds to 6.1%. The advantage of ditches of the III group was 1.35 km, or 18.3%. Thus, the strength of the wool of the experimental stock meets the minimum requirements for the characteristics of fine wool (the strength of the wool should not be less than 7 km).

The cut of washed wool of the 1st group was 2.9 kg. Their advantage over the bright ones of the II research group was 0.48 kg, or 16.5%. The cut of the washed wool of group I brights was greater by 0.74 kg, or 25.5% compared to group III brights. The difference in the cut of washed wool between the colors of the II and III groups was 0.26 kg, which is 10.7%.

The analysis of the results showed that the strength of the wool has a positive low correlation with the live weight of the goats and its value ranges from 0.219 to 0.281. A low positive correlation with values in the range of 0.012–0.206 was also noted for the indicators that characterize wool productivity, in particular, the shearing of unwashed wool and the yield of washed fiber. The shear of the washed wool had a positive average relationship with the strength of the wool and ranged from 0.334 in the pits of the I experimental group to -0.424 in the II experimental group. According to such an indicator as the length of the wool, a negative correlation was noted with the strength of the wool, which ranged from -0.302 to -0.450.

Key words: correlations, wool strength, wool cut, Taurian type, bright.

Постанова проблеми. Найбільше значення для народного господарства має вовна, яка завдяки цінним технічним властивостям – міцності, розтяжності, еластичності, пластичності, гігроскопічності, здатності до звалювання та інші і є кращою сировиною для виробництва тканин, трикотажу, килимів, валяних виробів, тощо. Поряд з цим використання різної кількості вовни під час виробництва синтетичних волокон покращує її якість та дає змогу розширити асортимент тканин [1].

У процесі перероблення вовни, починаючи з її миття, карбонізації, чесання, відбілювання тощо, міцність волокон, як правило, зменшується. На міцність вовни також впливають конституція тварини, її фізіологічний стан, індивідуальні властивості, умови годівлі та утримання [2, 3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз досліджень показує, що міцність вовни піддослідних тварин всіх груп знаходиться в межах вимог стандарту – 8,1–8,5 сН/текс на даний вид сировини. Міцність вовни на розрив у помісних ярк за текселем становила 9,97 сН/текс. Волокна у чистопородних і помісних ярк за олібсом відрізнялися меншою міцністю, порівняно з однолітками за текселем на 6,5 (р 0,05) і 8,3 (р 0,05), що підтверджується аналізом тонини вовни [4].

За поганої годівлі з'являються «голодна тонина» внаслідок чого міцність і пружність вовнових волокон знижується [5]. При визначенні міцності вовни у піддослідних ярк виявлено, що у дослідній групі міцність вовни ярк складала

9,29 км, а у контрольній 7,97 км розривної довжини або на 16,56 % вища. На наш погляд основним фактором, що вплинув на збільшення міцності було додавання мінерально-фітотбіотичної добавки в складі якої була сірка і силіцій та екстракти різних ефірних олій [6].

Без достатньої міцності вовнових волокон практично неможлива будь-яка переробка вовни. Для тонкої вовни нормальною міцністю вважається вовна 6,5...7,5 сН/текс, а вовна з меншими показниками є дефектною. Встановлено, що у ярк з контрольної групи цей показник склав 8,6 сН/текс, що на 3,6 % вище, ніж у дослідних тварин. Незначна перевага пояснюється дещо більшою тониною вовни у тварин цієї групи. Середній настриг немитої та митої вовни у ярк контрольної групи становив 6,8 кг і 3,7 кг, а у тварин дослідної групи відповідно 7,2 кг і 4,0 кг, або на 5,8 % і 8,1 % більше при виході митого волокна відповідно 54,4 % і 55,6 %. Загалом, не встановлено негативного впливу раннього використання ярк на показники їх вовнової продуктивності [7].

Постановка завдання. Дослідну частину проведено за матеріалами бонітування ярк таврійського типу асканійської тонкорунної породи дослідного господарства «Асканія-Нова».

Метою роботи було проведення аналізу показників продуктивності ярк таврійського типу асканійської тонкорунної породи з урахуванням міцності вовни та встановлення кореляційних зв'язків між дослідними показниками для використання одержаних даних під час селекційно-племінної роботи з породою та її покращенням.

Для проведення досліджень відібрано дослідні групи ярк з урахуванням міцності вовни: I – міцність вовни до 7,5 км; II – міцність вовни 7,6–8,4 км; III – міцність вовни 8,5 км і більше та проведено аналіз показників м'ясної та вовнової продуктивності ярк, оцінку фізико-механічних властивостей вовни та розраховано коефіцієнти кореляції між міцністю вовни та кількісними та якісними показниками продуктивності.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідна частина роботи була направлена на аналіз показників продуктивності ярк таврійського типу з урахуванням їх міцності вовни. Для цього було сформовано три дослідні групи ярк з різними показниками міцності вовни (табл. 1).

Таблиця 1

Розподіл дослідного поголів'я ярк за міцністю, км

Показники	Дослідні групи		
	I – міцність вовни до 7,5 км	II – міцність вовни 7,6–8,4 км	III – міцність вовни до 8,5 км і більше
$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	7,35±0,158	7,80±0,123	8,70±0,241
s	0,212	0,137	0,322
Cv, %	2,884	1,763	3,702

Встановлено, що середні показники міцності вовни ярк I дослідної групи склали 7,35 км. Різниця із ярками II групи становила 0,45 км, що відповідає 6,1 %. Перевага ярк III групи склала 1,35 км, або 18,3 %. Таким чином, міцність вовни дослідного поголів'я відповідає мінімальним вимогам до характеристики тонкої вовни (міцність вовни не повинна бути менше 7 км).

Жива маса – це показник, який характеризує величину тварини та залежить від генетичних факторів та впливу умов утримання, годівлі (табл. 2).

Таблиця 2

Характеристика показників живої маси ярок, кг

Показники	Дослідні групи		
	I – міцність вовни до 7,5 км	II – міцність вовни 7,6–8,4 км	III – міцність вовни до 8,5 км і більше
$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	47,67±3,630	47,40±5,120	50,20±8,440
s	4,770	10,696	5,835
Cv, %	10,006	11,306	12,310

Чим більші показники міцності вовни ярок, тим вища їх жива маса. Для ярок III дослідної групи характерна живу масу в межах 50,20 кг. Перевага з ярками I групи склала 2,53 кг, що становить 5,0 %, з ярками II групи відповідно – 2,8 кг, або 5,6 %

Між ярками I та II групи значної різниці не виявлено і вона знаходилася в межах 0,27 кг, що становить 0,5 %.

За відхиленням ознаки від середньої величини жива маса характеризується як середньо мінлива і має коефіцієнт мінливості в межах 10,006–12,310 %, тобто це та ознака за якою ведеться стабілізуючий відбір і яка має побічне значення у визначенні виходу тваринницької продукції, зокрема, м'ясної.

Для аналізу основних показників вовнової продуктивності ярок проведено оцінку настригу немитої та митої вовни, а також виходу митого волокна. Результати оцінки вовнової продуктивності дослідного поголів'я ярок наведено в таблиці 3.

Таблиця 3

Показники вовнової продуктивності дослідних ярок

Показники		Дослідні групи		
		I – міцність вовни до 7,5 км	II – міцність вовни 7,6–8,4 км	III – міцність вовни до 8,5 км і більше
Настриг немитої вовни, кг	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	4,91±0,692	4,27±0,748	3,89±0,450
	s	0,973	0,869	0,534
	Cv, %	22,814	17,689	18,734
Вихід митого волокна, %	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	59,07±4,719	56,84±4,200	55,53±3,790
	s	5,945	5,232	4,503
	Cv, %	6,064	9,205	8,108
Настриг митої вовни, кг	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	2,90±0,792	2,42±0,550	2,16±0,648
	s	0,939	0,5824	0,893
	Cv, %	15,681	18,76	20,715

Встановлено, що чим вищі показники міцності вовни ярок, тим нижчими показниками настригу немитої вовни вони характеризуються. Менші показники настригу немитої вовни мали ярки III дослідної групи, що склали в середньому

3,89 кг. Різниця з ярками I групи була в межах 1,02 кг, що становить 26,2 %. Різниця за настригом немитої вовни між ярками II та III груп становила 0,38 кг, даний показник відповідає 9,8 %. Між ярками I та II дослідних груп значної різниці за настригом немитої вовни не виявлено, проте вона склала 0,64 кг, або 14,9 %.

За коефіцієнтом мінливості настриг немитої вовни характеризується як високомінлива ознака – 17,689–22,814 %. Це показник, що виражає загальний вихід продукції та має складну генетичну природу і формується під впливом багатьох середовищних та генетичних факторів.

Ярки I дослідної групи, для яких характерна вовна міцністю до 7,5 км, мали вищі показники виходу митого волокна, які становили в середньому 59,07 %. Різниця з ярками II дослідної групи становила 2,23 %. Найбільша різниця за виходом митого волокна відмічена між ярками I та III дослідних груп, яка склала 3,54 %. Значної різниці за виходом митого волокна між ярками II та III дослідних груп не виявлено і різниця коливалася в межах 1,31 %. Вихід митого волокна за коефіцієнтом мінливості характеризувався як низько мінлива ознака, тобто показник який відображає якість продукції.

У зв'язку з вищими показниками виходу митого волокна ярки I дослідної групи мали і вищі показники настригу митої вовни. Так, настриг митої вовни ярк I групи склав 2,9 кг. Їх перевага над ярками II дослідної групи становила 0,48 кг, або 16,5 %. Настриг митої вовни ярк I групи був більшим на 0,74 кг, або 25,5 % порівняно з ярками III групи. Різниця за настригом митої вовни між ярками II та III групи склала 0,26 кг, що становить 10,7 %.

За мінімальними вимогами до породи настриг митої вовни ярк асканійської породи I класу повинен складати не менше 2,2 кг, ярк класу еліта – 2,5 кг. Порівнюючи одержані дані з мінімальними вимогами до породи встановлено, що ярки III групи мали настриг митої вовни менший ніж вимагають стандарти до тварин I класу (2,2 проти 2,16), а ярки III групи характеризувалися настригом митої вовни вищим ніж вимагають стандарти до тварин класу еліта 2,9 проти 2,5 кг, різниця за даним показником склала 0,4 кг, що становить 16,0 %.

У роботі тонина вовни оцінювалась лабораторним методом та визначалася у мікрометрах. Значної різниці за тониною вовни між дослідними ярками не виявлено, так вона коливалася від 19,56 до 19,74 мкм, що відповідає 70 якості (18,1–20,5 мкм). Різниця за тониною вовни між дослідними групами знаходилася в межах 0,01–0,18 мкм.

У результаті лабораторного дослідження вовни встановлено, що вищі показники густоти вовни мають ярки I дослідної групи, для них характерна густина вовни в межах 7373 шт./см². Різниця за густиною вовни ярк II групи склала 1736,26 штук вовнинок на см², що відповідає 23,5%. Ярки III дослідної групи мали густоту вовни меншу на 2673,23 шт./см², або 36,25 %.

За бальною оцінкою густина вовни ярк I групи характеризувалася як дуже густа і оцінювалася майже в 5 балів, II групи – густа, оцінювалася в межах 4 балів, та III дослідної групи, як задовільна, із середньою оцінкою густоти вовни в межах 3,8 бали.

У роботі проведено аналіз довжини вовни ярк з різних топографічних ділянок тулуба, зокрема, бік, спина, шия, стегно та черево (табл. 4).

Вищі показники довжини вовни на різних ділянках тулуба мали ярки II дослідної групи. У них довжина вовни боку та спини була однаковою і склала 11,75 см, на шиї 11,3 та стегні 10,9 см. Найменші показники вовни спостерігалися на череві та склали 8,19 см.

Таблиця 4

Оцінка довжини вовни дослідного поголів'я ярок

Дослідні групи	Довжина вовни, см ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)				
	бік	спина	шия	стегно	черво
I – міцність вовни до 7,5 км	11,33±1,037	10,94±0,951	10,83±0,704	10,17±0,741	7,33±0,704
II – міцність вовни 7,6–8,4 км	11,75±1,250	11,75±0,950	11,30±0,800	10,90±0,980	8,19±1,063
III – міцність вовни до 8,5 км і більше	11,30±0,900	10,95±1,060	11,25±1,200	10,55±1,740	7,06±0,728

Порівнюючи довжину вовни ярок I та III групи встановлено, що на боці та спині довжина вовни була однаковою і склала відповідно 11,33 та 10,95 см. На таких ділянках, як шия та стегно вищі показники були відмічені у ярок III групи, відповідно 11,25 та 10,55 см, що на 0,42 та 0,38 см більше порівняно з ярками I групи.

За мінімальними вимогами до породи довжина вовни на боці у ярок I класу повинна складати 9,0 см, класу еліта 10,0 см.

За результатами досліджень встановлено, що довжина вовни боку у ярок всіх дослідних груп переважала мінімальні вимоги до класу еліта 1,3–1,75 см, що складає 13,0–17,5 %.

Вищі показники вовни на один кг живої маси спостерігалися у ярок I дослідної групи, які склали 90,45 г/кг, різниця із ярками II дослідної групи становила 4,63 г/кг, або 5,1 %, з ярками III дослідної групи відповідно 6,71 г/кг, або 7,4 %. Значної різниці за коефіцієнтом вовновості між II та III дослідними групами не виявлено і різниця склала 2,08 г/кг, що становить 2,4 %.

Кореляційний аналіз може свідчити про наявність встановлених зв'язків між окремими фізіологічними чинниками та продуктивністю тварин, врахування яких сприятиме прискоренню та підвищенню ефективності його подальшого селекційного удосконалення [8, 9]. Результати розрахунків кореляційних зв'язків показали, міцність вовни має позитивну низьку кореляцію з живою масою ярок та її значення коливається в межах 0,219–0,281. За показниками які характеризують вовнову продуктивність, зокрема, настриг немитої вовни та вихід митого волокна, відмічена також низька позитивна кореляція із значеннями в межах 0,012–0,206. Проведено розрахунки кореляційних зв'язків і з основними фізико-механічними властивостями вовни – тониною та густотою. Між даними показниками відмічена низька позитивна кореляція в межах 0,036–0,340. Настриг митої вовни мав позитивний середній зв'язок з міцністю вовни і коливався від 0,334 у ярок I дослідної групи до -0,424 – у II дослідній групі. За таким показником, як довжина вовни відмічено від'ємний кореляційний зв'язок з міцністю вовни, який коливався в межах -0,302 до -0,450.

Висновки і пропозиції. Таким чином, можна зробити загальні висновки, що показники продуктивності були вищими у ярок I та II групи, для яких характерна оптимальна міцність вовни, а результати кореляційних зв'язків рекомендується використовувати для ведення селекційно-племінної роботи з тваринами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Вівчарство Карпатського регіону: посібник / Г.М. Седіло та ін. Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН України. Львів: ПААС, 2016. 192 с.
2. Стапай П. В., Огородник Н. З., Бальковський В. В., Павкович С. Я. Фізіолого-біохімічні основи формування вовнової продуктивності овець. Львів, 2017. 150 с.
3. Ткачук В.М., Стапай П. В. Порівняльна характеристика макроструктури, хімічного складу та фізичних показників вовни овець різних порід. *Біологія тварин*. 2014. Т.16. № 4. С. 166–170.
4. Лесновська О. В. Особливості вовнового покриву овець *Науково-технічний бюлетень НДЦ біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК*. 2016. Т.4. № 1. С. 125–129.
5. Макар І.А. Біологічні аспекти патологічного стоншення («голодна тонина») вовни овець. *Біологія тварин*. 1999. Т.1. № 2. С. 5–11.
6. Періг М, Д., Кирилів Я. І. Вовнова продуктивність та якість вовни помісних овець за впливу мінерально-фітотобіотичної добавки. *Zoology and veterinary medicine*. 2024. № 191. с. 182–187.
7. Яковчук В. С., Заруба К. В. Раннє інтенсивне використання ярок та їх вовнова продуктивність. *Вівчарство та козівництво*. 2018. Вип. 3. С. 127–137.
8. Ведмеденко О.В. Молочна продуктивність корів залежно від різних факторів. *Таврійський науковий вісник*. 2019. Вип. 107. С. 199–204.
9. Любенко О.І., Кривий В.В. Підвищення якості харчових яєць в умовах виробництва Філії «Чорнобаївське» приватного акціонерного товариства «Агрохолдинг Авангард». *Таврійський науковий вісник*. 2019. Вип. 107. С. 209–211.

УДК 636.2.034 / 57.087.01

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.30>**ВПЛИВ ВІКУ ПЕРШОГО ОСІМЕНІННЯ
НА МОЛОЧНУ ПРОДУКТИВНІСТЬ КОРІВ**

Крамаренко С.С. – д.б.н., професор,
професор кафедри біотехнології та біоінженерії,
Миколаївський національний аграрний університет

Ефективність відтворення великої рогатої худоби значною мірою залежить від віку першого осіменіння ремонтних телиць та першого отелення корів-первісток. Отже, основною метою роботи був аналіз впливу віку першого осіменіння на основні ознаки молочної продуктивності корів.

Для корів голштинської породи ($n = 238$), які утримувалися в умовах ПРАТ «Племзавод «Степной» Кам'янсько-Дніпровського району Запорізької області, було проаналізовано наступні ознаки молочної продуктивності: тривалість лактації (DIM), загальний надій за лактацію (ТМУ), надій за 305 днів лактації (МУ305), вміст жиру в молоці (FP) та вміст білку в молоці (PP) за перші три лактації. Всі тварини були об'єднані у групи, відповідно до віку їх першого осіменіння: 13 міс., 14 міс., 15 міс., і т.п. Остання група (21+ міс.) містила тварин, яких було вперше запліднено у віці 21 міс. або старіше. Перевірку гіпотези щодо впливу належності до групи тварин на основні ознаки їх молочної продуктивності (у розрізі перших трьох лактацій) було проведено на підставі алгоритму однофакторного

дисперсійного аналізу. Порівняння окремих групових середніх було проведено на підставі алгоритму *post-hoc analysis*.

Вік першого осіменіння вірогідно впливав лише на вміст жиру та білка в молоці корів-первісток (в обох випадках: $P < 0,001$). Щодо надою за 305 днів лактації корів-первісток, спостерігалася тенденція до нелінійного зв'язку цього показника з віком їх першого осіменіння. Мало місце поступове збільшення надою зі зростанням віку першого осіменіння (із досягненням максимуму для віку 15–16 міс.), а потім спостерігалось різке зниження рівня молочної продуктивності серед тварин, яких було вперше запліднено у більш пізньому віці. Під час II-ї лактації вірогідного впливу віку першого осіменіння на основні ознаки молочної продуктивності встановлено не було. Нареши, у віці III-ї лактації вірогідний вплив віку першого осіменіння було встановлено лише для тривалості лактації ($P = 0,042$). Для вмісту жиру та білка в молоці було встановлено наявність вірогідного сумісного впливу факторів «номер лактації» та «вік першого осіменіння» (двофакторний дисперсійний аналіз; у обох випадках: $P < 0,001$). Отже, формування жирно- та білково-молочності у корів залежно від віку їх першого осіменіння забезпечується різними механізмами у різному віці. При аналізі результатів літературного пошуку щодо оцінювання віку першого осіменіння, при якому відмічався найвищий рівень молочної продуктивності корів різних порід, було встановлено, що найчастіше максимальний прояв молочної продуктивності було відмічено у корів різних порід, яких було вперше запліднено у віці 16,0–18,0 міс.

Ключові слова: молочна продуктивність, вік першого осіменіння, молочна худоба голштинської породи.

Kramarenko S.S. Effect of age at first insemination on the milk production traits of dairy cow

The reproductive efficiency of dairy cattle largely depends on the age at first insemination of heifers and the age at first calving. Thus, the main goal of this paper was to analyze the influence of the age at first insemination on the main traits of milk production in dairy cows. The following traits of milk production were used for the Holstein cows ($n = 238$) kept in the conditions of PJSC "Plemzavod "Stepnoi" of the Kamianka-Dniprovska district of the Zaporizhzhia region: the lactation length (DIM), total milk yield (TMY), 305-days milk yield (MY305), milk fat content (FP) and milk protein content (PP) for the first three lactations. All cows were grouped according to the age at first insemination: 13 months, 14 months, 15 months, etc. The last group (21+ months) contained cows that were first inseminated at the age of 21 months or older. The analysis of the influence of a group of cows on the main traits of milk production (during the first three lactations) has been carried out through the one-way variance analysis (ANOVA). The comparison of individual group averages has been out based on of the post-hoc analysis.

The age at first insemination had a significant effect only on the milk fat and protein content in primiparous cows (in both cases: $P < 0.001$). A tendency to a non-linear relationship with the age at the first insemination was noted for the 305-day milk yield in primiparous cows. Increasing age at first insemination affects a gradual increase in milk yield (with a maximum at 15–16 months), but a sharp decrease in the milk production was observed among animals that were inseminated at a later age. There was no significant influence of the age at first insemination on the main traits of milk production during the 2nd lactation. Finally, a significant influence of the age at first insemination was noted only for the lactation length ($P = 0.042$) during the 3rd lactation. The significant interaction effect of the factors "lactation number" and "age at first insemination" (two-way ANOVA; in both cases: $P < 0.001$) was observed for the milk fat and milk protein content. Therefore, the milk fat and milk protein content in cows, depending on the age at first insemination, is formed by different mechanisms for different parities. When analyzing the results of a literature search regarding the assessment of the age at first insemination, at which the highest level of milk production was registered in dairy cows of different breeds, has been noted that most often the maximum of milk production was recorded in cows that were first inseminated at the age of 16.0–18.0 months.

Key words: main milk production traits, age at first insemination, Holstein dairy cows.

Постановка проблеми. Проблема відтворення стада стає все більш актуальною у зв'язку з низькими оцінками виходу телят на 100 корів [15]. Щорічні отелення підвищують рентабельність виробництва молока, а регулярне одержання

телят дозволяє проводити селекційно-племінну роботу на високому рівні та є передумовою розширеного відтворення стада. Проблема визначення оптимального віку першого осіменіння та першого отелення, тривалості сервіс- та міжотельного періодів, за яких проявляється найвищий рівень молочної продуктивності корів, треба розглядати в конкретних умовах їх використання. Оптимізація відтворних якостей дійних корів сприятиме повній реалізації їх генетичного потенціалу за ознаками молочної продуктивності [22].

Ефективність відтворення великої рогатої худоби значною мірою залежить від віку першого осіменіння ремонтних телиць та, відповідно, віку першого отелення корів-первісток. Загальновідомо, що цей вік значно впливає на продуктивність та прояв основних селекційних ознак тварин. Тому, при організації відтворення цим показникам, а також живій масі тварин, необхідно приділяти найбільшу увагу. Оптимальним віком першого отелення корови треба вважати такий, за якого особина характеризується тривалим терміном господарського використання та високою молочною продуктивністю, починаючи вже з I-ої лактації, за умов збереження доброго здоров'я та при низькій собівартості отриманої від неї продукції [2].

При цьому, при визначенні оптимального строку першого осіменіння телиць необхідно враховувати, що раннє осіменіння, особливо для недорозвинених телиць, може гальмувати їх подальший ріст та розвиток, вони характеризуються нижчими надоями молока, від них народжуються дрібні телята. З іншого боку, за пізнього першого осіменіння телиць отримують менше телят та молока протягом терміну їх продуктивного використання [10].

Встановлено, що сила впливу віку першого осіменіння на надій та вихід молочного жиру і білка за 305 днів лактації первісток перевищувала 50%, у той час як, вплив живої маси у цьому віці на показники продуктивності коливався в межах 20–33% [7]. Також було встановлено, що зниження віку першого осіменіння ремонтних теличок позитивно впливало на їх оцінки індексів відтворення та плодючості, молочну продуктивність та економічну ефективність галузі молочного скотарства в цілому [5].

Вік першого отелення впливав також на загальну тривалість господарського використання корів. Вирощування ремонтних телиць і одержання першого отелення від них у віці 24–27 міс. було найбільш ефективним із селекційної та господарсько-економічної точок зору. Пізнє парування телиць негативно впливало на їх запліднювальну здатність [13].

Постановка завдання. Основною метою роботи був аналіз впливу віку першого осіменіння на основні ознаки молочної продуктивності корів.

Матеріали і методи досліджень. Нами були використані первинні дані щодо молочної продуктивності корів голштинської породи, які утримувалися в умовах ПрАТ «Племзавод «Степной» Кам'янсько-Дніпровського району Запорізької області ($n = 238$ голів) протягом 2014–2017 років.

Для кожної особини використовувалися наступні ознаки молочної продуктивності: тривалість лактації (DIM), загальний надій за лактацію (ТМУ), надій за 305 днів лактації (МУ305), вміст жиру в молоці (FP) та вміст білку в молоці (PP) за перші три лактації.

Для аналізу впливу віку першого осіменіння на основні ознаки молочної продуктивності корів всі тварини були об'єднані у групи, відповідно до віку їх першого осіменіння: 13 міс., 14 міс., 15 міс., і т.д. Остання група (21+ міс.) містила тварин, яких було вперше запліднено у віці 21 міс. або старше.

Перевірку гіпотези щодо впливу групи тварин на основні ознаки їх молочної продуктивності (у розрізі перших трьох лактацій) було проведено на підставі алгоритму однофакторного дисперсійного аналізу. Порівняння окремих групових середніх було проведено на підставі алгоритму *post-hoc analysis*.

Крім того, було використано алгоритм двофакторного дисперсійного аналізу (модель з випадковими факторами) для встановлення рівня вірогідності впливу номеру лактації, віку першого осіменіння та їх сумісного впливу на ознаки молочної продуктивності корів.

На підставі отриманих під час аналізу оцінок групових середніх було побудовано модель динаміки надою за 305 днів лактації залежно від віку першого осіменіння корів з використанням поліному II-го ступеня. Рівень адекватності моделі було визначено на підставі оцінки коефіцієнту детермінації (R^2).

Весь статистичний аналіз було проведено відповідно до алгоритмів, що описано у посібнику [11] із використанням табличного редактора MS Excel та програми PAST v. 2.14 [26].

Виклад основного матеріалу дослідження. Вік першого осіменіння вірогідно впливав лише на вміст жиру та білка в молоці корів-первісток (в обох випадках: $P < 0,001$). При цьому, ці відмінності були обумовлені різким зниженням рівня жирномолочності корів-первісток, яких було запліднено у віці 18 міс., та зниженням рівням білковомолочності корів-первісток, яких було запліднено у віці 17–18 міс. (табл. 1).

Таблиця 1

Аналіз впливу віку першого осіменіння на ознаки молочної продуктивності корів-первісток

Вік першого осіменіння, міс.	<i>n</i>	DIM, днів	ТМУ, кг	МУ305, кг	FP, %	PP, %
13	43	327,4	9878,5	9294,8	4,30	3,30
14	53	341,0	10497,7	9495,8	4,30	3,30
15	36	327,8	10227,5	9615,2	4,28	3,28
16	31	349,3	10266,3	9211,1	4,25	3,27
17	17	328,2	10118,0	9415,6	4,23	3,25
18	28	342,5	10178,0	9321,9	4,18	3,25
19	9	352,0	10326,4	8948,7	4,23	3,27
20	10	348,4	9872,3	8795,9	4,24	3,26
21+	10	347,5	10684,8	9759,8	4,27	3,28
<i>F</i>(8; 228)	-	0,43	0,28	0,77	5,50	4,21
<i>P</i>	-	ns	ns	ns	< 0,001	< 0,001

Примітка. Тут і далі: ns – $P > 0,05$.

При цьому, найвищі оцінки середнього вмісту жиру та білка в молоці було відмічено для тварин, яких було запліднено у самому ранньому (13–15 міс.) або у самому пізньому (21 міс. або пізніше) віці.

Щодо надою за 305 днів, проглядалася тенденція до нелінійного зв'язку цього показника з віком першого осіменіння корів-первісток; мало місце поступове збільшення надою зі зростанням віку першого осіменіння (із досягненням

максимуму для віку 15–16 міс.), а потім спостерігалось різке зниження рівня молочної продуктивності тварин, яких було запліднено у більш пізньому віці (рис. 1А). Характерно, що виключення корів, яких було запліднено у віці 16 міс., збільшував рівень вірогідності цієї моделі (оцінка коефіцієнту детермінації – R^2) з 80,76% до 95,60% (рис. 1В).

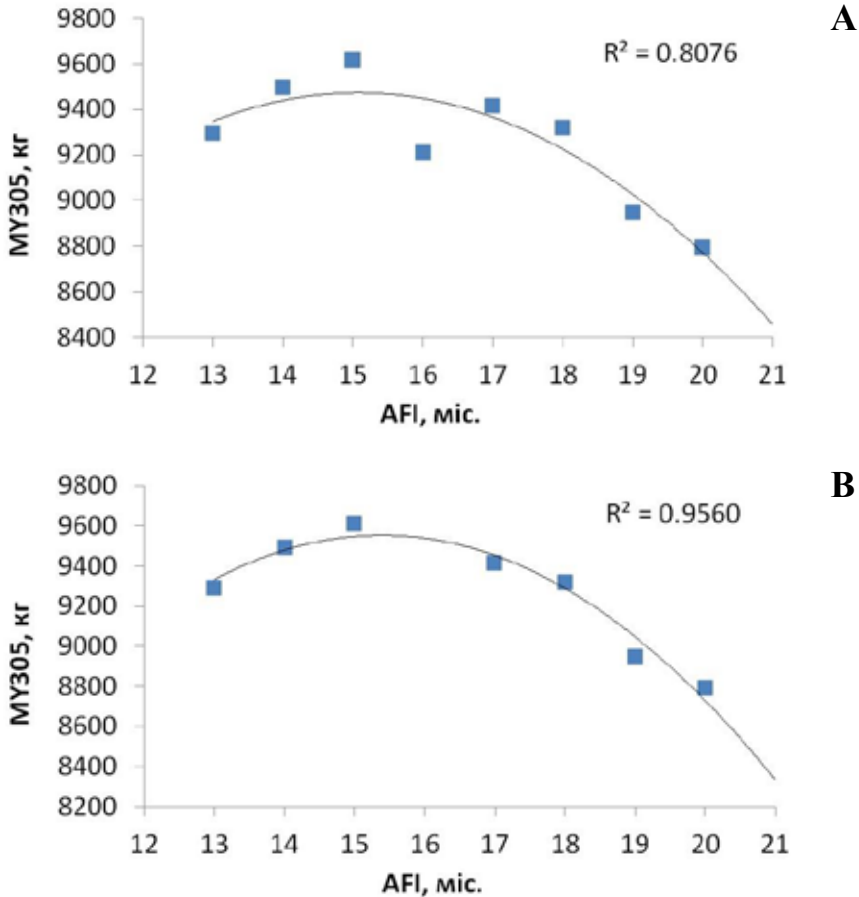


Рис. 1. Динаміка надою за 305 днів лактації (MY305) залежно від віку першого осіменіння корів-первісток: А – загальна модель; В – без врахування групи тварин, яких було запліднено у віці 16 міс.

Під час II-ї лактації вік першого осіменіння корів не впливав на основні ознаки молочної продуктивності, хоча було відмічено певну тенденцію ($P = 0,086$) для тривалості лактації (табл. 2). Вірогідні відмінності було відмічено між групами тварин, яких було запліднено у віці 14–15 міс., з одного боку, та 19 міс., з іншого (*post-hoc analysis*; в обох випадках $P < 0,05$).

Таблиця 2

Аналіз впливу віку першого осіменіння на ознаки молочної продуктивності корів за II-у лактацію

Вік першого осіменіння, міс.	<i>n</i>	DIM, днів	ТМУ, кг	МУ305, кг	FP, %	PP, %
13	43	400,6	12463,6	10596,0	4,30	3,30
14	53	357,3	11834,8	10749,8	4,30	3,30
15	36	342,6	12142,3	11305,0	4,31	3,30
16	31	390,2	11725,6	10061,0	4,30	3,30
17	17	390,4	12907,3	10822,4	4,30	3,30
18	28	380,5	12707,0	10853,5	4,30	3,30
19	9	465,5	13402,0	9833,4	4,31	3,30
20	10	331,8	11093,4	10383,2	4,30	3,30
21+	10	406,3	13795,6	11507,7	4,30	3,30
<i>F</i>(8; 228)	-	1,76	0,74	1,38	1,15	1,38
<i>P</i>	-	0,086[#]	ns	ns	ns	ns

Знову ж таки, для надою за 305 днів II-ї лактації відмічалася аналогічна тенденція до нелінійного зв'язку цього показника з віком першого осіменіння, як і для первісток (рис. 2А). При виключенні з загальної моделі групи тварин, яких було запліднено у віці 16 міс., рівень вірогідності цієї моделі (R^2) збільшувався більше ніж вдвічі – з 21,59% до 50,54% (рис. 2В).

Нарешті, у віці III-ї лактації вірогідний вплив віку першого осіменіння відмічений лише для тривалості лактації ($P = 0,042$). Вірогідні відмінності було встановлено між групами тварин, яких було запліднено у віці 14 міс., з одного боку, та 15, 18 та 21+ міс., з іншого (*post-hoc analysis*; у всіх випадках $P < 0,05$). Крім того, було виявлено певну тенденцію ($P = 0,069 \dots 0,077$) для вмісту жиру та білка в молоці, насамперед, через різке зниження відповідних оцінок серед тварин, яких було вперше запліднено у віці 19 міс. (табл. 3).

Результати двофакторного дисперсійного аналізу впливу номеру лактації та віку першого осіменіння (табл. 4), як і очікувалося, довели наявність вірогідного впливу номеру лактації на всі використані ознаки молочної продуктивності (у всіх випадках: $P < 0,001$). Вірогідний вплив фактору «вік першого осіменіння» було доведено лише для якісних ознак молочної продуктивності – вмісту жиру ($P < 0,001$) та білка в молоці корів ($P = 0,004$). Більш того, для цих же ознак встановлено наявність вірогідного сумісного впливу факторів «номер лактації» та «вік першого осіменіння» (у обох випадках: $P < 0,001$). Отже, формування жирно- та білковомолочності у корів залежно від віку першого осіменіння забезпечується різними механізмами у різному віці. При цьому, в найбільшому ступені вік першого осіменіння мав прояв у корів-первісток (див. табл. 1).

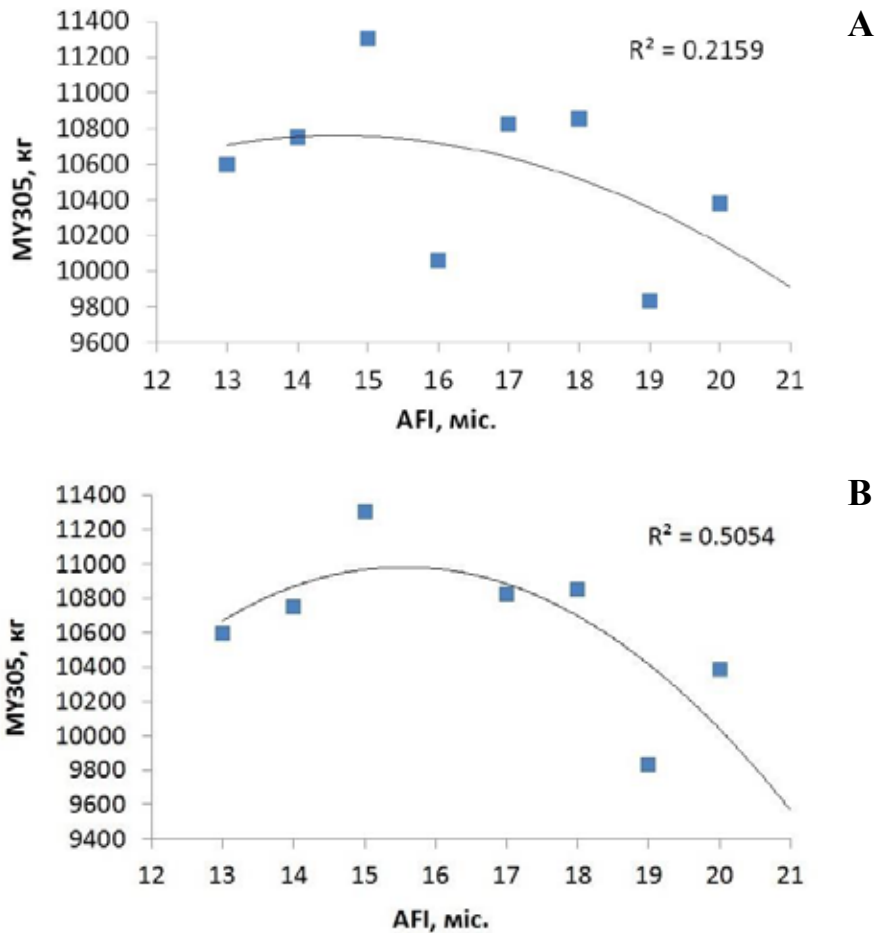


Рис. 2. Динаміка надою за 305 днів лактації (MY305) залежно від віку першого осіменіння корів за II-у лактацію: А – загальна модель; В – без врахування групи тварин, яких було запліднено у віці 16 міс.

В таблиці 5 наведено результати літературного пошуку щодо оцінювання віку першого осіменіння, при якому відмічався найвищий рівень молочної продуктивності корів різних порід. Найчастіше максимальний прояв молочної продуктивності було відмічено у корів різних порід, яких було вперше запліднено у віці 16,0–18,0 міс. Хоча були і суттєві відхилення від цієї оптимальної оцінки. Так, в роботі [7] для телиць української червоної молочної породи оптимальним віком першого осіменіння було вказано 14,5–15,0 міс., у той час як у роботі [9] для тварин цієї породи було вказано 20,0–21,0 міс.

Таблиця 3

**Аналіз впливу віку першого осіменіння на ознаки
молочної продуктивності корів за III-ю лактацією**

Вік першого осіменіння, міс.	<i>n</i>	DIM, днів	ТМУ, кг	МУ305, кг	FP, %	PP, %
13	10	336,5	11885,8	11347,6	4,30	3,30
14	16	307,4	10192,7	10359,2	4,31	3,30
15	15	408,0	12750,1	10565,3	4,31	3,30
16	12	328,2	11229,3	10587,8	4,31	3,30
17	10	371,4	12203,9	10668,9	4,30	3,30
18	21	394,1	12476,6	11077,4	4,30	3,30
19	7	343,1	9762,7	9306,1	4,25	3,26
20	10	312,4	10378,7	10250,2	4,32	3,31
21+	6	403,0	12272,3	10974,0	4,30	3,30
<i>F</i>(8; 98)		2,10	1,16	0,46	1,85	1,90
<i>P</i>		0,042	ns	ns	0,077[#]	0,069[#]

Таблиця 4

Результати двофакторного дисперсійного аналізу (модель з випадковими факторами) впливу номеру лактації (А), віку першого осіменіння (В) та їх сумісного впливу (А×В) на ознаки молочної продуктивності корів

Ознака	Номер лактації А (<i>df</i> = 2)	Вік першого осіменіння В (<i>df</i> = 8)	Сумісний вплив А×В (<i>df</i> = 16)
DIM	8,29 (<i>P</i> < 0,001)	1,60 (ns)	1,65 (<i>P</i> = 0,052 [#])
ТМУ	19,34 (<i>P</i> < 0,001)	1,25 (ns)	0,80 (ns)
МУ305	24,71 (<i>P</i> < 0,001)	1,64 (ns)	0,46 (ns)
FP	32,67 (<i>P</i> < 0,001)	4,02 (<i>P</i> < 0,001)	3,68 (<i>P</i> < 0,001)
PP	30,22 (<i>P</i> < 0,001)	2,87 (<i>P</i> = 0,004)	3,06 (<i>P</i> < 0,001)

Таблиця 5

**Вік першого осіменіння, при якому відмічався найвищий рівень
молочної продуктивності корів різних порід (за літературними даними)**

Порода	Вік першого осіменіння, міс.	Жива маса	Джерело
	1	2	3
айрширська	16,0–18,0	-	[22]
бура карпатська	18,0–20,0	-	[21]
симентальська	18,0–20,0	-	[18]
українська червона молочна	14,5–15,0	420–439 кг	[7]
українська червона молочна	20,0–21,0	-	[9]
українська червона молочна	16,0–17,0	понад 400 кг	[10]

Закінчення табл. 5

1	2	3	4
українська червона молочна	16,0–18,0	-	[13]
українська червоно-ряба молочна	16,0–18,0	-	[23]
українська червоно-ряба молочна	16,0–18,0	-	[4]
українська червоно-ряба молочна	16,0–19,0	360–410 кг	[14]
українська червоно-ряба молочна (прикарпатський внутрішньопородний тип)	16,0–18,0	-	[16]
українська чорно-ряба молочна	не більше 17 міс.	380–400 кг	[5]
українська чорно-ряба молочна	18,0–20,0	-	[8]
українська чорно-ряба молочна	16,0–18,0	400 кг	[12]
українська чорно-ряба молочна	18,0–19,0 та старше	-	[13]
українська чорно-ряба молочна	16,0–18,0	-	[17]
українська чорно-ряба молочна	до 16,0	406–435 кг	[19]
українська чорно-ряба молочна	16,0–17,0	-	[24]
українська чорно-ряба молочна	16,0–18,0	-	[25]
українська чорно-ряба молочна (подільський заводський тип)	20,5	400 кг	[3]
червона молочна	18,0	330–350 кг	[1]
червона польська	до 16,0	-	[20]
червона степова	16,0–18,0	-	[8]
чорно-ряба голштинизована	14,5–18,0	-	[6]

Висновки. Вік першого осіменіння вірогідно впливав лише на вміст жиру та білка в молоці корів-первісток голштинської породи в умовах ПрАТ «Племзавод «Степной» Кам'янсько-Дніпровського району Запорізької області (в обох випадках: $P < 0,001$). Щодо надою за 305 днів корів-первісток проглядалася тенденція до нелінійного зв'язку цього показника з віком першого осіменіння. Мало місце поступове збільшення надою зі зростанням віку першого осіменіння (із досягненням максимуму для віку 15–16 міс.), а потім спостерігалось різке зниження рівня молочної продуктивності серед тварин, яких було запліднено у більш пізньому віці. Для II-ї лактації вірогідного впливу віку першого осіменіння на основні ознаки молочної продуктивності відмічено не було. Нарешті, у віці III-ї лактації вірогідний вплив віку першого осіменіння було відмічено лише для тривалості лактації ($P = 0,042$). Для вмісту жиру та білка в молоці було встановлено наявність вірогідного сумісного впливу факторів «номер лактації» та «вік першого осіменіння» (двофакторний дисперсійний аналіз; у обох випадках: $P < 0,001$). Отже, формування жирно- та білковомолочності у корів залежно від віку першого осіменіння забезпечується різними механізмами у різному віці. При аналізі результатів літературного пошуку щодо оцінювання віку першого осіменіння, при якому відмічався найвищий рівень молочної продуктивності корів різних порід, було встановлено, що найчастіше максимальний прояв молочної продуктивності було відмічено у корів різних порід, яких було вперше запліднено у віці 16,0–18,0 міс.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гармаш О. І. Взаємозв'язок між продуктивністю та відтворювальною здатністю у корів червоної молочної породи. *Біоресурси і природокористування*. 2013. № 5. С. 100-106.
2. Гончаренко І. В. Ступінь зв'язку відтворних функцій корів з показниками їх молочної продуктивності. *Вісник Сумського національного університету. Серія «Тваринництво»*. 2020. Вип. 6. С. 287-290.
3. Димчук А. В. Показники відтворювальної здатності та їх вплив на надій корів. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2016. №. 25. С. 22-27.
4. Димчук А. В., Понько Л. П. Вплив живої маси, віку першого осіменіння та отелення на молочну продуктивність корів. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2022. № 4(98). С. 1-9.
5. Дяченко Ю. Молочна продуктивність та відтворні здатності корів у залежності від віку їх першого осіменіння. *Збірник студентських наукових праць «Сільськогосподарські науки»*. 2022. № 3(7). С. 394-399.
6. Зікранець Н. С., Колесник П. В. Вплив віку телиць на ефективність їх відтворення та подальші показники молочної продуктивності. *Науково-технічний бюлетень*. 2013. № 109(1). С. 119-126.
7. Ляшенко Г. Д. Зв'язок молочної продуктивності корів з живою масою і віком при першому осіменінні. *Розведення і генетика тварин*. 2017. № 54. С. 45-50.
8. Карлова Л. В., Лесновська О. В., Пришедько В. М., Дутка В. Р., Єсіна Е. Вплив віку першого осіменіння корів різних порід на їх продуктивні якості. *Науково-технічний бюлетень Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин*. 2018. Вип. 19. № 1. С. 286-292.
9. Китаєва А. П., Проноза О. Л. Молочна продуктивність та морфологічні ознаки вимені первісток української червоної молочної породи залежно від віку першого запліднення. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2011. Вип. 58. С. 1-5.
10. Коропець Л. А., Лук'янчук Н. В., Бризіцька М. І. Молочна продуктивність корів української червоної молочної породи залежно від живої маси та віку осіменіння. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія : Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. 2013. № 190. С. 329-335.
11. Крамаренко С. С., Луговий С. І., Лихач А. В., Крамаренко О. С. *Аналіз біометричних даних у розведенні та селекції тварин* : навчальний посібник. Миколаїв : МНАУ, 2019. 211 с.
12. Кузів М. І. Жива маса та вік першого осіменіння тварин української чорно-рябої молочної породи і їх зв'язок з молочною продуктивністю. *Біологія тварин*. 2014. № 16. С. 184.
13. Лесновська О. В., Лахмакова М., Салабай Л. Продуктивність корів залежно від строків їх осіменіння. В кн.: *Вклад наукових інвестицій у розвиток агропромислового комплексу в умовах обмеженого ресурсного забезпечення та флуктуацій клімату* : Матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції молодих учених і спеціалістів. Дніпро, 2023. С. 277-278.
14. Лівінський А. І. Вплив віку та живої маси корів-первісток на збереженість ремонтного молодняка в період його вирощування. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2016. Вип. 76(2). С. 37-42.
15. Любецький В. Й., Масалович Ю. С. Вплив молочної продуктивності на відтворювальну здатність корів. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Ветеринарна медицина, якість і безпека продукції тваринництва*. 2016. № 237. С. 235-241.
16. Любінський О. І., Шуплик В. В., Бушку О. Г. Особливості відтворювальної здатності корів прикарпатського внутрішньопородного типу української чер-

воно-рябої молочної породи. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. Серія : Сільськогосподарські науки*. 2011. Т. 13. № 4(50). Ч. 3. С. 185-190.

17. Новак І. В., Федорович В. В., Федорович Є. І. Вплив віку першого плідного осіменіння і першого отелення на формування молочної продуктивності корів української чорно-рябої молочної породи. *Біологія тварин*. 2012. Т. 14. № 1-2. С. 486-490.

18. Оріхівський Т. В., Федорович В. В., Гурський І. М. Залежність молочної продуктивності корів симентальської породи від показників їх відтворювальної здатності. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. Серія : Сільськогосподарські науки*. 2015. Т. 17. № 3. С. 263-268.

19. Пославська Ю. В., Федорович Є. І., Боднар П. В. Залежність молочної продуктивності корів української чорно-рябої молочної породи від живої маси і віку при першому осіменінні та першому отеленні. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія : Тваринництво*. 2016. № 5. С. 89-95.

20. Федорович В. В. Залежність молочної продуктивності корів червоної польської породи від показників їх відтворювальної здатності. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. Серія : Сільськогосподарські науки*. 2016. Т. 18. № 1(65). Ч. 3. С. 140-146.

21. Федорович В. В. Залежність молочної продуктивності корів бурої карпатської породи від показників відтворювальної здатності. *Науково-технічний бюлетень Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин*. 2017. №. 18, № 1. С. 268-274.

22. Федорович В. В., Бабік Н. П. Залежність молочної продуктивності корів айрширської породи від показників відтворювальної здатності. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. 2015. № 1. С. 79-84.

23. Федорович В. В., Федорович Є. І., Мазур Н. П., Дяченко О. Б. Формування молочної продуктивності корів української червоно-рябої породи, залежно від показників відтворювальної здатності. *Науково-технічний бюлетень Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин*. 2019. Т. 20. № 1. С. 169-177.

24. Шпетний М. Б., Заболотна В. К., Гришин С. Ю. Молочна продуктивність та відтворювальна здатність корів залежно від генетичних та паратипових чинників. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Тваринництво»*. 2021. Вип. 4(47). С. 33-42.

25. Шуляр А. Л. Вплив віку першого осіменіння та першого отелення корів на їх молочну продуктивність. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 109. Ч. 2. С. 155-161.

26. Hammer Ø., Harper D. A., Ryan P. D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*. 2001. # 4. P. 1-9.

УДК 636.3:338.43

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.31>

ДЕЯКІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ ТА СУЧАСНИЙ СТАН ВІВЧАРСТВА В ОБЛАСТЯХ ЗАХІДНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ

Кудрик Н.А. – к.с.-г.н., с.н.с.,

в.о. директора,

Інститут тваринництва степових районів «Асканія-Нова» імені М.Ф. Іванова

Туринський В.М. – д.с.-г.н.,

професор кафедри технологій у птахівництві, свинарстві та вівчарстві,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Цвігун А.Т. – д.с.-г.н., професор,

Інститут тваринництва степових районів «Асканія-Нова» імені М.Ф. Іванова

Цвігун І.А. – д.с.-г.н., професор,

Подільський державний університет

Якочук В.С. – к.с.-г.н., с.н.с.,

Інститут тваринництва степових районів «Асканія-Нова» імені М.Ф. Іванова

Тимофійшин І.І. – к.с.-г.н., с.н.с.,

Інститут тваринництва степових районів «Асканія-Нова» імені М.Ф. Іванова

Стаття присвячена актуальним питанням розвитку галузі вівчарства в Україні в умовах військової агресії росії. Проаналізовано та охарактеризовано стан галузі вівчарства у господарствах усіх категорій в областях західного регіону України за період 1990–2022 років.

Встановлено, що кількість овець у господарствах усіх категорій в областях західного регіону України протягом 1991–2023 рр. значно змінилася. В окремих областях втрата поголів'я була найбільшою (Тернопільська 96 %), а в Закарпатській області кількість овець змінилася на 65 %. У цілому по областях західного регіону України втрачено було 83 % поголів'я овець, а в Україні – 93 %. Найкращий вихід приплоду ягнят і козлят на 100 вівце-козмоток у 2022 році спостерігався у господарствах Рівненської та Тернопільської областей, де цей показник склав 125 голів, тоді, коли у господарствах Хмельницької та Волинської областей цей показник – 22–23 голови відповідно.

Аналізуючи зміни у виробництві баранини і козлятини протягом 1990–2022 рр., встановлено значне зменшення виробництва баранини і козлятини у всіх областях західного регіону, крім Закарпатської області. Але тенденції зниження виробництва в західному регіоні становили 44,7 %, а по Україні 76,4 %, тобто зменшення виробництва було значно вищим.

Виробництво вовни в областях західного регіону України 2000–2022 роках, в господарствах усіх категорій змінилося. Встановлено, що причинами зниження загального виробництва вовни було зниження продуктивності тварин, збитковість виробництва вовни, відсутність ринку збуту в основному тонкої і напівтонкої вовни та диспаритет цін на вовну.

Встановлено, що необхідно вжити комплексних заходів, які включатимуть у себе збільшення поголів'я овець, покращення державної підтримки, розвиток маркетингу та менеджменту, підвищення якості продукції та зростання соціально-економічного рівня життя населення. Тільки таким чином можна забезпечити стабільне майбутнє для галузі вівчарства в Україні.

Ключові слова: вівчарство, поголів'я овець, вихід ягнят, баранина, забійна маса, овеча вовна, настриг вовни.

Kudryk N.A., Turynskiy V.M., Tsvihun A.T., Tsvihun I.A., Yakovchuk V.S., Tymofiishyn I.I. Some aspects of the sheep breeding development and current state in the Western Ukraine regions

The article is devoted to topical issues of the sheep breeding industry development in Ukraine under the conditions of russian military aggression. The state of the sheep breeding industry in farms of all categories in the Western Ukraine regions for the period 1990–2022 was analysed and characterized.

It was established that the sheep number in farms of all categories in the Western Ukraine regions during 1991–2023 significantly decreased. In some regions, the loss of livestock was the greatest (Ternopil region by 96 %), and in Zakarpattia region, the number of sheep decreased by 65 %. In general, 83 % of the sheep population was lost in the Western Ukraine regions, and 93 % in Ukraine. The best lambs and kids yield per 100 female goats in 2022 was observed in the farms of the Rivne and Ternopil regions, where this indicator was 125 animals, while in the farms of the Khmelnytsky and Volyn regions this indicator was 22–23 animals, respectively.

Analysing the changes in the production of mutton and goat meat during 1990–2022, a significant decrease in the production of mutton and goat meat was established in all regions of the western region, except for the Zakarpattia region. But the trends of production reduction in the western region amounted to 44.7 %, and in Ukraine 76.4 %, that is, the reduction in production was much higher.

Wool production in the regions of the Ukraine western region in 2000–2022, in all farms categories, decreased. It was established that the reasons for the decrease in total wool production were the decrease in animal productivity, the wool production unprofitability, the lack of a market for mainly fine and semi-fine wool, and the disparity in prices for wool.

It was established that it is necessary to take comprehensive measures, which will include increasing the sheep population, improving state support, developing marketing and management, improving the quality of products and increasing the population socio-economic living standard. Only in this way can a stable future be ensured for the sheep breeding industry in Ukraine.

Key words: *sheep breeding, sheep population, yield lambs, mutton, slaughter weight, sheep wool, wool clip.*

Постановка проблеми. Вівці – єдиний вид сільськогосподарських тварин, які дають найбільш різноманітну продукцію: сировину для легкої промисловості – вовну, овчини, смушки, вовновий жир та високопоживні продукти харчування – м'ясо, молоко, жир. Їх особливістю є скоростиглість, невибагливість та універсальність. Ще донедавна одним з найцінніших продуктів вівчарства була вовна, яка використовувалася для виробництва текстилю, трикотажу, килимів та інших текстильних виробів. Однак, в умовах сучасного світового та вітчизняного ринків перспективним напрямом розвитку галузі визначено виробництво ягнятини, молоді баранини та продукції з овечого молока зі збереженням якісних характеристик вовнової, смушкової та хутрової сировини [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7].

Таким чином, вівчарство є важливою галуззю, яка забезпечує як харчовими продуктами так і сировиною для легкої промисловості, і відіграє важливу роль у господарському розвитку країни. Особливо це важливо в умовах військових дій для забезпечення, як мирного населення, так і військових якісними продуктами та одягом.

В останні роки спостерігаються негативні тенденції розвитку вівчарства: зменшення поголів'я овець, і, як наслідок, зменшення виробництва продукції. В Україні за період кризи перехідного періоду (1990–2000 рр.) і скасування державного замовлення на вовну для потреб військових та навчальних відомств, галузь суттєво занепала [8, с. 61]. Друга криза у вівчарстві відбулася у 2014 році з втратою Криму, у якому на той час було близько 30 % поголів'я овець. З початком повномасштабної збройної агресії росії у лютому 2022 року проблеми розвитку вівчарства значно загострилися. Це зумовлено втратою поголів'я тварин на захоплених територіях, зростанням цін на корми. У той же час необхідність забезпечення продовольчої безпеки країни потребує відновлення потенціалу вівчарства.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження формування та розвитку ринку продуктів вівчарства знайшли відображення у працях Л.В. Жарук [8], Н.О. Аверчевої [9], І.М. Беженар [10], І.І. Ібатуліна [11], І.О. Супрун [12], І.І. Тимофійшина [13], В.М. Туринського [14, 11].

Разом із тим необхідне проведення більш детального дослідження особливості відродження ринку продукції вівчарства в умовах повномасштабної агресії, адже Україна є споживачем м'яса овець, твердих та м'яких сирів тощо.

Постановка завдання. Об'єктивна оцінка стану галузі вівчарства в областях західного регіону України допоможе визначити пріоритетні напрями розвитку вівчарства і оцінити його потенціал. Такий підхід допоможе забезпечити стабільний розвиток вівчарства і підвищити його внесок у загальний розвиток аграрного сектору економіки.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Збільшення попиту на натуральну текстильну продукцію, зокрема на овечу вовну і овчинно-шубні вироби, дієтичну ягнятину, якісну молоду баранину, сири з овечого молока та низький рівень пропозиції продукції вівчарства на світових ринках відкриває нові можливості для України, особливо її західних регіонів, де традиційно займалися розведенням овець різного напрямку продуктивності. Ринок продукції тваринництва є одним з основних елементів продовольчого ринку країни, розвиток якого має велике значення для зростання національної економіки, а також забезпечення населення продуктами харчування [15], адже рівень забезпечення населення продовольством розглядається як найважливіший чинник і визначальний критерій рівня соціального життя будь-якої країни, життєздатності її економічної структури. У цьому контексті галузь вівчарства, як одна з важливих галузей тваринництва, відіграє вагомую роль.

Зростання обсягів виробництва продукції вівчарства є важливим завданням аграрного сектору тваринництва. Визначення напрямів успішного вирішення цього завдання можливе лише за умови постійного проведення об'єктивної всебічної оцінки стану розвитку вівчарства і рівня ефективності та вартості виробництва продукції галузі. Галузь вівчарства впродовж тривалого періоду економічних реформ та військових дій прийшла в глибокий занепад, що підтверджують дані офіційної статистики. Дослідження динаміки поголів'я овець в Україні свідчить, що галузь знаходиться в складному стані і поголів'я постійно скорочується. На початок 2023 р. поголів'я овець становило 518,6 тис. голів – це лише 5 % до рівня 1961 р., 83 % до рівня 2021 р. в якому закінчився значний спад поголів'я овець (рис. 1).

При цьому спостерігаються різні тенденції зменшення поголів'я овець в підприємствах і господарствах населення. Якщо поголів'я у 2023 р., порівняно з 1961 р., у підприємствах становило 1,4 %, то в господарствах населення 44,3 %. Порівняння з 2001 роком були, відповідно 30 % та 70 %. За рахунок цього господарства населення на сьогодні є основними виробниками продукції вівчарства. Якщо у 1961 р. в господарствах населення знаходилася лише 8 % поголів'я овець, то у 2023 р. уже 75 %. У 2023 р. на 100 овець у підприємствах припадало 309 овець в господарствах населення. Але тенденції зменшення поголів'я овець на сьогодні є, починаючи з 2014 року. Значні втрати 300 тис. поголів'я овець були у 2014 році з захопленням АРК. Так, у зв'язку з анексією Криму та частини Донецької області, по цигайській породі не залишилося жодного племінного господарства [16]. Починаючи з 2001 року втрати поголів'я овець щороку в середньому становили 25–30 тис. голів. З початком повномасштабного вторгнення росії за рік війни втрачено ще 85 тис. овець.

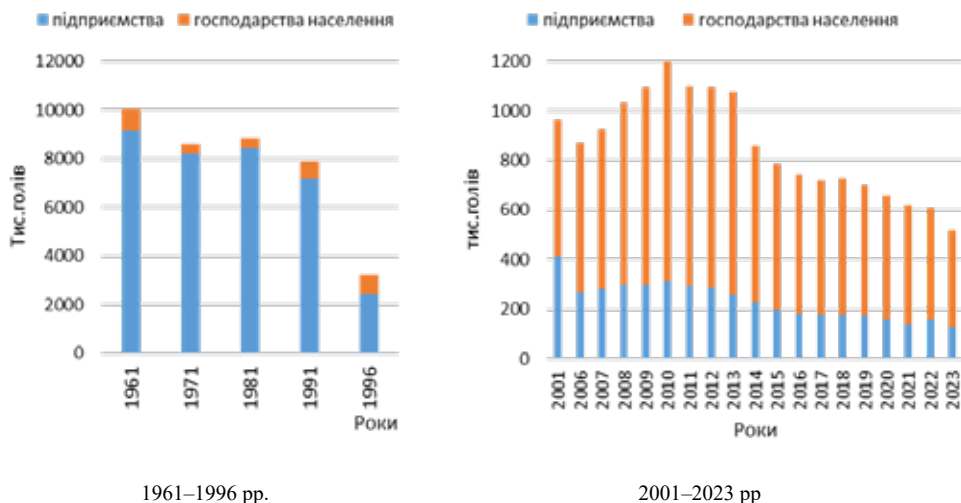


Рис. 1. Поголів'я овець в Україні за категоріями господарств (на 1 січня), 1961–2023 pp.

Джерело [18, с. 11]

Для розуміння сучасного стану ринку продукції вівчарства у західному регіоні України першочергово необхідно проаналізувати кількість овець у господарствах усіх категорій за досліджуваний період, що представлена у таблиці 1.

Таблиця 1
Кількість овець у господарствах усіх категорій в областях західного регіону (на 1 січня), тис. голів

Область	Роки							Відношення, %	
	1991	2001	2011	2015	2021	2022	2023	2023 до 1991	2023 до 2001
Волинська	126,1	11,6	7,7	8,6	8,7	9,9	11,6	9,2	100,0
Закарпатська	247,7	73,2	102,5	114,6	109,4	96,2	86,8	35,0	118,6
Івано-Франківська	55,6	22,4	7,1	9,3	8,3	10,1	10,3	18,5	46,0
Львівська	50,5	8,2	5,4	8,7	7,9	7,2	7,7	15,2	93,9
Рівненська	84,6	5,8	4,8	5,9	4,7	6,3	8,0	9,5	137,9
Тернопільська	145,9	2,3	1,5	1,7	3,7	4,6	6,0	4,1	260,9
Хмельницька	238,3	10,8	4,8	5,9	11,4	17,9	24,5	10,3	226,9
Чернівецька	138,2	47,0	39,7	35,8	31,1	31,3	30,9	22,4	65,7
По областях	1086,9	181,3	173,5	190,5	185,2	183,5	185,8	17,1	102,5
Україна	7896,2	963,1	1100,5	785,8	621,0	607,1	518,6	6,6	53,8
Частка західного регіону в Україні, %	13,8	18,8	15,8	24,2	29,8	30,2	35,8	-	-

Джерело [18, с. 42]

Дані таблиці 1 свідчать про те, що кількість овець у господарствах усіх категорій в областях західного регіону України протягом 1991–2023 рр. значно зменшилася. В окремих областях втрата поголів'я була найбільшою (Тернопільська 96 %), а в Закарпатській області кількість овець зменшилася на 65 %. У цілому по областях західного регіону України втрачено було 83 % поголів'я овець, а в Україні – 93 %.

Порівняно з 2001 р. у 2023 р. спостерігається збільшення кількості овець, особливо в Тернопільській (2,6 рази), Хмельницькій (2,3 рази) і Рівненській (1,4 рази) областях. В окремих областях поголів'я овець зменшилося – Івано-Франківська (54 %) та Чернівецька (34,3 %). Варто відмітити, що в Закарпатській області знаходиться половина всього поголів'я овець областей західного регіону.

У середньому по областях західного регіону України кількість овець збільшилася на 2,5 %, тоді як в Україні чисельність овець зменшилася на 46,2 %. За рахунок цього поголів'я овець областей західного регіону України у 2023 р. становило 53,8 % кількості овець в Україні, тоді як в 2001 р. лише 18,8 %. У 2023 р. чисельність овець у Закарпатській області становила 16,3 % всієї чисельності овець в Україні.

На сьогодні ситуація у галузі відзначається зменшенням не лише поголів'я овець, а також невідновними втратами відтворювальної його частини – маточного стада. Такий стан вівчарства обумовлений багатьма причинами, а саме: ведення агресивної війни росії в Україні, що привело фактично до знищення поголів'я овець у східному та південному регіонах нашої країни; диспаритетом цін на промислову і сільськогосподарську продукцію; відсутністю цивілізованого ринку збуту продукції та державної підтримки галузі; відсутністю сприятливих економічних умов для розвитку галузей, пов'язаних з продукцією вівчарства тощо [17, с. 287]. Так, в структурі вартості товарної продукції галузі, частка виробників вівчарської продукції складає лише 2–3 %, а переробників, торгівлі та різних посередників – 97–98 %, тоді як в країнах з розвиненим вівчарством доля перших складає 30–40 % [15, с. 92].

Відтворення стада є найголовнішим компонентом технології виробництва продукції овець, оскільки все інше в загальній технологічній системі нерозривне з елементами його відтворення. У виробничому процесі годівля, утримання й догляд не існують самі по собі. Годують, утримують і доглядають тварин конкретних статей і вікових груп, органічно пов'язаних між собою цілісним процесом зміни поколінь у процесі відтворення стада.

Одним із основних показників відтворення стада овець і кіз є вихід приплоду ягнят і козенят на 100 вівце-козوماتок у підприємствах, який поданий у таблиці 2.

Із даних таблиці 2 видно, що вихід приплоду ягнят і козенят на 100 вівце-козوماتок у підприємствах за досліджуваний період відносно низький і досить мінливий (від 23 до 125 голів). Найкращий вихід приплоду ягнят і козенят на 100 вівце-козوماتок у 2022 році спостерігається у господарствах Рівненської та Тернопільської областей, де цей показник склав 125 голів, тоді, коли у господарствах Хмельницької та Волинської областей цей показник – 22–23 голови відповідно. Такі невітніші показники за виходом приплоду ягнят і козенят на 100 вівце-козوماتок в окремих господарствах пов'язані з багатьма чинниками. На наш погляд, очевидно, у цих господарствах не звертають увагу на якість маточного стада, не дотримуються рекомендованої структури стада за напрямком продуктивності овець; не достатній рівень організації парувальної кампанії, догляду та утримання кітних вівцематок; не збалансований рівень годівлі кітних вівцематок; напевно є проблеми з організацією та проведенням окоту та вирощування молодняка овець у період підсису тощо.

Таблиця 2

**Вихід приплоду ягнят і козенят на 100 вівце-козوماتок областях
західного регіону у підприємствах, голів**

Область	Роки						Відношення, %
	2000	2010	2015	2020	2021	2022	2022 до 2000
Волинська	55	51	74	95	149	23	41,8
Закарпатська	55	75	60	54	76	64	116,4
Івано-Франківська	40	46	51	25	52	46	115,0
Львівська	48	43	23	51	95	52	108,3
Рівненська	96	30	21	15	82	125	130,2
Тернопільська	52	77	26	129	191	125	240,4
Хмельницька	85	58	46	76	78	22	25,9
Чернівецька	78	88	84	71	84	74	94,9
Україна	67	72	66	81	107	58	86,6

Джерело [18, с. 75]

Загальновідомо, що вівчарство – значне джерело виробництва м'яса. Так, частка баранини в м'ясному балансі країни займає від 5–6,5 %. [18]. Баранина містить багато білків, вітамінів, має добрі смакові якості, легко засвоюється організмом людини. На відміну від яловичини і свинини, баранина містить більше кальцію, фосфору, заліза, міді, цинку та ін. макро- і мікроелементів. Овечий жир топиться при вищій температурі (55 °С), ніж яловичий (40–50 °С) і свинячий (28–40 °С). Цінна якість баранячого жиру – невеликий вміст холестерину (29 мг %), у яловичому – 75, свинячому – 74,5–128 мг %, (порівняно невелике поширення атеросклерозу у народів, які споживають в їжу переважно баранину) [17].

Вівці – єдині у світі тварини, у яких ніколи не було виявлено таких захворювань, як туберкульоз і рак. Учені Німеччини знайшли в клітинах м'яса речовини, які запобігають старінню організму та захворювання на рак. Баранина рекомендується для вживання з метою природного захисту від цих хвороб [19, с. 3]. Тому популярність баранини постійно зростає. Виробництво баранини та козлятини у господарствах усіх категорій показано у таблиці 3.

Аналізуючи зміни у виробництві баранини і козлятини протягом 1990–2022 рр., встановлено значне зменшення виробництва баранини і козлятини у всіх областях західного регіону, крім Закарпатської області. Але тенденції зниження виробництва в західному регіоні становила 44,7 %, а по Україні 76,4 %, тобто зменшення виробництва була значно вищим.

Порівнюючи динаміку 2000–2022 рр. спостерігається загальне збільшення виробництва баранини та козлятини (на 20,5 %) майже в усіх господарствах західного регіону України, окрім господарств Волинської (50 %), Івано-Франківської (20 %) та Чернівецької (28,6 %) областей.

Загальне виробництво баранини та козлятини у господарствах усіх категорій цього регіону у 2022 році становило 4,7 тис. т., тоді як в Україні цей показник становив 40,8 %, тобто майже половина баранини і козлятини виробляється в західному регіоні. Закарпатська область є лідером у виробництві баранини і козлятини і виробляє 59,6 % в областях західного регіону та 25,9 % всього виробництва в Україні.

Таблиця 3

**Виробництво баранини та козлятини у господарствах усіх категорій
в областях західного регіону (у забійній масі), тис. т.**

Області	Роки							Відношення, %	
	1990	2000	2010	2015	2020	2021	2022	2022 до 1990	2022 до 2000
Волинська	1,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	15,4	50,0
Закарпатська	2,2	1,8	3,0	2,7	1,2	3,2	2,8	127,3	155,6
Івано-Франківська	1,1	0,5	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	36,4	80,0
Львівська	0,4	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	50,0	200,0
Рівненська	1,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	20,0	200,0
Тернопільська	0,6	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	33,3	200,0
Хмельницька	0,8	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	25,0	100,0
Чернівецька	1,1	0,7	0,4	0,5	0,6	0,5	0,5	45,5	71,4
По областях	8,5	3,9	4,5	4,5	3,0	5,0	4,7	55,3	120,5
Україна	45,8	17,2	21	13,7	11,5	12,2	10,8	23,6	62,8
Частка західного регіону в Україні, %	18,6	22,7	21,4	32,8	26,1	41,0	43,5	-	-

Джерело [18, с. 122]

Поряд з виробництвом баранини і козлятини варто проаналізувати і реалізацію на забій овець та кіз (таблиця 4).

Таблиця 4

**Реалізація на забій овець та кіз у господарствах усіх категорій
в областях західного регіону (у живій масі), тис. т.**

Області	Роки							Відношення, %	
	1990	2000	2010	2015	2020	2021	2022	2022 до 1990	2022 до 2000
Волинська	2,9	0,8	0,4	0,5	0,4	0,4	0,3	10,3	37,5
Закарпатська	4,9	3,7	5,8	5,3	2,4	6,2	5,4	110,2	145,9
Івано-Франківська	2,2	0,9	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	36,4	88,9
Львівська	0,9	0,3	0,4	0,4	0,3	0,5	0,5	55,6	166,7
Рівненська	2,0	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	15,0	150,0
Тернопільська	1,3	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,3	23,1	150,0
Хмельницька	1,7	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	23,5	133,3
Чернівецька	2,7	1,4	1,1	1,2	1,4	1,1	1,1	40,7	78,6
По областях	18,6	7,8	9,2	9,1	6,4	10,1	9,1	48,9	116,7
Україна	102,8	38,8	43	28,9	24,3	25,5	22,5	21,9	58,0
Частка західного регіону в Україні, %	18,1	20,1	21,4	31,5	26,3	39,6	40,4	-	-

Джерело [18, с. 103]

Зміни у реалізації на забій овець та кіз у 1990–2022 рр. свідчать про зниження у всіх областях західного регіону, крім Закарпатської області. У середньому по західному регіону реалізація зменшилася вдвічі, в той же час в Україні зменшення становило 4,5 разів.

У 2022 році у порівнянні з 2000 роком відбулося збільшення реалізації на забій овець та кіз у всіх областях західного регіону, крім Волинської (зниження 62,5 %), Івано-Франківської (11,1 %) та Чернівецької (21,4 %). У 2022 р. в областях західного регіону було реалізовано на забій овець і кіз 9,1 тис. тон, що на 43 % більше 2000 р. і частка реалізації в Україні становила 40,4 %.

У Закарпатській області частка реалізації овець і кіз у 2022 р. становила 59,6 % у областях Західного регіону та 24 % в Україні.

Одним із важливих видів сировини у текстильній промисловості, що одержують від овець, є вовна [20]. Овеча вовна є натуральним теплим і м'яким матеріалом, який добре утримує тепло і дозволяє шкірі дихати. Вона також володіє високою вологоабсорбуючою здатністю, що дозволяє вбирати вологу і відводити її з поверхні шкіри, забезпечуючи комфорт під час носіння.

У цілому, овеча вовна є унікальним матеріалом, який поєднує в собі природну красу, комфорт і функціональність, що робить її незамінною для виробництва різноманітних видів одягу. Овеча вовна має унікальні властивості. Вироби з неї створюють здоровий мікроклімат, знімають статичну електрику, заспокоюють нервову систему та запобігають алергії. Виробництво вовни всіх видів у господарствах усіх категорій представлено у таблиці 5. Варто відмітити значне зменшення виробництва вовни протягом 1990–2022 р. і ці цифри є катастрофічними. Виробництво вовни у Хмельницькій області у 2022 р. порівняно з 1990 р. зменшилося в 131 раз, у Тернопільській – в 63 рази, а у Чернівецькій і Закарпатській областях виробництво вовни за цей період зменшилося найменше – у 4 рази. У середньому по областях західного регіону зменшення становило 8 разів, а по Україні – 24 рази.

Динаміка 2000–2022 рр. також свідчить про зниження виробництва вовни у всіх областях західної України, крім Рівненської та Тернопільської. По всіх областях західного регіону в 2022 р. вироблено 1237 тон вовни, що становить лише 69,9 % від рівня 2000 р. В Україні за цей період виробництво вовни зменшилося на 63,6 % і частка виробленої вовни на заході України становила у 2022 р. 28,9 % від загального по Україні. Закарпатська область є лідером у виробництві вовни серед західних областей 46,6 % всього виробництва та 13,5 % в Україні.

Основні причини зниження загального виробництва вовни всіх видів у господарствах усіх категорій у західному регіоні України, на наш погляд, є такі: зниження продуктивності тварин; збитковість виробництва вовни; відсутність ринку збуту в основному тонкої і напівтонкої вовни (є господарства, де вовна не реалізується впродовж останніх трьох-чотирьох років). Дещо краща ситуація з реалізації грубої вовни, яку одержують в основному від овець (українська гірсько-карпатська порода), яких розводять у передгірській і гірській зонах Карпат. Така вовна в основному використовується для виробництва килимів, ліжників, ковдр тощо; переорієнтація окремих господарств на розведення овець вузькоспеціалізованих порід; організаційно-економічні чинники, диспаритет цін на вовну тощо. Основним показником вовнової продуктивності овець є середній настриг вовни на одну вівцю на початок року, який визначається як співвідношення валового настригу вовни до поголів'я овець на початок року (табл. 6).

Таблиця 5

**Виробництво вовни всіх видів у господарствах усіх категорій
в областях західного регіону, т**

Область	Роки							Відношення, %	
	1990	2000	2010	2015	2020	2021	2022	2022 до 1990	2022 до 2000
Волинська	327	30	20	18	18	18	18	5,5	60,0
Закарпатська	665	191	218	185	160	158	167	25,1	87,4
Івано-Франківська	166	56	19	23	20	20	21	12,7	37,5
Львівська	123	21	12	14	18	14	13	10,6	61,9
Рівненська	285	10	20	20	22	21	25	8,8	250,0
Тернопільська	379	6	2	2	6	5	6	1,6	100,0
Хмельницька	656	29	7	8	5	5	5	0,8	17,2
Чернівецька	410	169	154	137	113	107	103	25,1	60,9
По областях	3011	512	452	407	362	348	358	11,9	69,9
Україна	29804	3400	4192	2270	1573	1497	1237	4,2	36,4
Частка західного регіону в Україні, %	10,1	15,1	10,8	17,9	23,0	23,2	28,9	-	-

Джерело [18, с. 141]

Таблиця 6

**Середній річний настриг вовни від однієї вівці у господарствах
усіх категорій в областях західного регіону, кг**

Область	Роки							Відношення, %	
	1990	2000	2010	2015	2020	2021	2022	2022 до 1990	2022 до 2000
Волинська	2,5	2,2	2,2	2,0	2,1	2,1	1,9	76,0	86,4
Закарпатська	2,5	2,3	2,1	1,6	1,4	1,6	1,7	68,0	73,9
Івано-Франківська	2,2	2,5	2,8	2,5	2,3	2,4	2,2	100,0	88,0
Львівська	2,1	2,4	2,1	2,5	2,4	2,3	2,7	128,6	112,5
Рівненська	2,1	1,8	3,9	3,4	1,9	1,6	3,9	185,7	216,7
Тернопільська	2,5	2,2	1,4	1,3	1,7	1,4	1,3	52,0	59,1
Хмельницька	2,7	2,2	1,3	1,4	1,1	0,4	0,3	11,1	13,6
Чернівецька	2,7	3,3	3,3	3,7	3,3	3,3	3,1	114,8	93,9
Україна	3,4	3,0	3,4	2,9	2,7	2,9	2,7	79,4	90,0

Джерело [18, с. 144]

Дані таблиці 6 свідчать про відносно низький середньорічний настриг вовни від однієї вівці у господарствах за дослідний період і за цим показником характеризується високою мінливістю (від 0,3 кг до 3,9 кг). Зазначимо, що середньорічний

настриг вовни від однієї вівці у багатьох господарствах західного регіону (крім Львівської і Рівненської областей) у 2022 р. знизився у порівнянні з 1990 р. Основними причинами такого стану, на наш погляд, крім тих, що вище вказані, є недостатній рівень годівлі, незбалансованість раціонів для всіх статевих груп овець, низький рівень селекційно-племінної роботи тощо.

Слід відмітити, що у цей час окремі господарства західного регіону України, які розводять овець в розрахунок на прибуток, орієнтують свою діяльність на виробництво баранини, козлятини та сирів і позбавляються від не вигідного виробництва вовни. Продовольча безпека на даний момент є пріоритетом у контексті розвитку сучасного тваринництва, зокрема вівчарства, тим більше тепер ставиться мета нагодувати населення країни здоровою їжею.

Міжнародний ринок останнім часом зорієнтований на виробництво молодого баранини та різних видів м'яких та твердих овечих сирів. Тому йде поступова переорієнтація господарств на розведення овець вузькоспеціалізованих порід, зокрема молочного (лакон), м'ясного (дорпер), м'ясо-вовнового (мериноландшаф), грубововнова шубного напрямку (романівська) та інші. Традиційно у цих областях розводять такі породи: українська гірськокарпатська (передгірська і гірська зони Карпат), асканійська каракульська (буковинський тип), асканійська м'ясо-вовнова з кросбредною вовною (буковинський тип), прекос, темнолово латвійська.

Порода лакон належить до молочного напрямку продуктивності овець і є найкращою молочною породою овець Франції. Жива маса баранів – 80–100 кг, вівцематок – 55–70 кг. Характеризуються високою скороспілістю (до 60 % ярок можна парувати у 7–10-місячному віці). Особливістю цих овець є те, що відлучення ягнят проводять у 4–5-тижневому віці, після чого починають доїти вівцематок, середній надій товарного молока за 150 днів лактації складає 155–160 л. Краще стадо знаходиться у Хмельницькій області (ВКФ Пілігрим). Ферма розташована в межах знаменитого екологічного заповідника «Подільські товтри». Таким чином, вівці понад 210 днів на рік перебувають у вільному випасі на чистих пасовищах заповідника. Також в рамках фермерського господарства побудовано сучасний молокозавод з виробництва овечих сирів і переробки молочної продукції з власної сировини. На виробництві використовується автоматизоване, безконтактне доїння овець за допомогою високоякісного імпортного обладнання. Отже, на виході виходить 100 % натуральний продукт з природним терміном зберігання і відмінними смаковими якостями. Крім вищезазначеного господарства, тут створено ще одне підприємство (ТОВ «Меріно – Україна»), яке теж займається розведенням овець породи лакон і виробництвом різноманітних сирів.

Нещодавно у різні роки у господарства західного регіону України завезено м'ясну породу овець – дорпер. Ці тварини відносяться до безвовнових порід овець, тобто вони мають дуже коротку пряму гладку вовну. Іноді груба нещільно прилегла вовна росте на спині, боках і шії, вона линяє навесні, тому дорпери майже не потребують стриження. Забарвлення повністю біле або біле з чорною головою і шиєю. Маса барана – 95–140 кг, маса вівцематки – 60–90 кг, маса ягнят при народженні – 2,0–3,5 кг. Кількість народжених ягнят від однієї вівцематки – 1–3 ягнят, середньодобовий приріст маси у ягнят – до 450 г, жива маса молодняка у 6,0 місяців – 60–70 кг, забійний вихід молодняка – 55–58 %. У молодняка висока скоростиглість, вони не тільки дуже швидко ростуть і порівняно швидко дозрівають, але й стрімко набирають масу тіла. М'ясо дорперів з тонким прошарком жиру рівномірно розподіляється між кістками та м'язевими волокнами. Воно має ніжний і напручений м'який смак, без сильного присмаку баранини. Стадо овець, де

розводять породу дорпер, знаходиться у Хмельницькій області (ТОВ «ІЕК «ТОРГ-ДІАЛ» та інших господарствах).

Вівці м'ясо-вовнової породи німецький мериноландшаф характеризується доброю акліматизацією, високою конверсією кормів, плодючістю, відмінними материнськими якостями, пристосованістю до подолання великих відстаней. Жива маса баранів – 125–160 кг, вівцематок – 75–90 кг, середній приріст по фермі становить 330 г. Настриг вовни з баранів – 6,5–7,0 кг, з вівцематок – 4,0–5,0 кг. Тварини дають білу мериносову вовну, діаметром 26–28 мікрон. Середня плодючість – 220 ягнят на 100 вівцематок, збереженість молодняка – 90 %. Цих тварин в основному розводять для виробництва м'яса. Кращі стада цих овець знаходяться у Тернопільській (ПП «НВАП «Ель Гаучо»»), у Львівській (ТОВ «Меринос-Захід»), у Чернівецькій (ТОВ «Агро-Дан 2006») областях.

Слід зазначити, що останнім часом досить інтенсивно почали розводити романівську породу овець. Романівська порода – грубововнова порода шубного напрямку продуктивності. Маса баранів – 65–75 (до 100) кг, вівцематок – 45–55 (до 90) кг. Висока плодючість – 230–270 %: по одному ягнят – 6–8 % маток, по два – 38–40 %, по три – 44–46 %, від чотирьох до восьми – 8–10 %. Матки поліестричні, завдяки чому можуть ягнитися 2 рази на рік або 3 рази на два роки. За 100 днів вони можуть дати 100–110 л молока жирністю 7–8 %, в найкращих стадах – 120–150 л і більше. Скоростиглість задовільна – у 100-денному віці ягнята важать 20–22 кг, у 8–9 місячному – 35–40 кг. Статева зрілість настає рано, в хороших умовах у 10–12 місяців [21, 22]. Незважаючи на особливе місце за овчинно-шубної продуктивності, основне господарське та економічне значення романівських овець – м'ясна продуктивність. Кращі стада цих овець знаходяться у Хмельницькій області (ФОП Паляниця А. С.).

Варто відмітити, що вищенаведені нові породи розводять у невеликих кількостях в окремих дрібних фермерських господарствах майже у всіх областях західного регіону України.

Висновки та пропозиції. Дослідивши стан галузі вівчарства в областях Західного регіону України встановили значне зменшення поголів'я овець та зниження виробництва продукції вівчарства.

Крім цього відмічається поступова переорієнтація господарств у західному регіоні України на розведення овець вузькоспеціалізованих порід, зокрема молочного (лакон), м'ясного (дорпер), м'ясо-вовнового (мериноландшаф), грубововнова шубного напрямків (романівська) з метою підвищення рентабельності галузі вівчарства.

Війна в Україні вимагає забезпечення продовольчої безпеки і одним з напрямків її забезпечення є розвиток вівчарства, яке забезпечить країну молодого бараниною, якісною вовною та овечими молочними сирами. Зазначені області західного регіону мають досить потужні можливості для відновлення оптимальної кількості овець, виробництва та переробки продукції вівчарства, адже історично, традиційно на цих теренах займалися такою вагомою галуззю народного господарства України як вівчарство.

Тому необхідно вжити комплексних заходів, які включатимуть у себе збільшення поголів'я овець, покращення державної підтримки, розвиток маркетингу та менеджменту, підвищення якості продукції та підвищення соціально-економічного рівня життя населення. Тільки таким чином можна забезпечити стабільне майбутнє для галузі вівчарства в Україні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Statistical data on sheep milk production. 2022. URL: <https://www.tridge.com/intelligences/sheep-milk/production> (дата звернення: 10.06.2023).
2. Похил В.І., Миколайчук Д.П. М'ясна продуктивність овець різного походження. *Theoretical and applied veterinary medicine*. 2020. Vol. 8. № 1. – С. 26-30.
3. Помітун І.А., Косова Н.О., Корх І.В., Бойко Н.В., Чигринов Є.І., Паньків Л.П., Аксьонов Є.О. Інтенсивність росту та м'ясна продуктивність молодняку овець за впливу комплексної енерго-протеїнової добавки. *Науково-технічний бюлетень Інституту тваринництва НААН*. 2022. № 127. С. 152-162.
4. Стапай П.В., Параняк Н.М., Ткачук В.М., Стахів Н.П. Вміст і склад ліпідів найдовшого м'яза спини молодняку овець різного віку за умов інтенсивної відгодівлі. *Біологія тварин*. 2018. Том 20, № 2. С. 71-76.
5. Вдовиченко Ю.В., Жарук П.Г. Генетичні ресурси овець в Україні. *Вісник аграрної наук*. 2019. № 5. С. 38-44.
6. Китаєва А.П., Новичкова А.А., Слюсаренко І.С. Використання баранів породи меріноленд для підвищення м'ясної продуктивності напівтонкорунних овець. *Науковий вісник «Асканія-Нова»*. 2018. Вип. 11. С. 6-16.
7. Стапай П.В. Особливості хімічного складу і біологічної цінності молока овець. *Біологія тварин*. 2010. Том 12. № 1. С. 44-53.
8. Жарук Л. В., Коваль Т. С., Козак О. А. Розвиток світового ринку продукції вівчарства. *Економіка АПК*. 2020. № 8. С. 60-71.
9. Аверчева Н. О. Перспективи ефективного розвитку галузі вівчарства. *Таврійський науковий вісник. Серія: Економіка*. 2020. Вип. 2. С. 57-68.
10. Беженар І. М. Удосконалення регіонального розміщення та структури виробництва продукції вівчарства на основі її диверсифікації. *Вісник МНУ ім. В. О. Сухомлинського*. 2015. Вип. 5. С. 104-110.
11. Ібатуллін І. І., Пабат В. О., Туринський В. М. Стан і шляхи підвищення експортного потенціалу галузі вівчарства України. *Економіка АПК*. 2014. № 3. С. 13-23.
12. Супрун І.О., Гетья А.А., Фичак В.М. Сучасний стан та перспективи розвитку вівчарства в Україні. *Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва»*, 2021. № 2. С. 21-31.
13. Тимофійшин І.І., Дереш О.М. Стан та шляхи відродження вівчарства Хмельниччини. *Таврійський науковий вісник*. 2012. № 81 С. 303-305.
14. Turynskiy V. M., Bogdanova K. S., Bogdanova N. V. Dynamics of lamb and sheep milk production in the world and Ukraine. *Animal Science and Food Technology* 2020 Vol. 11. № 3. URL: <https://dglb.nubip.edu.ua/server/api/core/bitstreams/0402dcda-b0e1-4ed5-814d-656301a01ef9/content>
15. Решетніченко, О.П., Скрипка, М., Різнічук, І.Ф., Калиниченко, Г.І. Відтворювальна здатність маток цигайської породи при схрещуванні з баранами гісарської і мереноладшаф порід. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2022. №.102-103. С. 92-96.
16. Вдовиченко Ю.В., Кудрик Н.А., Жарук П.Г., Жарук Л.В. Наукові засади розвитку вівчарства південного регіону України. *Вівчарство та козівництво*. 2017. Вип. 2. С. 3-23.
17. Тимофійшин І.І., Димчук А.В. Настириги та фізико-механічні властивості вовни помісних ярк північнокавказької м'ясо-вовнової породи овець. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва»*. 2016. Вип. 236. С. 286-294.
18. Тваринництво України 2022. Статистичний збірник. Київ: Державна служба статистики України. 158 с. URL: https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2023/zb/05/zb_tv_2022.pdf (дата звернення: 2.02.2024)

19. Штомпель М.В., Вовченко Б.О. Технологія виробництва продукції вівчарства: Технологія виробництва продукції вівчарства: Навч. видання. К.: Вища освіта, 2005. 343 с.
 20. Корбич Н. М. Взаємозв'язок довжини вовни з показниками продуктивності овець таврійського типу асканійської тонкорунної породи. Вісник ПДАА. 2021. № 4. С. 171-177.
 21. Сухарльов В. О., Дерев'яно О.П. Вівчарство : навчальний посібник. Харків : Еспада. 2003. 256 с.
 22. Сухарльов В.О. Багатоплідна романівська порода – важливий фактор енергозбереження у вівчарстві. Наук.-техн. бюл. 2000. № 77. С. 94-96.
-

ЕКОЛОГІЯ, ІХТІОЛОГІЯ ТА АКВАКУЛЬТУРА

ECOLOGY, ICHTHYOLOGY AND AQUACULTURE

УДК 504.054;502.34;504.064;504.4.054

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.32>

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МІСЦЬ ЗБЕРІГАННЯ ТВЕРДИХ КОНДИТЕРСЬКИХ ВІДХОДІВ НА ПРИЛЕГЛІ ЕКОСИСТЕМИ¹

Баїрачний В.Б. – к.т.н., доцент,

професор кафедри хімічної техніки та промислової екології,

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Адашевський О.В. – аспірант кафедри хімічної техніки та промислової екології,

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Тверді відходи кондитерських виробництв утворюються на різних стадіях життєвого циклу кондитерського виробу. Одним з кінцевих етапів життєвого циклу кондитерського виробу є його утилізація або переробка. З точки зору концепції сталого розвитку та ієрархії відходів, саме вторинна переробка твердих кондитерських відходів є пріоритетним шляхом поводження з таким типом відходів. Такий процес відповідає цілі сталого розвитку № 12 «Відповідальне споживання та виробництво» та завданню 12.5 «До 2030 року суттєво зменшити утворення відходів шляхом запобігання, зменшення, переробки та повторного використання». Відповідно до цього виникає необхідність накопичення та зберігання різних типів та видів твердих кондитерських відходів перед їх переробкою, наприклад їх використання у складі комбікормів для тварин. У роботі досліджено вплив місць накопичення та тривалого зберігання твердих відходів кондитерських виробництв на окремі компоненти прилеглих екосистем. Тверді відходи кондитерських виробів відносяться до IV класу небезпеки, та не потребують облаштування спеціальних місць для їх накопичення та зберігання. Виробники комбікормів, які використовують тверді відходи кондитерських виробництв, у 70% випадків зберігають їх на відкритих промислових майданчиках, більшість з яких не мають навіть елементарних навісів чи тентів. У даній роботі детально проаналізовано органічне забруднення атмосферних стоків, які утворюються внаслідок взаємодії атмосферних опадів та твердих кондитерських відходів при їх зберіганні відкритим або напіввідкритим способом. Визначено, що в залежності від складу твердих кондитерських відходів та типу накування, а також інтенсивності атмосферних опадів й температури повітря, показник хімічного споживання кисню (ХСК) перевищує граничні допустимі значення у 12–21 разів. Методом біотестування було виявлено пригнічення розвитку рослин у ґрунтах, які тривалий час зрешувались атмосферними стоками з перевищеним вмістом органічних забруднювачів від твердих відходів кондитерських виробів. У роботі також визначено показник ХСК у проточних водоймах, до яких потрапляють атмосферні стоки, переважно забруднені органічними забруднювачів від твердих відходів кондитерських виробів. Проведений аналіз показав перевищення значення ХСК у річці у 3,7 разів.

Ключові слова: сталий розвиток, поводження з відходами, тверді відходи кондитерських виробництв, атмосферні стоки, хімічне споживання кисню, біотестування ґрунтів, стічні води.

¹ Дане дослідження виконане в межах наукової теми кафедри хімічної техніки та промислової екології НТУ ХПІ № 0124U001842 «Розробка наукових основ очищення стічних вод та зневоднення полідисперсних суспензій».

Bairachnyi V.B., Adashevskiy O.V. Studying the solid confectionery waste storage places impact on the adjacent ecosystem

Solid waste from confectionery industries is generated at various stages of a confectionery product's life cycle. Utilization or processing is final stages of confectionery product's life cycle. According to the sustainable development concept and waste hierarchy, the solid confectionery waste secondary processing is the priority way of this waste type management. This process corresponds to the sustainable development goal #12 "Responsible consumption and production" and target 12.5 "By 2030, substantially reduce waste generation through prevention, reduction, recycling and reuse." Accordingly, there is a need to accumulate and store solid confectionery waste various types before processing it, for example, using it as part of compound feed for animals. The paper examines accumulation and long-term storage of confectionery industries solid waste places impact on nearby ecosystems individual components. Solid confectionery waste belongs to the IV hazard class, and does not require the arrangement of special places for their accumulation and storage. Compound feed producers, who use solid waste from confectionery industries, in 70% of cases store it in open industrial sites, most of which do not have even basic canopies or awnings. In this work, the atmospheric runoff with organic pollution, which are formed as a result of atmospheric sediments and solid confectionery waste interaction during their open or semi-open storage, is analyzed in detail. It was determined that, depending on the solid confectionery waste composition and packaging type, as well as the precipitation intensity o and air temperature, the indicator of chemical oxygen demand (COD) exceeds the maximum permissible values by 12–21 times. The biotesting method revealed inhibition of plant development in soils that had been irrigated for a long time with atmospheric runoff with an excessive content of organic pollutants from solid confectionery waste. The work also determined the COD index in flowing reservoirs into which atmospheric runoff, mostly contaminated with organic pollutants from solid confectionery waste, enter. The conducted analysis showed 3.7 times increase in COD in the river.

Key words: *sustainable development, waste management, solid waste from confectionery industries, atmospheric effluents, chemical oxygen consumption, soils biotesting, wastewater.*

Постановка проблеми. Галузь виробництва кондитерських виробів генерує значну кількість різноманітних за складом та типом відходів на різних етапах виробництва та споживання [1, с. 180]. Зберігання твердих кондитерських відходів найчастіше відбувається у наступних локаціях:

1) Безпосередньо на виробництві. Тут зберігаються так звана некондиційна продукція – обрізки, залишки, поламана продукція тощо. Також на виробництві можуть зберігатися кондитерські вироби, які не пройшли перевірку на відповідність ДСТУ чи іншим вимогам.

2) На складах оптових продавців та/або на складах великих торгівельних мереж. У цьому випадку у них зберігаються виключно кондитерські вироби, термін реалізації яких вже вичерпано або ті вироби, у яких пошкоджено індивідуальне пакування до такого ступеню, що їх не можливо реалізувати навіть зі знижкою.

3) На складах переробних підприємств. Тверді кондитерські відходи найчастіше реалізуються утворювачами за дисконтною ціною різноманітним переробним підприємствам з метою їх використання у складі, наприклад, комбікормів для тварин.

Саме на третьому типі складів тверді кондитерські відходи зберігаються власно на промислових майданчиках, а не у критих складських приміщеннях або під навісом чи тентом у різних типах пакувань. Вибір такого способу зберігання зумовлений, перш за все, економічними факторами це найдешевший спосіб зберігання який не вимагає побудови критих складів чи ангарів для відходів, які відносяться до IV класу небезпеки та є відносно безпечними.

Аналіз публікацій. Аналіз наукових публікацій показав, що переважна більшість дослідників зосереджена на ідентифікації складу та очистці стічних вод

підприємств харчової галузі, які утворюються безпосередньо на виробництві у технологічних процесах миття обладнання чи підготовки продукції. У [2, с. 21] проаналізовано вплив стічних вод харчової промисловості на довкілля та наведені сучасні методи їх очистки з переліченням всіх переваг та недоліків різних способів та методів. Автори [3, с. 77; 4, с. 73] наводять аналіз складу стічних вод різних типів харчових виробництв та відзначає, що більшість з них не відповідають санітарно-гігієнічним вимогам в тому числі за показником хімічного споживання кисню (хімічної потреби у кисні). Не достатній ступінь очистки стічних вод харчових підприємств призводить до погіршення екологічної ситуації на локальному рівні, особливо у водних об'єктах, а також руйнуванню колекторів та приймачів загальноміської каналізаційної мережі [5, с. 162].

На даний момент відсутні дослідження впливу місць зберігання твердих кондитерських відходів на прилеглі екосистеми. Це пов'язано, в першу чергу, з тим, що даний тип відходів найчастіше розглядається як органічна фракція твердих побутових відходів, які потрапляють на полігони та сміттєзвалища.

Метою даної роботи є дослідити вплив місць зберігання твердих кондитерських відходів на прилеглі екосистеми, в тому числі вплив атмосферних стоків, які утворюються після контакту атмосферних опадів з твердими кондитерськими відходами, на ґрунти та прилеглі гідрологічні об'єкти.

Для досягнення поставленої мети в якості характерного параметру було обрано визначення хімічного споживання кисню (ХСК) у атмосферних стоках, які утворюються після контакту атмосферних опадів з твердими кондитерськими відходами та у прилеглих водоймах. Як відомо, параметр ХСК характеризує наявність та рівень органічного забруднення у воді [6, с. 4]. Для оцінки впливу на ґрунті вищезазначених атмосферних стоків, було використано метод біотестування, який дозволяє оцінити вплив наявних забруднювачів у ґрунті на проростання та розвиток тестових рослин [7, с. 262].

Методи дослідження та матеріали. У даній роботі було визначено хімічне споживання кисню (ХСК) згідно ДСТУ ГОСТ 31859:2018. В якості тест рослин використовували крес-салат, дослідження проводились за методикою, описаною у [7, с. 263].

Результати досліджень. До складу твердих кондитерських відходів входять різноманітні борошняні кондитерські вироби, які в залежності від складу, умовно можна розділити на три великих групи:

- 1) печиво без начинки, в тому числі галетне, бісквітне та пісочне;
- 2) вафлі з жировою начинкою – вироби типу вафлі «Артек», «Молочні», «Лимонні»;
- 3) вироби, які містять шоколадну глазур або шоколад – глазуроване печиво, глазуровані вафельні вироби тощо.

Серед цих трьох груп найменший термін споживання мають вафлі з жировою начинкою – від 6 до 12 місяців [8, с. 6], відповідно саме вони найчастіше потрапляють у категорію «відходи». Відзначимо, що саме жирова начинка, яка складається переважно з кондитерського жиру та містить до 37% жирів є причиною малого терміну зберігання вафель, адже саме вона псується найпершою.

В процесі зберігання відкритим способом твердих відходів кондитерських виробів, в тому числі борошняних, як правило вони хаотично розподіляються по промислового майданчику. Кількість різних типів твердих відходів кондитерських виробів постійно змінюється та залежить від наступних факторів (у порядку спадання):

- прорахунків маркетологів великих роздрібних мереж, що призводить до утворення великої кількості протермінованої продукції певного виду;
- пори року – традиційно, влітку падає споживання кондитерських виробів, а отже й кількість утворених відходів прогнозовано падає;
- взаємодії між окремими елементами ланцюгам «утворювач відходів – підприємство, що закупає відходи – переробник відходів – споживач комбікормів».

На першій стадії досліджень необхідно було встановити, чи впливає склад саме твердих кондитерських відходів на значення хімічного споживання кисню у воді. Для цього в лабораторних умовах було проведено експериментальне дослідження зазначеної залежності. У 1 дм³ дистильованій воді поміщали навіску суміші кондитерських відходів масою 10 грам та витримували впродовж 60 хвилин без перемішувань у термостатичних умовах. Далі відбирали проби води та визначали ХСК.

Найбільший вклад у зростання значення ХСК вносять вафлі з жировими начинками (табл. 1). Значення ХСК дорівнює 3124 мг/дм³ при 100% вмісту у відходах вафель з жировою начинкою. Навіть при 30% мас. вмісту вафель з жировою начинкою у складі твердих борошняних кондитерських відходів значення ХСК збільшується на 309 одиниць у порівнянні з відходами, які складаються виключно з галетного печива.

Таблиця 1

Залежність значення хімічного споживання кисню від складу твердих кондитерських відходів та температури у експериментальних умовах

Зразок	Вміст компонентів, %мас.			Значення ХСК, мг/дм ³ у зразках, які утворювались за температури води	
	печиво галетне сухе	вафлі з жировою начинкою	вироби з вмістом 10% та більше шоколадної глазури	5 °С	20 °С
1	100	-	-	914	1678
2	-	100	-	2087	3124
3	-	-	100	1686	2779
4	33,3	33,3	33,3	1176	2015
5	50	25	25	1256	1883
6	25	25	50	1103	1765
7	25	50	25	1345	2256
8	30	70	-	1965	2765
9	70	30	-	1198	1987
10	70	-	30	1035	1854
11	30	-	70	1345	2463

Вироби, які містять шоколадну глазур також потенційно впливають на збільшення значення ХСК. Вміст таких виробів у кількості 30% мас. у складі твердих борошняних кондитерських відходів призводить до зростання значення ХСК на

174 одиниці. Чим вища температура, при якій відбувається взаємодія води та твердих борошняних кондитерських відходів, тим більше значення ХСК, адже розчинність органічних речовин прямо пропорційна температурі й відповідно тим більший їх вміст у воді (табл. 1).

Наступним етапом досліджень було проведено аналіз атмосферних стічних вод, які утворились після взаємодії атмосферних опадів з твердими борошняними кондитерськими відходами у місцях накопичення та зберігання. Характеристика місцевості та місця накопичення відходів, а також атмосферних опадів наведена у таблиці 2.

Таблиця 2

**Загальна характеристика місця накопичення та зберігання
твердих борошняних кондитерських виробів й атмосферних опадів**

Характеристика	Значення
Місцеположення	м. Харків
Місце накопичення та зберігання	промисловий майданчик відкритого типу, місцевість рівнинна (ухил 3%)
Пакування відходів	50% – бігбег 30% – картонні коробки 20% – індивідуальне пакування виробів складного полімерного типу
Місце відбору проб	– під дерев'яним піддоном, на якому розташовані відходи (точка А) – за 10 м від межі місця накопичення у заглиблені 0.5 м (точка Б) – річка Немишля нижче по течії від стоку з поверхні місця накопичення відходів через 1 добу після зливи (точка В) – річка Немишля вище по течії від стоку з поверхні місця накопичення відходів за 1 добу до зливи (точка Г)
Характеристика атмосферних опадів	злива (35 мм опадів за 6 годин); відбір здійснювався через три години від початку; температура повітря – +25; середня температура атмосферних опадів – +18 °С

Тип пакування твердих борошняних кондитерських відходів буде впливати на інтенсивність процесу взаємодії атмосферних опадів з відходами. Наприклад, у пакуванні типу біг бег (англ. big bag) присутні отвори у полімерному полотні, з якого вони виготовлені, що полегшує просочення атмосферних опадів в середину цього типу пакування та збільшує площу контакту води та твердих кондитерських відходів. У біг бегах найчастіше зберігаються ті відходи, які утворились безпосередньо на виробництві – некондиційна кондитерська продукція, обрізки, залишки. Кондитерські вироби, які потрапляють у місце накопичення та зберігання, безпосередньо з точок роздрібної торгівлі, як правило, мають індивідуальне пакування, змішаного полімерно-металевого типу, яке надійно захищає вироби від атмосферної вологи при збереженні цілісності. На переробних підприємствах у 75% випадків сортування відходів відбувається за типом кондитерських відходів (виробів), а не за типом пакування. У даній роботі було досліджено випадок, коли 50% твердих кондитерських відходів зберігались у біг бегах (табл. 2). Аналіз отриманих

результатів дозволяє зробити висновок про негативний вплив на прилеглі екосистеми місць накопичення та зберігання твердих борошняних кондитерських відходів (рис. 1), оскільки атмосферні стоки мають значне органічне забруднення, про що свідчить високе значення ХСК.

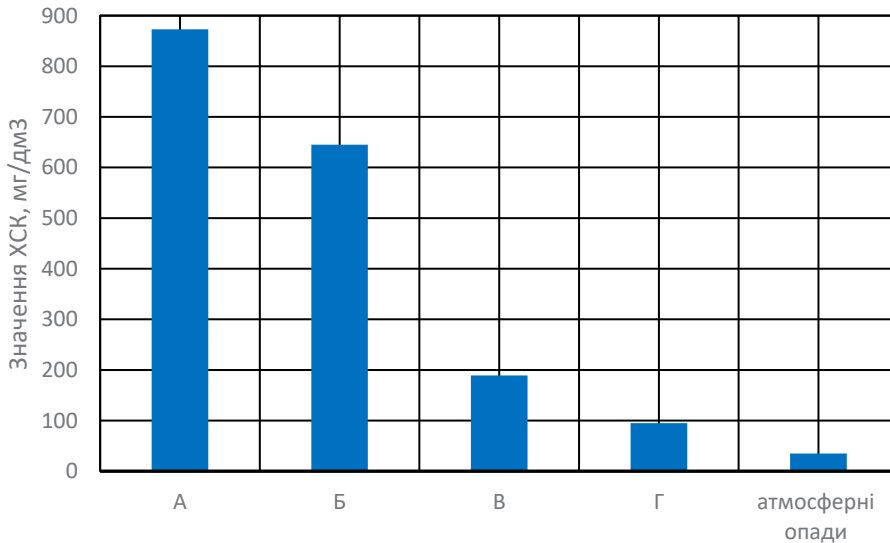


Рис. 1. Значення ХСК у досліджуваних зразках води

Найбільше значення ХСК спостерігається для точки відбору безпосередньо під піддоном, на якому зберігались відходи (рис. 1, точка А). Значення ХСК, отримане у зразках з місця накопичення та зберігання твердих кондитерських відходів у 2–3 рази менше за експериментальні дані, що є передбачуваним, адже експериментальні дані отримані в ідеальних умовах розчинення відходів у воді. Для точки відбору Б спостерігається перевищення ХСК у 12 разів нормативних значень для рибогосподарських вод та в 21 раз – для стічних побутових вод [9, с. 120]. У річці Немишля через 1 добу після зливи нижче по течії (рис. 1, точка В) спостерігається збільшення параметру ХСК майже вдвічі порівняно з значенням для води в річці без потенційного впливу складу твердих кондитерських відходів (рис. 1, точка Г). Враховуючи, що відстань до річки від місця накопичення та зберігання цих відходів становить 650 метрів, можна зробити припущення про часткову фільтрацію атмосферних стоків крізь ґрунти, розбавлення їх свіжою дощовою водою, а отже доцільно було дослідити вплив даного типу стоків на властивості ґрунтів.

Результати біотестування ґрунту, зразки якого були відібрані відразу після закінчення зливи на відстані 10 метрів від місця зберігання твердих кондитерських відходів, свідчать про негативний вплив на рослинні елементи екосистеми відкритого способу зберігання такого типу відходів (табл. 3). Вимірювання довжини та маси наземних та підземних частин рослин відбувалось через 14 діб після проростання.

Таблиця 3

Результати біотестування ґрунту

Характеристика рослин	Досліджуваний зразок ґрунту	Контрольний зразок ґрунту
Проростання, %	65	90
Середня довжина наземної частини, мм	45	78
Середня довжина підземної частини, мм	1	3
Середня маса частини, г	0,076	0,097
Середня маса підземної частини, г	0,0012	0,003

Кількість насіння, яке проростає у відібраних зразках ґрунту, який знаходився під впливом атмосферних опадів, забруднених органічними речовинами від твердих кондитерських відходів, зменшується на 25%, довжина наземної частини зменшується на 33 мм, а середня маса наземної частини зменшується на 0,021 г порівняно з контрольним зразком ґрунту (табл. 3).

Висновки і рекомендації: Результати дослідження показали, що місця накопичення та зберігання твердих борошняних кондитерських відходів відкритим способом негативно впливає на прилеглі екосистеми, особливо на ґрунти та проточні водні об'єкти. Показник ХСК, який чітко ідентифікує наявність органічних забруднювачів у воді, перевищує нормативні значення у 12 разів для води рибогосподарського призначення. Перспективним є детальне вивчення впливу системи «тип пакування – склад» у системі твердих борошняних кондитерських відходів на забруднення атмосферних стоків органічними речовинами з метою розробки чітких рекомендацій, які саме типи відходів необхідно переміщувати під навіси або тенти, а які можна зберігати відкритим способом.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Адашевський О.В. Використання твердих відходів кондитерських фабрик при виробництві комбікормів як елемент сталого розвитку України. *Екологічні науки : науково-практичний журнал*. К. :Видавничий дім «Гельветика». 2023. № 1(46). С. 179-183.
2. Шестопапов О.В., Гетта О.С., Рикусова Н.І Сучасні методи очищення стічних вод харчової промисловості. *Екологічні науки : науково-практичний журнал*. К. :Видавничий дім «Гельветика». 2019. № 2(25). С. 230-238.
3. Куцин Б.О. Проблеми очищення стічних вод підприємств харчової промисловості. *Актуальні проблеми та наукові звершення молоді на початку Третього тисячоліття*: зб. матеріалів IV Наук.-практ. конф. студентів, магістрантів та аспірантів, 14 листоп. 2019 р., Докучаєвське ; Старобільськ [та ін.] / Луган. нац. аграр. ун-т. Харків: ФОП Бровін О. В. 2019. С. 77.
4. Хоменко О.М. Сучасні методи очистки стічних вод підприємств харчової галузі. *Інтеграційні та інноваційні напрями розвитку харчової індустрії*: зб. матеріалів VII міжнародної науково-практичної конференції 2-3 листопада 2023 р., м.Черкаси. Ч.:ЧДТУ. 2023 р. С. 71-73.
5. Засць Н.А., Штепа В.М. Концепція використання водоочисного електродіалізного обладнання при нештатних ситуаціях на харчових виробництвах. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2019. Том 25. № 2. С. 160-169.
6. ДСТУ 3013-95. Гідросфера. Правила контролю за відведенням дощових і снігових стічних вод з територій міст і промислових підприємств.: Київ.: Держстандарт України, 1995. С. 4. (Національний стандарт України)

7. Валерко Р. А. Особливості біотестування антропогенно забруднених ґрунтів з метою їх екотоксичної оцінки. Вісник Харківського національного аграрного університету імені В. В. Докучаєва. Сер. : Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів. 2013. № 2. С. 262-266.

8. ДСТУ 4033-2018. Вафлі. Загальні технічні умови [Чинний від 2019-01-01.]: Київ.: Держстандарт України, 2018. С. 12. (Національний стандарт України)

9. Шаманський С.Й., Бойченко С.В. Нормування гранично допустимих скидів біогенних елементів у водні об'єкти зі стічними водами в Україні. *Екологічні науки : науково-практичний журнал*. К. : Видавничий дім «Гельветика». 2018. № 2(21). С. 119-127.

УДК 631.542 / 712.4 / 581.2

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.33>

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНІК ГЛИБОКОЇ ОБРІЗКИ НА СТАН ДЕРЕВНИХ РОСЛИН В МІСТІ ХЕРСОН

Бойко Т.О. – к.б.н., доцент,

доцент кафедри лісового та садово-паркового господарства,
Херсонський державний аграрно-економічний університет

Бойко П.М. – к.б.н., доцент,

доцент кафедри екології та сталого розвитку імені Ю.В. Пилипенка,
Херсонський державний аграрно-економічний університет

В статті розглядається питання утримання зелених насаджень в міських агломераціях, підвищення їх механічної стійкості та тривалості їх експлуатації. Одним з інструментів регулярного догляду за деревами є обрізка. Встановлено, що в межах Корабельного мікрорайону міста Херсон догляд за крупномірними деревними рослинами протягом дослідженого періоду проводився методом утилітарної обрізки. За способами та технікою обрізки переважно застосовувались методи топінгу та кронування. При топінгу у дерев видаляли верхню частину крони, стовбура та скелетні гілки. При кронуванні залишали частину стовбура та кілька сильно вкорочених скелетних гілок. Кронування застосовувалось для аварійних екземплярів, у яких спостерігались всихання скелетних гілок та загальне зниження життєздатності рослини. Спостереження в наступні роки після кронування показали, що пагони, які вирости зі сплячих бруньок, в перший рік ростуть досить активно, але в наступні роки часто обламуються. Таким чином, рослини після кронування потребують наступних формуючих обрізок. Проведені дослідження показали, що переважна більшість екземплярів, які піддалися топінгу та кронуванню мають знижені показники життєздатності. Згідно проведених нами досліджень встановлено, що після проведення кронування у деревних рослин відбувався активний ріст порослі, адже рослина намагається швидко відновити крону. Рослини, які піддавались топінгу, невивірковій глибокій обрізці гілок, формували на наступний рік так звану стресову крону, яка складається з водянистих пагонів. Одночасне видалення великої кількості крупних гілок викликає затримку росту рослин. Некваліфікована обрізка крупних скелетних гілок призводить до

утворення дупел, які стають «воротами інфекції» для низки патогенних організмів, розвитку гнилей та утворенню некрозів. Порушення техніки обрізки з проведенням інтернодалних зрізів у дорослих екземплярів призводить до швидкого їх загнивання та росту водянистих пагонів. В статті надаються пропозиції щодо більш ефективних методів утримання та догляду за деревними рослинами в місті.

Ключові слова: радикальна обрізка, утримання зелених насаджень міст, топінг.

Boiko T.O., Boiko P.M. Analysis of the influence of the use of deep pruning techniques on the condition of woody plants in the city of Kherson

The article considers the issue of maintaining green spaces in urban agglomerations, increasing their mechanical stability and the duration of their operation. Pruning is one of the tools for regular tree care. It was established that within the Korabelny district of the city of Kherson, the care of large-sized woody plants during the investigated period was carried out by the method of utilitarian pruning. In terms of pruning methods and techniques, the topping and crowning methods were mainly used. When topping trees, the upper part of the crown, trunk and skeletal branches were removed. During crowning, a part of the trunk and several severely shortened skeletal branches were left. Crowning was used for emergency specimens, in which the drying of skeletal branches and a general decrease in plant viability were observed. Observations in subsequent years after crowning showed that shoots that grew from dormant buds grow quite actively in the first year, but often break off in subsequent years. Thus, plants after crowning need subsequent formative pruning. The conducted studies showed that the vast majority of specimens that underwent topping and crowning have reduced viability indicators. According to our research, it was established that after the crowning of woody plants, there was an active growth of sprouts, because the plant is trying to quickly restore the crown. Plants subjected to topping, indiscriminate deep pruning of branches, formed a so-called stress crown for the following year, which consists of watery shoots. The simultaneous removal of a large number of large branches causes a delay in the growth of plants. Unqualified pruning of large skeletal branches leads to the formation of hollows, which become "gates of infection" for a number of pathogenic organisms, the development of rot and the formation of necrosis. Violation of the pruning technique with internodal cuts in adult specimens leads to their rapid decay and the growth of watery shoots. The article provides suggestions for more effective methods of maintaining and caring for woody plants in the city.

Key words: radical pruning, maintenance of urban green spaces, topping.

Постановка проблеми. Питання утримання зелених насаджень в міських агломераціях, підвищення їх механічної стійкості та тривалості експлуатації залишається актуальним на сьогодні. Одним з інструментів регулярного догляду за деревами є обрізка. В залежності від віку рослин типи обрізки відрізняються досить суттєво. Обрізка молодих рослин необхідна для формування їх крони, виправлення дефектів росту та забезпечення довговічного росту рослин [18]. Обрізка дорослих дерев необхідна для підвищення безпеки експлуатації в середині міської агломерації, а також підвищенні їх механічної та біологічної стійкості та збільшення строку експлуатації окремих екземплярів рослин [4]. Способи обрізки дерев у містах регулюються «Правилами утримання зелених насаджень у населених пунктах України» пункт 9 підпункт 9.1.11 [14]. Однак, конкретної техніки для обрізки певних видів дерев, які залежать від еколого-біологічних та фізіологічних особливостей рослин, в даних правилах не вказується.

Частою проблемою після глибокої обрізки дерев виявляється не тільки втрата їх декоративної компоненти, а взагалі не відновлення функцій в зелених насадженнях та зниження життєздатності рослин [3, 6]. Такі ситуативні підходи знижують екосистемні послуги рослин в урбанізованих системах [2], що, при подальшій експлуатації, збільшує вартість догляду за зеленими насадженнями. Тому, підходи до догляду за деревними насадженнями міст нашої країни необхідно поступово

змінювати, звертаючи увагу на європейські стандарти догляду за деревними рослинами, які ґрунтуються на глибокому розумінні ритмів росту та розвитку рослин, їх екологічної стійкості та на ретельній підготовці крон молодих рослин, які будуть висаджені в зелених зонах міст [16], зосередившись на стратегічному плануванні насаджень, ретельному підборі посадкового матеріалу та своєчасному формуванні рослин, які впроваджуються в озеленення.

Матеріалами для написання роботи були власні спостереження, виконані протягом 2015–2021 рр. маршрутним методом в зелених насадженнях Корабельного мікрорайону м. Херсону. Відстані між дослідженими рослинами, які піддавались глибокій обрізці, та контрольними рослинами (які не підлягали радикальній обрізці), складала не більше 10 м. Обрізка дерев проводилась протягом 2015–2018 років. Всі насадження були одновіковими. Діаметр стовбурів вимірювали на висоті 1,3 м мірною вилкою, висоту дерев визначали оптичним висотоміром ВА. Дослідження життєвого стану рослин проводили шляхом візуальної оцінки під час експедиційних обстежень вуличних насаджень міста [10].

Виклад основного матеріалу. Протягом останніх десятиліть накопичилась значна кількість даних в різних країнах стосовно теорії та практики омоложення дерев у міських екосистемах. В публікаціях вітчизняних вчених останніх років з'явилися дані щодо реакції окремих видів дерев в різних видах насаджень [1, 5, 7–9, 11–13, 15].

Однак, незважаючи на численні наукові підтвердження переважно негативного впливу глибокої обрізки дерев в зелених насадженнях міст, комунальні служби продовжують проводити таку практику.

В межах міста Херсон догляд за крупномірними деревними рослинами протягом дослідженого періоду проводився методом утилітарної обрізки. Основна мета такої обрізки – розширення простору навколо комунікацій та ліній електропередач [17], поблизу будівель та проїжджих частин. За способами та технікою обрізки переважно застосовувались методи топінгу та кронування. При топінгу у дерев видаляли верхню частину крони, стовбура та скелетні гілки. При кронуванні залишали частину стовбура та кілька сильно вкорочених скелетних гілок. Кронування застосовувалось для аварійних екземплярів, у яких спостерігались всихання скелетних гілок та загальне зниження життєздатності рослини. Спостереження в наступні роки після кронування показали, що пагони, які виростили зі сплячих бруньок, в перший рік ростуть досить активно, але в наступні роки часто обламуються. Таким чином рослини після кронування потребують наступних формуючих обрізок.

У ході наших досліджень було встановлено, що загалом на досліджуваних ділянках росте 537 деревних рослин *Populus alba* L., *Populus pyramidalis* Rozier, *Robinia pseudoacacia* L., *Gleditsia triacanthos* L., *Fraxinus excelsior* L. З них піддалися топінгу та глибокому кронуванню близько 90 екземплярів. В наступні роки після обрізки нами були проведені дослідження зі збору даних морфометричних показників, які характеризують біоморфу екземплярів, після глибокої обрізки (табл. 1, табл. 2, табл. 3, табл. 4, табл. 5).

Проведені дослідження показали, що переважна більшість екземплярів, які піддалися топінгу та кронуванню мають знижені показники життєздатності (табл. 6).

Таблиця 1

**Морфометричні показники крон дерев *Populus alba* L.
в зелених насадженнях м. Херсону (2021 р.)**

Показник	дослід		контроль	
	M±m	CV	M±m	CV
Висота стовбура, м	4,7±0,43	0,09	5,2±2,25	0,43
Висота крони, м	3,2±0,75	0,23	13,4±2,15	0,16
Діаметр стовбура, м	0,43±0,07	0,16	0,43±0,08	0,18
Діаметр крони, м	0,94±0,28	0,09	3,9±1,4	0,35

Примітка: M – середнє значення; m – похибка середньої арифметичної; CV – коефіцієнт варіації.

Таблиця 2

**Морфометричні показники крон дерев *Populus pyramidalis* Rozier
в зелених насадженнях м. Херсону (2021 р.)**

Показник	дослід		контроль	
	M±m	CV	M±m	CV
Висота стовбура, м	5,4±0,60	0,11	16,4±1,25	0,08
Висота крони, м	3,8±0,70	0,18	11,4±1,35	0,12
Діаметр стовбура, м	0,40±0,05	0,13	0,45±0,04	0,09
Діаметр крони, м	0,90±0,25	0,28	1,9±0,25	0,13

Таблиця 3

**Морфометричні показники крон дерев *Robinia pseudoacacia* L.
в зелених насадженнях м. Херсону (2021 р.)**

Показник	дослід		контроль	
	M±m	CV	M±m	CV
Висота стовбура, м	3,50±0,35	0,1	9,5±1,5	0,16
Висота крони, м	1,6±0,65	0,4	6,2±0,24	0,04
Діаметр стовбура, м	0,31±0,05	0,16	0,35±0,04	0,11
Діаметр крони, м	0,95±0,15	0,15	2,85±0,45	0,16

Таблиця 4

**Морфометричні показники крон дерев *Gleditsia triacanthos* L.
в зелених насадженнях м. Херсону (2021 р.)**

Показник	дослід		контроль	
	M±m	CV	M±m	CV
Висота стовбура, м	6,50±0,55	0,08	15,7±2,6	0,17
Висота крони, м	1,8±0,75	0,42	6,2±0,24	0,04
Діаметр стовбура, м	0,75±0,14	0,19	0,75±0,15	0,2
Діаметр крони, м	2,45±0,35	0,14	7,50±1,45	0,19

Таблиця 5

**Морфометричні показники крон дерев *Fraxinus excelsior* L.
в зелених насадженнях м. Херсону (2021 р.)**

Показник	дослід		контроль	
	M±m	CV	M±m	CV
Висота стовбура, м	3,20±0,30	0,09	12,3±2,6	0,21
Висота крони, м	1,8±0,42	0,23	8,5±0,75	0,09
Діаметр стовбура, м	0,62±0,18	0,08	0,67±0,18	0,27
Діаметр крони, м	2,15±0,25	0,12	11,40±2,40	0,21

Таблиця 6

**Життєвий стан дерев після радикальної обрізки в зелених насадженнях
м. Херсону (2021–2023)**

Життєвий стан	дослід	контроль
	Кількість дерев шт. / %	
<i>Populus alba</i> L.		
здорові	1 / 5,0	46 / 28,6
ослаблені	6 / 30,0	11 / 6,8
дуже ослаблені	7 / 35,0	4 / 2,6
всихаючі	4 / 20,0	5 / 3,1
сухі	2 / 10,0	2 / 1,2
<i>Populus pyramidalis</i> Rozier		
здорові	1 / 5,5	54 / 25,0
ослаблені	4 / 22,2	32 / 14,8
дуже ослаблені	3 / 16,7	12 / 5,6
всихаючі	7 / 38,9	28 / 13,0
сухі	3 / 16,7	8 / 3,7
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.		
здорові	4 / 21,1	22 / 11,1
ослаблені	4 / 21,1	45 / 32,8
дуже ослаблені	6 / 31,6	13 / 6,6
всихаючі	3 / 15,5	18 / 9,1
сухі	2 / 10,5	4 / 2,0
<i>Gleditsia triacanthos</i> L.		
здорові	5 / 33,3	73 / 61,9
ослаблені	4 / 26,7	2 / 1,7
дуже ослаблені	2 / 13,3	1 / 0,8
всихаючі	1 / 6,7	1 / 0,8
сухі	3 / 20,0	0 / -
<i>Fraxinus excelsior</i> L.		
здорові	2 / 11,1	45 / 30,8
ослаблені	4 / 22,2	11 / 7,5
дуже ослаблені	3 / 16,7	4 / 2,8
всихаючі	7 / 38,9	5 / 3,4
сухі	2 / 11,1	1 / 0,7

Згідно проведених нами досліджень встановлено, що після проведення кронування у деревних рослин відбувався активний ріст порослі, адже рослина намагалась швидко відновити крону. Рослини, які піддавались топінгу, невибіркової глибокій обрізці гілок, формували на наступний рік так звану стресову крону, яка складається з водянистих пагонів. Одночасне видалення великої кількості крупних гілок викликає затримку росту рослин. Некваліфікована обрізка крупних скелетних гілок призводить до утворення дупел, які стають «воротами інфекції» для низки патогенних організмів, розвитку гнилей та утворенню некрозів. Порушення техніки обрізки з проведенням інтернальних зрізів у дорослих екземплярів призводить до швидкого їх загнивання та росту водянистих пагонів.

Вважаємо що такий спосіб радикальної обрізки суттєво погіршує життєвий стан дерев та пришвидшує процес усихання рослин. Таким чином, техніки глибокої обрізки дерев у міських агломераціях не можуть класифікуватись як омолоджувальні, оскільки спостерігається зниження життєздатності переважаючої частки топінгованих та кронуваних екземплярів.

Висновки і пропозиції. Проведений аналіз глибокої обрізки деревних рослин в місті Херсон дозволяє зробити такі висновки:

- підбір рослин для урбоекосистем має базуватись на еколого-біологічних властивостях рослин (стійкість рослин до посухи, ґрунтового покриву, морозостійкість, можливість адаптації до сухостепового клімату);
- підбір районованого посадкового матеріалу;
- враховувати здатність видів виживати в умовах урбоекосистеми;
- у вуличних насадженнях підбирати солестійкі види, які здатні витримувати вплив зимового обслуговування доріг;
- дотримуватись термінів обрізки;
- для збереження заданих розмірів дерев використовувати такий вид обрізки як поллардінг («pollarding») – систему регулярної обрізки пагонів, яка веде до формування високостійких екземплярів до різних механічних впливів. Такий вид обрізки набирає популярності в низці європейських країн, веде до збільшення довговічності деревних рослин. Дозволяє формувати компактну крону дерев, які доцільно висаджувати у вуличних насадженнях. Однак, слід зауважити що поллардінг підходить не для всіх деревних порід. Швидко відновлюються після такої обрізки породи з високою здатністю до пагоноутворення (види родів *Salix* L., *Fraxinus* L., *Tilia* L., *Platanus* L., *Morus* L., *Ulmus* L., *Aesculus* L. тощо);
- формування оптимальної форми крони слід починати ще у розсадниках у молодих рослин. Це дозволить в подальшому підтримувати необхідні розміри рослини та форму крони без застосування радикальних обрізок і, як наслідок, підвищити стійкість рослин до патогенних організмів, збільшити строк їх експлуатації в міських екосистемах та загалом зменшити витрати з догляду за рослинами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Бессонова В.П., Глубока В.М. Вплив омолоджувального обрізання на ураженість хворобами деревних рослин в умовах дії автомобільних викидів. Питання біоіндикації та екології. Запоріжжя. 2008. Вип. 13, № 2. С. 105-112.
2. Бойко Т.О. Фітосанітарний стан зелених насаджень міста Херсон. Науковий вісник НЛТУ України. Львів. 2020. С. 67-72.
3. Бойко Т.О. Життєвий стан деревних насаджень міста Херсон. Les tendances actuelles de la mondialisation de la science mondiale: collection de papiers scientifiques «ΛΟΓΟΣ» avec des matériaux de la conférence scientifique et pratique internationale

(Vol. 1), 3 april, 2020. Monaco, Principauté de Monaco: Plateforme scientifique européenne. 2020. 59-61.

4. Бойко Т.О. Сучасний стан зелених насаджень об'єктів загального користування міста Херсон. Public communication in science: philosophical, cultural, political, economic and IT context: Collection of scientific papers «ΛΟΓΟΣ» with Proceedings of the International Scientific and Practical Conference (Vol. 2), May 15, 2020. Houston, USA: European Scientific Platform. 12-14.

5. Горбенко О.С. Формування вуличних дерев обрізуванням та його ефективність. Науковий вісник НЛТУ України. Львів: РВВ НЛТУ України. 2006. Вип. 16.4. С. 187-191.

6. Дементьева О.І., Бойко Т.О., Бойко П.М. Проблеми радикальної обрізки дерев у міських агломераціях і майбутні шляхи вирішення. «Наукові читання імені В.М. Виноградова»: Матеріали IV-ої Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти та молодих учених. 26–27 травня 2022 року – Херсон: 2022. 7-11.

7. Капелюш Н.В., Бессонова В.П. Особливості реакції рослин роду *Platanus*, що ростуть біля автошляхів, на обрізку крон (в умовах промислового міста) Збірник наукових праць Полтавського державного університету імені Короленка, 2006. вип. 5(52), с. 117-124.

8. Курницька М.П., Пахолук О.Т. Аналіз реакції деревних рослин на сильне кронування. Науковий вісник НЛТУ України, 2012. вип. 22(5), с. 30-33.

9. Курницька М.П. Екологічні аспекти зростання деревних рослин в урбанізованому середовищі. Науковий вісник НЛТУ України. 2011. Вип. 21.7. С. 55-59.

10. Левон Ф.М. Зелені насадження в антропогенному трансформованому середовищі : монографія. К. : Вид-во ННЦ ІАЕ, 2008. 364 с.

11. Олексійченко Н.О., Матковська С.И. Екологічна роль омолоджувального обрізування дерев роду *Tilia L.* у вуличних насадженнях. Науковий вісник НЛТУ. 2015. вип. 25(9). 14-18.

12. Осіпов М. Ю., Величко Ю. А., Масловата С. А., Паливода Н. Л. Топінг як явище в Українських реаліях: очевидні помилки під час його виконання та їх шкідливі наслідки для зелених насаджень. Науковий вісник НЛТУ України. 2020, т. 30, № 5. С. 09–14.

13. Пономарьова О.А., Бессонова В.П. Аналіз відновлення крони у рослин *Tilia platyphyllos* та *T. cordata* після глибокого омолоджувального обрізування. Вісник Дніпропетровського університету. Сер.: Біологія. Екологія. 2010. Вип. 18, т. 2. С. 76-80.

14. Правила утримання зелених насаджень у населених пунктах України. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0880-06#Text> (дата звернення 25.03.2024)

15. Суслова О.П. Вплив радикального обрізування крон *Populus bolleana* Louche на їх життєвий стан. Екологічні науки. № 1(20). Том 2. С. 84-87.

16. European Tree Planting Standard (2022). EAS 03:2022. European Arboricultural Standards (EAS), Working group “Technical Standards in Tree Work (TeST)”. <https://www.europeanarboriculturalstandards.eu/etpls> (дата звернення 25.03.2024)

17. Lecigne B., Delagrance S., Messier Ch. Crown reaction and acclimation to cyclical V-trimming of city trees: An analysis using terrestrial laser scanning. In: Urban Forestry & Urban Greening, 2018. vol. 29, pp. 183-191. <http://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.11.012>

18. Paganová V., Vyháňalíková M. Pruning urban trees – type and quality according to arborist union standards. Plants in Urban areas and Landscape. 2018. 29-34.

УДК 502:504.3.054:504.064.

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.34>**МОНІТОРИНГ РІВНЯ ПИЛОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ В М. УМАНЬ****Василенко О.В.** – к.с.-г.н.,

завідувач 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

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

Гнатюк Н.О. – к.б.н.,

доцент кафедри екології та безпеки життєдіяльності,

Уманський національний університет садівництва

Через свій шкідливий вплив на здоров'я людини забруднення повітря є екологічною проблемою, що викликає серйозне занепокоєння. Велика щільність забудови міста разом із звантаженостю автотранспортом є причинами підвищених концентрацій забруднювачів повітря та, зокрема, пилу. Згідно моніторингу Air Quality Index проблема запилення повітря в м. Умань є актуальною. Особливо, це стосується пилу, розмір частинок якого 1 та 2,5.

Щоб пом'якшити проблему запилення атмосферного повітря у містах, пропонується використання міської рослинності як ефективного засобу зниження концентрації пилу у повітрі, так, як дерева (і рослинність загалом) мають здатність очищати повітря шляхом його осідання на листках. Об'єкти дослідження обирали на території різних еколого-фітоценотичних поясів: парках, скверах або двориках та вуличних насаджень. Досліджували пиленакотичення дерев двох видів роду *Tilia* L. – липа серцелиста (*Tilia cordata* Mill.) і липа широколиста (*Tilia platyphyllos* Scop.).

Результати досліджень вказують на те, що найменша кількість пилу природно затримується в парках. Виявлено, що осідання пилу в IV еколого-фітоценотичному поясі для рослин *Tilia platyphyllos* Scop. вище в 3 рази, а для *Tilia cordata* Mill. – в 4 рази порівняно з рослинами того ж виду, які ростуть в II еколого-фітоценотичному поясі.

Загалом, результати дослідження чітко свідчать про перевищення концентрації пилу в даній урбоєкосистемі. Очевидно, що в комунікаційно-стрічкових ландшафтах міста, які є сусідніми до автодоріг (IV еколого-фітоценотичний пояс), виявлено максимальний рівень запилення.

Крім того, серед досліджуваних таксонів більше кількості пилу в IV еколого-фітоценотичному поясі затримує *Tilia platyphyllos* Scop., а *Tilia platyphyllos* Scop. – на 17% менше. Це пов'язано з наявністю/відсутністю опушення на листках, розміром листової пластинки та особливістю крони. Тому, доведено, що рослини, що формують листову поверхню більшої площі, більш перспективні для пилозатримання.

Ключові слова: урбоєкосистема, пил, індекс якості повітря, міські зелені насадження, пило затримання.

Vasylenko O.V., Nikitina O.V., Balabak O.A., Balabak A.V., Hnatyuk N.O. Monitoring of dust load level in Uman city

Due to its harmful impact on human health, air pollution is an environmental issue of serious concern. The high density of urban development combined with heavy traffic congestion are causes of elevated concentrations of air pollutants, including dust. According to the Air Quality

Index monitoring, air pollution from dust is a significant issue in Uman city. Particularly, this concerns dust particles with sizes of 1 and 2.5 micrometers.

*To mitigate the issue of atmospheric dust pollution in cities, the utilization of urban vegetation is proposed as an effective means of reducing dust concentration in the air, as trees (and plants in general) have the ability to purify the air by trapping dust particles on their leaves. The study sites were selected within the territory of various eco-phytocenotic zones: parks, squares, courtyards, and street plantings. The study investigated dust accumulation on trees of two species of the genus *Tilia* L. – small-leaved linden (*Tilia cordata* Mill.) and large-leaved linden (*Tilia platyphyllos* Scop.).*

*The research results indicate that the least amount of dust is naturally trapped in parks. It was found that dust deposition in the IV eco-phytocenotic zone for plants of *Tilia platyphyllos* Scop. is 3 times higher, and for *Tilia cordata* Mill. – 4 times higher compared to plants of the same species growing in the II eco-phytocenotic zone.*

Overall, the research results clearly indicate an excess of dust concentration in the studied urban ecosystem. It is evident that in linear communication landscapes of the city, adjacent to roads (IV eco-phytocenotic zone), the highest level of dust pollution has been detected.

*Additionally, among the studied taxa, *Tilia platyphyllos* Scop. captures a greater amount of dust in the IV eco-phytocenotic zone, while *Tilia platyphyllos* Scop. captures 17% less. This is associated with the presence/absence of trichomes on the leaves, leaf size, and crown characteristics. Therefore, it has been proven that plants with a larger leaf surface area are more promising for dust retention.*

Key words: urban ecosystem, dust, air quality index, urban greenery, dust retention.

Постановка проблеми. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), вплив забрудненого повітря пов'язаний із 4,2 мільйонами передчасних смертей у всьому світі щорічно [1]. Більшість цих передчасних смертей відбувається в містах, так, як у міських районах зараз проживає понад 50 % населення (понад 3,5 млрд. осіб). Прогнозується, що ця частка зросте до 70 % до 2050 року через триваючу урбанізацію [2].

Через свій шкідливий вплив на здоров'я людини забруднення повітря є екологічною проблемою, що викликає серйозне занепокоєння. Велика щільність забудови міста разом із завантаженістю автотранспортом є причинами підвищених концентрацій забруднювачів повітря та, зокрема, пилу.

Дорожній пил, збагачений токсичними елементами, поліциклічними ароматичними вуглеводнями, сажистим вуглецем тощо, є одним із найважливіших джерел надходження в атмосферу грубих, дрібних і наддисперсних часток, що особливо актуально для міст з високою щільністю дорожньої мережі та великими територіями під дорожнім покриттям [3]. У свою чергу, хімічний склад такого пилу визначається впливом широкого спектру антропогенних джерел, а також дефляцією та розмивом опадами придорожніх ґрунтів у літній період (особливо в умовах відносно сухого клімату), видуванням протижелезних агентів взимку і після танення снігу, перенесення частинок із зливовими стоками, осадження зважених частинок атмосфери та опадами. Однак у багатьох містах існує суттєва недостатність інформації про пилові навантаження, яка потрібна для прийняття екологічних управлінських рішень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Велика кількість наукових публікацій доводить значний інтерес дослідників до проблеми запилення повітря у містах. Області дослідження проблеми запиленості повітря від автотранспорту включали вивчення екосистем, що включають дороги різного типу та розміру в межах різних територій землекористування (комерційних, житлових, промислових, рекреаційних тощо) у мегаполісах [4, 5], великих та середніх містах [6, 7], промислових зонах [8], дорогах з твердим та ґрунтовим покриттям між містами та селищами [9].

Українські вчені, зокрема Слободянюк А. О. [10] у своїх дослідженнях вказують на те, що в Україні вивчення забруднення повітря різними фракціями пилу наразі знаходиться лише на початковій стадії. І, як правило, мова йде про вивчення повітря великих обласних міст України [11, 12]. Це актуалізує вивчення запилення атмосферного повітря з метою пошуку можливих шляхів для зниження концентрацій забруднюючих речовин до безпечних для довкілля значень.

Постановка завдання. Основна мета даних досліджень полягає в створенні основи для прийняття обґрунтованих рішень щодо покращення якості атмосферного повітря в м. Умань, забезпечення збереження здоров'я населення та розвитку регіону в умовах сталості та екологічної відповідальності. Для цього важливою частиною стратегії міського управління є систематичний процес моніторингу якості складових атмосфери. Таким чином, дослідження рівня запиленості повітря урбоєкосистеми є актуальним. Крім того, основним завданням даного дослідження є оцінка здатності міських дерев до пилезатримання.

Виклад основного матеріалу дослідження. Як і в багатьох містах із щільною житловою забудовою в м. Умань існують проблеми із забрудненням повітря. Ці проблеми пов'язані передусім із постійною зростаючою кількістю автомобілів.

В місті розміщена стаціонарна станція моніторингу за станом атмосферного повітря (вул. Садова). Дана станція входить до мережі станцій ГО Eco City. На сьогодні за кількістю станцій ця платформа є найбільшою мережею громадського моніторингу якості повітря в Україні [13]. Результати даного моніторингу фіксуються і на платформі Airnet проєкту World Air Index (Всесвітнього індексу якості повітря – Air Quality Index, China) [14]. AQI (Air Quality Index) – індекс якості повітря, що розроблений Агенцією з охорони довкілля США і використовується у багатьох країнах світу. Чим більше значення AQI, тим вищий рівень забруднення повітря і негативніший вплив на здоров'я. Типова класифікація якості повітря згідно AQI виглядає наступним чином:

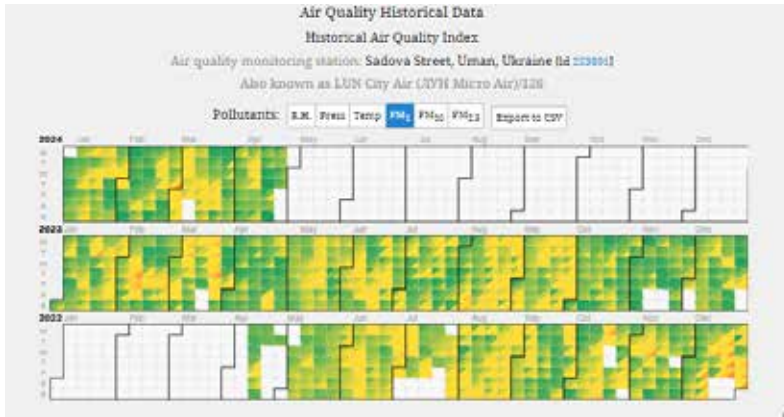


- 0–50: Якість повітря вважається задовільною;
- 51–100: Якість повітря прийнятна (помірна);
- 101–150: Якість повітря вважається поганою;
- 151–200: Якість повітря вважається нездоровою (дуже поганою);
- 201–300: Якість повітря вважається надзвичайною поганою;
- 300+: Якість повітря вважається небезпечною.

Отже, згідно результатів спостереження, висвітлених на платформі Airnet, рівень забруднення атмосферного повітря пилом в межах м. Умань представлений на рис. 1 (А, Б, В).

Частинки пилу поділяються на різні фракції залежно від їхніх розмірів. Частинки, розмір яких менший за 1 мікромметр (PM1), досягають альвеол та потім можуть потрапляти в кровоносну систему. Частинки з розміром близько 2,5 мікромметра (PM2,5) проникають глибше і можуть досягти легень під час дихання. Частинки з розміром до 10 мікромметрів (PM10) можуть затримуватися в носі та горлі. Вони є особливо небезпечними і здатні глибоко проникати в легені. Збільшення концентрації таких частинок у тілі людини корелює з підвищенням рівня смертності серед населення.

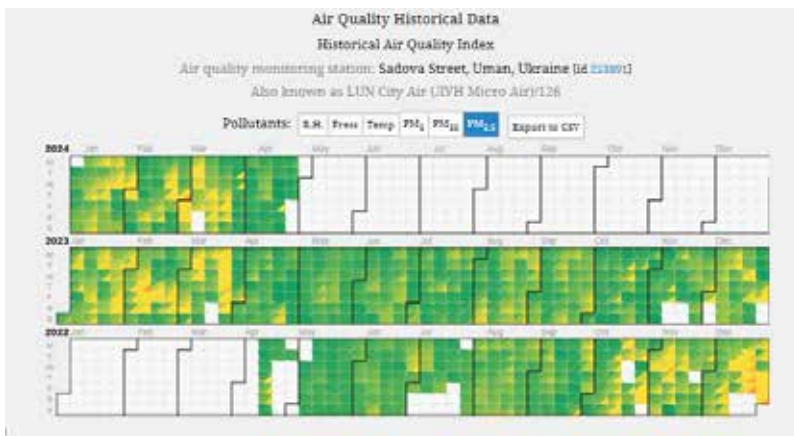
Згідно моніторингу індексу якості повітря проблема запилення повітря в м. Умань є актуальною. Особливо, це стосується пилу, розмір частинок якого 1 та 2,5.



А



Б



В

Рис. 1. Рівень забруднення атмосферного повітря пилом (Air Quality Index) в межах м. Умань (А – частинки пилу розміром до 1 мкм (PM1), Б – частинки пилу розміром до 10 мкм (PM10), В – частинки пилу розміром до 2,5 мкм (PM2,5))

Щоб пом'якшити проблему запилення атмосферного повітря у містах, часто пропонується використання міської рослинності як ефективного засобу зниження концентрації пилу в повітрі, так, як дерева (і рослинність загалом) мають здатність очищати повітря шляхом фільтрації забруднюючих речовин. Листя рослин поглинають газоподібні забруднюючі речовини, крім того, тверді частинки видаляються з повітря шляхом осідання на листках і гілках [15, 16].

Об'єкти дослідження обирали на території різних еколого-фітоценотичних поясів (ЕФП): парках (II ЕФП), скверах або двориках (III ЕФП) та вуличних насадженнях (IV ЕФП). Досліджували пиленакочичення дерев двох видів роду *Tilia L.* – липа серцелиста (*Tilia cordata Mill.*) і липа широколиста (*Tilia platyphyllos Scop.*). Результати пилезатримання деревами роду *Tilia* в різних еколого-фітоценотичних поясах м. Умань наведено на рисунку 2.

Результати досліджень вказують на те, що найменша кількість пилу природно затримується в парках (II ЕФП) у діапазоні від 0,028 до 0,044 мг/см². Виявлено, що осідання пилу в IV ЕФП для рослин *Tilia platyphyllos Scop.* вище в 3 рази, а для *Tilia cordata Mill.* – в 4 рази порівняно з рослинами того ж виду, які ростуть в II еколого-фітоценотичному поясі.

Загалом, результати дослідження чітко свідчать про перевищення концентрації пилу в даній урбоєкосистемі. Очевидно, що в комунікаційно-стрічкових ландшафтах міста, які є сусідніми до автодоріг (IV еколого-фітоценотичний пояс), виявлено максимальний рівень запилення.

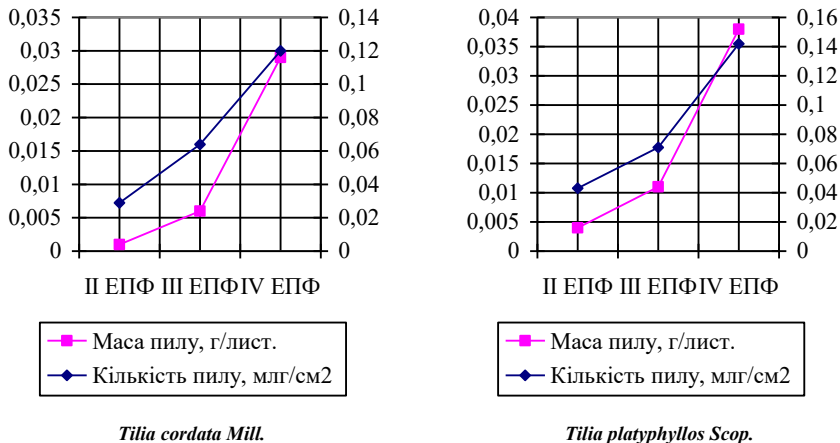


Рис. 2. Результати пилезатримання деревами двох видів роду *Tilia L.*, що ростуть в різних еколого-фітоценотичних поясах (ЕФП) в м. Умань

Крім того, серед досліджуваних таксонів більше кількості пилу в IV ЕФП затримує *Tilia platyphyllos Scop.*, а *Tilia cordata Mill.* – на 18% менше. Зазвичай це пов'язано з наявністю/відсутністю опушення на листках, розміром листової пластинки та особливістю крони.

Висновки і пропозиції. Загалом, результати дослідження чітко свідчать про перевищення концентрації пилу в даній урбоєкосистемі.

Видалення пилу з навколишнього повітря є однією з важливих екологічних функцій міських дерев. Використання зелених насаджень призводить до зменшення рівня запиленості повітря шляхом сповільнення руху забрудненого потоку

в зеленому масиві та відкладання пилу на поверхні листя. В результаті цього дослідження встановлено пилоутримувальну здатність листя таких видів, як *Tilia platyphyllos* Scop., а *Tilia platyphyllos* Scop. Доведено, що рослини, що формують листову поверхню більшої площі, більш перспективні для пилозатримання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Air pollution. URL: https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab_2
2. 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. <https://doi.org/10.1073/pnas.1211658109>.
3. Baidourela A., Zhayimu K. Patterns of dust retention by urban trees in oasis cities. *Nature Environment and Pollution Technology*, 2015. 14(1). P. 53–57.
4. Vanegas S., Trejos E.M., Aristizábal B.H., Pereira G.M., Hernández J.M., Murillo J.H., Ramírez O., Amato F., Silva L.F.O., Rojas N.Y., et al. Spatial Distribution and Chemical Composition of Road Dust in Two High-Altitude Latin American Cities. *Atmosphere*, 2021. 12. P. 1109.
5. Faisal M., Wu Z., Wang H., Hussain Z., Azam M.I. Human Health Risk Assessment of Heavy Metals in the Urban Road Dust of Zhengzhou Metropolis, China. *Atmosphere*, 2021. 12. P. 1213.
6. Aguilar Y., Bautista F., Quintana P., Aguilar D., Trejo-Tzab R., Goguitchaichvili A., Chan-Te R. Color as a New Proxy Technique for the Identification of Road Dust Samples Contaminated with Potentially Toxic Elements: The Case of Mérida, Yucatán, México. *Atmosphere*, 2021. 12. P. 483.
7. Kim M.-S., Kim J.-Y., Park J., Yeon S.-H., Shin S., Choi J. Assessment of Pollution Sources and Contribution in Urban Dust Using Metal Concentrations and Multi-Isotope Ratios (^{13}C , $^{207}/^{206}\text{Pb}$) in a Complex Industrial Port Area, Korea. *Atmosphere*, 2021. 12. P. 840.
8. Sun S., Zheng N., Wang S., Li Y., Hou S., Song X., Du S., An Q., Li P., Li X., et al. Source Analysis and Human Health Risk Assessment Based on Entropy Weight Method Modification of PM_{2.5} Heavy Metal in an Industrial Area in the Northeast of China. *Atmosphere*, 2021. 12. P. 852.
9. Fitz D.R., Bumiller K. Characterization of PM₁₀ Emission Rates from Roadways in a Metropolitan Area Using the SCAMPER Mobile Monitoring Approach. *Atmosphere*, 2021. 12. P. 1332.
10. Слободянюк А. О., Гарсія Камачо Ернан Улліанодт, Сільва Рубіо Луїс Антоніо, Васильківський І. В. Дослідження аерозольного забруднення Вінниці. *Тези XLVII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ*, Вінниця, 14-23 березня 2018 р., 2018. С. 5.
11. Бодак І. В., Дядечко К. В. Просторово-часова варіація забруднення атмосферного повітря м. Харків дрібнодисперсним пилом фракції PM_{2,5}. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2020. Вип.33. С. 91–101.
12. Сніжко С.І., Шевченко О.Г. Урбометеорологічні аспекти забруднення атмосферного повітря великого міста. К.: Видавництво географічної літератури «Обрії», 2011. 297 с.
13. Сагайдак Д.А., Боголюбов В.М. Аналіз систем моніторингу атмосферного повітря в місті Києві. *Екологічні науки*, 2024. № 1(52), Том 1. С. 51–58.
14. Worldwide Air Quality. AirNet Sensor Network. URL: <https://aqicn.org/station/>
15. Beckett K.P., Freer-Smith P.H., Taylor G. Particulate pollution capture by urban trees: effect of species and windspeed. *Global Change Biology*. 2000. 6(8). P. 995–1003.
16. Freer-Smith P.H., Beckett K.P., Taylor G. Deposition velocities to *Sorbus aria*, *Acer campestre*, *Populus deltoides* X *trichocarpa* 'Beaupre', *Pinus nigra* and *X Cupressocyparis leylandii* for coarse, fine and ultra-fine particles in the urban environment. *Environmental Pollution*, 2005. 133 (1). P. 157–167.

УДК 625.77:630*181

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.35>

ОЦІНКА ЖИТТЄЗДАТНОСТІ ТА ЕКОЛОГІЧНА СПЕЦИФІКА ДЕРЕВНО-ЧАГАРНИКОВОЇ РОСЛИННОСТІ ВУЛИЦІ ВОЛОДИМИРА АНТОНОВИЧА М. ДНІПРО

Ільченко Л.А. – к.с.-г.н.,

доцентка кафедри садово-паркового мистецтва та ландшафтного дизайну,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Мильнікова О.О. – к.б.н.,

доцентка кафедри садово-паркового мистецтва та ландшафтного дизайну,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Бублик Є.В. – магістрант агрономічного факультету,

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Обґрунтовано доцільність залучення тематики вуличного озеленення до наукових розвідок. Обстежено життєвий стан деревно-чагарникової рослинності та проаналізовано її екологічні властивості на території вулиці Володимира Антоновича у м. Дніпро. Оцінку рівня ослаблення та пошкодження рослин здійснено за методикою Мозолецької відповідно до шести розроблених категорій життєвого стану. З'ясовано, що частка здорових особин вуличної дендрофлори складала 48,6%. Серед решти рослин найбільше зафіксовано дерев та чагарників першої категорії на рівні показника 36,7%. Визначено низку хвороб паразитарного та неінфекційного походження із вказанням видів, що пошкоджувались. Вказано породи, що зазнали кронування, а саме: *Acer saccharum*, *Acer negundo*, *Aesculus hippocastanum*, *Populus nigra*, *Robinia pseudoacacia*.

Представлено характеристику обстежених зелених насаджень за відношенням до світла, зволоження та толерантністю до антропогенних забруднювачів. Досліджено, що майже половина належить до світлолюбних деревних рослин – 44,5%. Панівним становищем за вибагливістю до вологи вирізнялись мезофіти (27,8%), а ксерофіти та ксеромезофіти репрезентовані однаковими частками (по 22,2%) від загальної кількості рослин. Встановлено відсоток стійких і дуже стійких видів дерев до техногенного навантаження – 33,3 та 11,2% відповідно. До останніх віднесено лише *Ailanthus altissima*, *Gleditschia triacanthos*, *Morus alba* та *Robinia pseudoacacia*.

З огляду на екологічні властивості рослин, запропоновано доповнити рядові посадки вздовж проїжджої частини вулиці наступними породами: *Acer pseudoplatanus*, *Acer saccharinum*, *Quercus robur*, а до групових насаджень залучати *Sorbus intermedia*. Рекомендовано оптимізувати асортимент чагарників за рахунок видів, що відповідають навколишнім умовам зростання, а саме: *Ligustrum vulgare*, *Mahonia aquifolium*, *Cotoneaster dammeri*, *Physocarpus opulifolius*, *Symphoricarpos albus*.

Окреслено перспективу подальшого дослідження, спрямованого на розробку проекту часткової реконструкції зеленої інфраструктури вказаної вулиці із врахуванням екологічної специфіки рослин.

Ключові слова: види, дендрофлора, вуличне озеленення, зелені насадження, життєвий стан рослин.

Pchenko L.A., Mylnikova O.O., Bublik E.V. The assessment of viability and ecological specificity of tree and shrub vegetation of the Volodymyr Antonovych street in Dnipro city

The usefulness of involving the subject of street landscaping in scientific research is substantiated. The life conditions of tree and shrub vegetation are examined and its environmental properties on the territory of the Volodymyr Antonovych Street in Dnipro City are analyzed. The level of plants weakening and damage is assessed in compliance with the Mozolevska method according to six developed categories of life conditions. It is found that the share of healthy individuals of street dendroflora is 48.6%. Among the rest of the plants, trees and shrubs of the first category are recorded the most at the level of 36.7%. A number of diseases of parasitic and

non-infectious origin are identified with the indication of the species damaged. The crowned species are indicated, namely: *Acer saccharum*, *Acer negundo*, *Aesculus hippocastanum*, *Populus nigra*, *Robinia pseudoacacia*.

The characteristics of the surveyed green spaces in relation to light, moisture and tolerance to anthropogenic pollutants are presented. It is found that almost the half belong to light-loving woody plants – 44.5%. Mesophytes (27.8%) are dominant in their demand for moisture, while xerophytes and xeromesophytes are represented by equal shares (22.2% each) of the total number of plants. The percentage of the tree species resistant and very resistant to human impact is established – 33.3 and 11.2%, respectively. The latter include *Ailanthus altissima*, *Gleditsia triacanthos*, *Morus alba* and *Robinia pseudoacacia* only.

In view of the environmental properties of plants, it is proposed to supplement the row plantings along the roadway of the street with the following species: *Acer pseudoplatanus*, *Acer saccharinum*, *Quercus robur*, and to involve *Sorbus intermedia* in group plantings. It is recommended to optimize the assortment of shrubs by the species that correspond to the surrounding conditions of growth, namely: *Ligustrum vulgare*, *Mahonia aquifolium*, *Cotoneaster dammeri*, *Physocarpus opulifolius*, *Symphoricarpos albos*.

The perspective of further research aimed at the development of the project of partial reconstruction of the green infrastructure of the specified street, taking into account the ecological specificity of plants, is outlined.

Key words: species, dendroflora, street landscaping, green spaces, life conditions of plants.

Постановка проблеми. Вуличне озеленення розглядається як невід’ємна частина урбанізованих міст, сприяючи екологізації навколишнього середовища. Очевидно, що хворі та ослаблені дерева не зможуть виконувати покладені на них санітарно-гігієнічні функції, тому в площині наукових інтересів дніпровських науковців доволі часто задіяна тематика вуличних насаджень. Дослідженнями охоплена зелена інфраструктура магістралей різних районів міста: на часі залишається моніторинг життєвого стану деревно-чагарникової рослинності та добір відповідного асортименту деревних порід як інструментів оптимізації та реконструкції вуличного озеленення. В зв’язку з цим, вказана проблематика є актуальною і для наших розвідок.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Пономарьовою О. П., Мильніковою О. А. та Прокопенко Н. А. [12] обстежено п’ять деревних порід на території від вул. Панікахи до провулка Джинчарадзе (м. Дніпро) після омолоджуючої обрізки, адже остання має суттєвий вплив як на естетичний вигляд зелених об’єктів, так і на їх життєздатність. На основі фізіологічних показників авторками зроблено відповідні висновки стосовно наслідків проведеного кронування у наступних видів: *Robinia pseudoacacia*, *Ulmus pumila*, *Gleditsia triacanthos*, *Acer pseudoplatanus* та *Populus bolleana*.

Ільченко Л. А. та Кошіцин О. О. [9] долучалися до вивчення таксономічного різноманіття дерев і чагарників двох вулиць обласного центру Дніпропетровщини, а саме: Столярова та Половицької. Найчисельнішим асортиментом характеризувалась перша з них. Авторами також проаналізовано життєвий стан вказаної рослинності, що подекуди висаджувалася ще за радянських часів.

Бессоновою В. П. та Іванченко О. Є. обґрунтовано стійкість голонасінних рослин до високих температур у вуличних насадженнях Дніпра. Серед них: біота східна, сосна карликова, ялини (колюча та звичайна), ялівець звичайний та ялівець козацький [2, с. 62]. На нашу думку, наведені висновки сприятимуть більш виваженому підходу щодо добору хвойних порід для озеленення вулиць, особливо, в умовах глобального потепління клімату.

Особисто Іванченко О. Є. [7] оцінила життєвий стан та визначила видову структуру дендрофлори, що зростала на вул. Ю. Савченка. У співавторстві з іншими

дніпровськими дослідницями нею представлено результати інвентаризації дерев та чагарників проспекту С. Нігояна [3] та вул. Донецьке шосе [8]. Поза увагою дослідниць не залишилися і життєздатність вказаних зелених насаджень. Пономарьова О. А. та Ліннік А. А. [11] здійснили моніторинг деревних порід за видовим складом та естетичною привабливістю на окремих магістралях Лівобережжя Дніпра, загалом останніх чотири.

Варто зауважити, що в згаданих публікаціях зелена зона вулиці Володимира Антоновича як об'єкт дослідження не розглядалась і представляла інтерес щодо реалізації певних задач наукового пошуку.

Постановка завдання. Мета статті – висвітлення аналізу життєвого стану дендрофлори вказаної вулиці за відповідними категоріями та встановлення відповідності асортименту деревно-чагарникової рослинності умовам зростання.

Виклад основного матеріалу дослідження. Вулиця Володимира Антоновича бере початок від території спорткомплексу «Дніпро-арена» та простягається до Аптекарської балки; перетинається двома великими магістралями (вул. Робочою та пр. О. Поля), паралельно розташована проспекту Лесі Українки. Це правобережна частина міста. Рух автотранспорту, залежно від ділянки вулиці та часу доби, характеризується різною інтенсивністю.

Обстеження деревно-чагарникової рослинності здійснювали маршрутним методом, життєздатність деревних екземплярів оцінювали візуально. Ступінь ослаблення рослин аналізували за допомогою методики Мозолевської відповідно до розроблених шести категорій життєвого стану.

Зелені насадження характеризувалися неоднорідністю: зафіксовано як загущене та захаращене зростання рослин, так і їх відсутність на окремих ділянках, самосів певних деревних видів, приватне озеленення біля деяких установ.

За результатами проведеного дослідження виявлено наступне: частка здорових особин деревно-чагарникової рослинності складала 48,6% (рис. 1). Зелені насадження, що характеризувались різним ступенем пошкодження (зламани та всохлі гілки, непрофесійна обрізка) та ослаблення (хвороби, шкідники), мали показник 51,4%. Серед них найбільше зафіксовано деревних порід з категорією «1», їх відсоток участі – 36,7%. До категорії «6» віднесено лише один екземпляр *Sorbus aucuparia*.

Лева частина дерев решти категорій (загалом 14,6%) зазнала топінгу з метою «оновлення» рослин. Місця зрізів не завжди оброблялись належним чином та й саме кронування деревних порід подекуди проводилось поза межами оптимальних строків, що сприяло зараженню їх інфекційними хворобами та шкідниками.

Бойко Т. О. теж порушує питання радикального обрізування дерев на прикладі м. Херсон та зауважує, що його застосування здебільшого не досягло поставленої мети, яка передбачала заміну старих дерев з часом. За повідомленням авторки, кронувані тополі ще продовжують рости, проте, відзначаються зниженою функціональністю та декоративністю [5, с. 53]. Топінг як неприйнятна практика знищення крони дерев також розглядалась уманськими фахівцями [10]. Останніми окреслено типові помилки та шкідливі наслідки такого обрізування для зелених насаджень в реаліях нашої країни. Згідно зі свідченням дніпровських дослідниць, на вул. Панікахи найгіршу реакцію стосовно кронування виявлено у *Acer pseudoplatanus* і *Robinia Pseudoacacia* [12].

Результатом поширеного в останній час топінгу є «сумнівний» естетичний вигляд та всихання низки деревних порід на дослідженій території (рис. 2 – зліва *Acer saccharum*, а праворуч – *Acer negundo*).

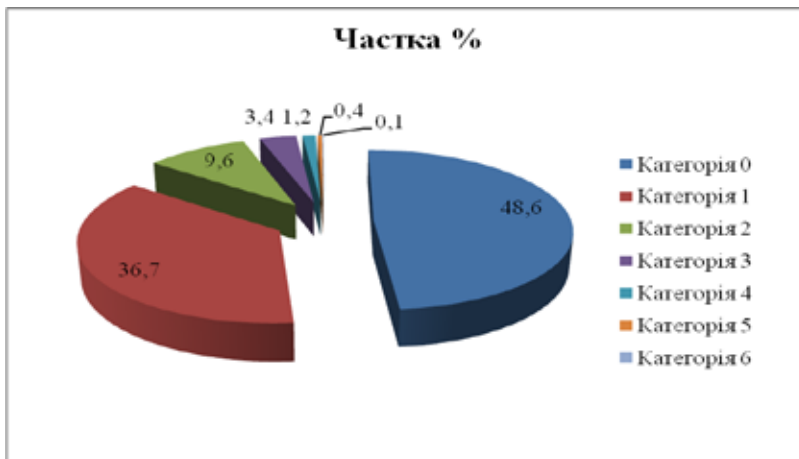


Рис. 1. Розподіл вуличного озеленення за категоріями життєвого стану

За нашими спостереженнями встановлено, що кронування перенесли ще *Aesculus hippocastanum*, *Populus nigra*, *Robinia pseudoacacia*.



Рис. 2. Наслідки кронування кленів

Луцькі дослідники висловлюють занепокоєння через радикальне обрізування саме першого виду і вважають його небезпечним для дерев, зростаючих в умовах техногенного навантаження. На їх думку, ігнорування «Правил утримання зелених насаджень у населених пунктах» є недопустимим [6, с. 192]. У вуличному озелененні міст ослаблені особини *Aesculus hippocastanum* після топінгу сильніше страждають від біотичних чинників та лишаються естетичної привабливості в певні періоди вегетації [4; 6]. Низка омолоджених гіркокаштанів звичайних на

вулиці Володимира Антоновича потерпає від наслідків пошкодження каштановою мінучою міллю і характеризується втратою декоративної цінності зазвичай після фази цвітіння.

У зелених насадженнях вказаної магістралі трапляються судинні хвороби, стовбурні гнилі (*Acer negundo*, *Robinia pseudoacacia*, *Populus nigra*, *Ulmus pumila*), камедетеча (*Armeniaca vulgaris*, *Cerasus vulgaris*). Зокрема, відмічено враження особини *Betula pendula* (рис. 3б) трутовиком скошеним (березова чага). Листя *Quercus robur* на обох наявних екземплярах пошкоджено борошнистою россою, одна деревна рослина має ще ознаки вертицильозного засихання чи вілту (рис. 3а). На листових пластинках *Tilia europaea* зафіксовано утворення гал.

До хвороб неінфекційного походження віднесено утворення морозобоїн, їх визначено на особинах *Acer ptatanoides*, *Robinia pseudoacacia*, *Aesculus hippocastanum* (рис. 3в), *Juglans regia*.

За спостереженнями деяких фахівців, що вивчали зимостійкість рослин роду *Juglans*, морозобоїни утворюються в разі стрімкого похолодання після вегетаційного періоду чи внаслідок тривалих зим із сильними морозами. Із ослабленням останніх тріщини стають вужчими, а навесні закриваються. Наступна морозна зима спонукає їх до повторного відкриття, нерідко морозобоїни призводять до утворення дупел у стовбурах [1, с. 21, 22].



Рис. 3. Ураження деревних порід хворобами різного типу

Загалом щодо фітосанітарного стану зеленої зони вул. Антоновича можна сказати наступне: є механічні пошкодження різного характеру та дупла, фіксуються ураження лишайниками і дереворуйнівними грибами, відмічено загальне всихання (*Sorbus aucuparia* – 2 екземпляри), відставання кори та відмираючі гілки на особинах, що зазнали топінгу.

На досліджуваній території також трапляється неконтрольований самосів окремих деревних порід: *Ailanthus altissima*, *Robinia pseudoacacia*, *Ulmus pumila*.

З урахуванням різних функцій, що виконує деревно-чагарникова рослинність у вуличному озелененні, нами проаналізовано відношення обстежених видів рослин до наступних факторів зовнішнього середовища: світла, вологості та стійкості до антропогенних забруднювачів довкілля. За результатами обстеження встановлено, що деревні породи за вибагливістю до освітлення поділяються на чотири групи (рис. 4). Частка світлолюбних рослин найбільша і складає 44,5% від загальної кількості визначених видів.

Група дуже світлолюбних деревних порід малочисельна – зі значенням 11,1%. Вона репрезентована чотирма видами рослин: *Ailanthus altissima*, *Betula pendula*, *Gleditschia triacanthos* та *Robinia pseudoacacia*.

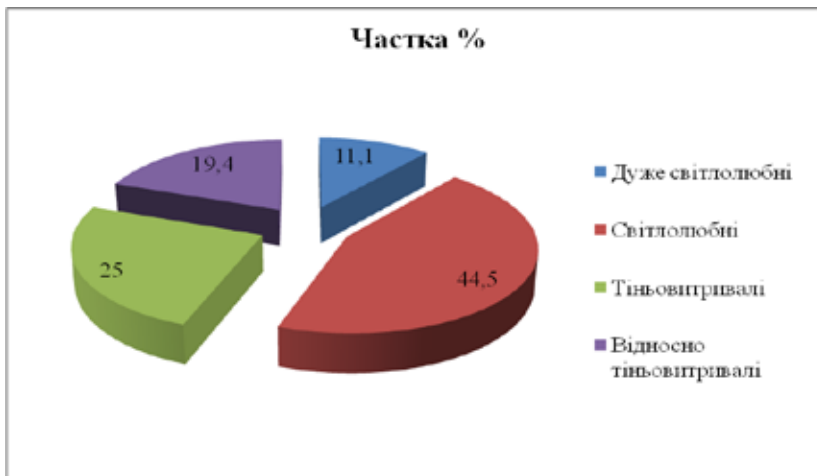


Рис. 4. Розподіл досліджуваних деревних видів за відношенням до світла

Загалом види, що класифікуються як відносно тіньовитривалі та тіньовитривалі, охоплені показником 44,4%, проте, останні характеризуються переважаючим відсотком участі (25%). До тіньовитривалих віднесено більшість хвойних порід, а саме: *Platycladus orientalis*, *Thuja occidentalis*, *Picea abies* та *P. pungens*, а серед листяних дерев за цією ознакою вирізняються *Aesculus hippocastanum*, *Tilia cordata* та *Tilia europaea*.

Степова зона України, до якої належить і м. Дніпро, характеризується обмеженим зволоженням. В умовах глобального потепління дефіцит вологи набуває ще більшої актуальності, тому визначення посухостійких таксонів вуличної дендрофлори є доволі значущою складовою наших досліджень.

Види, що є найбільш цікавими з цієї точки зору, класифіковано як ксерофіти та ксеромезофіти. Обидві групи представлені однаковою часткою від загальної кількості рослин – 22,2% (рис. 5). До першої належать наступні деревні рослини: *Armeniaca vulgaris*, *Ailanthus altissima*, *Ulmus pumila*, *Gleditschia triacanthos*, *Quercus robur*, *Celtis occidentalis*, *Robinia pseudoacacia*, *Morus alba*. На жаль, лише *Quercus robur* є аборигенним видом, а *Celtis occidentalis* більш декоративним серед решти перерахованих рослин. Асортимент ксерофітів на вулиці Володимира Антоновича переважно складають інвазійні інтродуковані види. З одного боку, вони адаптовані до посушливих умов, з іншого – витісняють місцеві види, активно розмножуються та неконтрольовано поширюються через самосів.

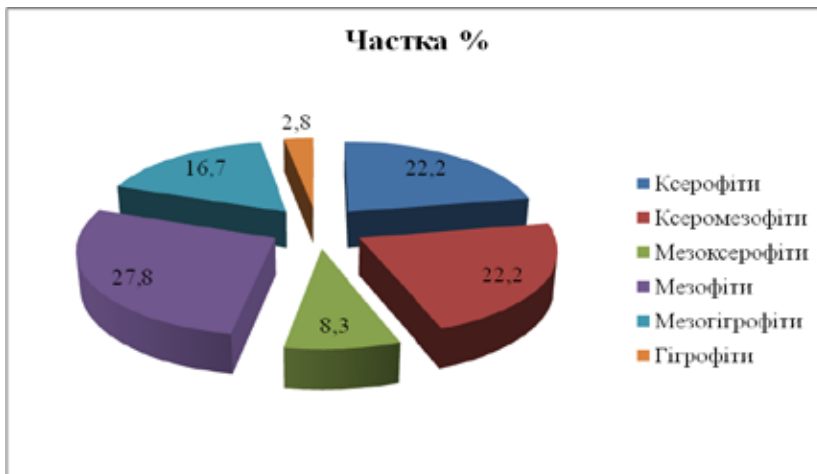


Рис. 5. Розподіл досліджуваних деревних видів за вибагливістю до вологи

Гідрофітом, що надає перевагу достатньо зволоженому місцезростанню в природних умовах, виявлено *Salix babylonica*. Серед мезогідрофітів панівне місце належить роду *Populus* з такими видами як: *Populus alba*, *P. Volleana*, *P. nigra*, і *P. simonii*. Найбільше зафіксовано мезофітів – 27,8%.

В умовах техногенного середовища довговічність зеленої інфраструктури обумовлена стійкістю певних видів до різного роду шкідливих речовин, лівова частка яких спричинена викидами автомобільного транспорту (рис. 6).

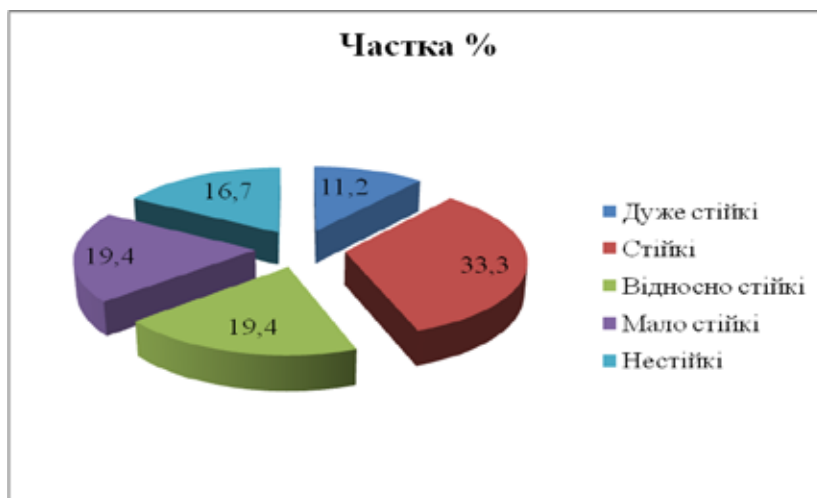


Рис. 6. Розподіл деревних видів за стійкістю до антропогенних забруднювачів

Частка стійких і дуже стійких видів дерев зелених насаджень вулиці Володимира Антоновича склала 33,3% та 11,2% відповідно. Дуже стійкими виявлено лише чотири: *Ailanthus altissima*, *Gleditschia triacanthos*, *Robinia pseudoacacia*, *Morus alba*. Знову ж таки, окрім останнього, три види вважаються «агресивними»

чужинцями. Прийнятні для озеленення *Quercus robur*, *Sorbus aucuparia*, *Rhus typhina* виокремлено як стійкі, проте, на обмеженій території вони зростають у обмеженій кількості. З приватної ініціативи висаджено в двох локаціях *Chamaecyparis lawsoniana*, його теж розглядають як стійкий до антропогенних забруднювачів вид.

Чагарникова рослинність є невід'ємною частиною вуличного озеленення, виконуючи, окрім оздоровчої, естетичну функцію, за умови професійно підібраного асортименту рослин. Для кущів пріоритетними ознаками є посухостійкість, різний ступінь тіншовитривалості, толерантність до антропогенного забруднення. Такими властивостями (табл. 1) володіють *Syringa vulgaris*, *Ligustrum vulgare*, *Cotoneaster Dammeri*, *Mahonia aquifolium*, *Symphoricarpos albos*, *Juniperus sabina*, *Buxus sempervirens*, хоча останній в місті потерпає від нашествия самшитової вогнівки. Варто зазначити, що *Symphoricarpos albos* та *Hibiscus syriacus* трапляються поодинокі, двома екземплярами представлені *Buxus sempervirens* і *Weigela florida*, трьома – *Cotoneaster Dammeri*.

Таблиця 1

Характеристика чагарників за відношенням до екологічних чинників

№ п/п	Досліджуваний вид	Світло	Волога	Полютанти
1	Бузина чорна	Тіншовитривала	Ксеромезофіт	Мало стійка
2	Бузок звичайний	Відносно тіншовитривалий	Ксеромезофіт	Відносно стійкий
3	Бірючина звичайна	Тіншовитривала	Ксерофіт	Дуже стійка
4	Вейгела квітуча	Світлолюбна	Мезофіт	Мало стійка
5	Гібіск сирійський	Світлолюбний	Мезогігрофіт	Відносно стійкий
6	Кизильник Даммера	Відносно тіншовитривалий	Мезоксерофіт	Відносно стійкий
7	Магонія падуболиста	Відносно тіншовитривала	Мезофіт	Стійка
8	Самшит вічнозелений	Дуже тіншовитривалий	Ксеромезофіт	Стійкий
9	Спірея Вангутта	Світлолюбна	Ксеромезофіт	Відносно стійка
10	Свидина криваво-червона	Відносно тіншовитривалий	Ксеромезофіт	Стійка
11	Сніжноягідник білий	Відносно тіншовитривалий	Ксеромезофіт	Стійкий
12	Садовий жасмін вінцевий	Тіншовитривалий	Мезофіт	Відносно стійкий
13	Шипшина собача	Світлолюбна	Ксеромезофіт	Стійка
14	Форзиція європейська	Відносно тіншовитривала	Мезогігрофіт	Стійка
15	Ялівець козацький	Відносно тіншовитривалий	Ксерофіт	Стійкий

Висновки та пропозиції. Отже, серед деревно-чагарникової рослинності за вибагливістю до зволоження переважають мезофіти, за потребою у світлі – сонцелюби, а за відношенням до антропогенного навантаження – стійкі види. Частка здорових особин складає лише 48,6%.

Задля підвищення декоративного ефекту зелених насаджень, підтримання їх життєздатності в належному стані та уникнення випадків травмування необхідно дотримуватися правил агротехніки та догляду за рослинами; своєчасно видаляти відмерлі екземпляри. З метою запобігання утворення захарашених ділянок рекомендовано звернути увагу на неконтрольоване поширення таких видів як *Ailanthus altissima*, *Acer negundo*, *Robinia pseudoacacia*, *Ulmus pumila*.

Запропоновано доповнити рядові посадки вздовж проїжджої частини вулиці стійкими видами дерев до антропогенних забруднювачів, а саме: *Acer pseudoplatanus*, *Acer saccharinum*, *Quercus robur*. Варто оптимізувати асортимент чагарників за рахунок *Ligustrum vulgare*, *Mahonia aquifolium*, *Cotoneaster dammeri*, *Physocarpus opulifolius*, *Symphoricarpos albos*. З декоративних дерев можна застосувати *Sorbus intermedia*, а з хвойних рослин *Picea pungens*, *Picea pungens 'Glauca'*, *Thuja occidentalis*, *Chamaecyparis lawsoniana*. В місцях, де неможливо висадити рослини через закритий покриттям ґрунт, доцільно скористатися можливостями контейнерного озеленення.

Надалі, важливим етапом наукових розвідок, розглядаємо розробку проекту часткової реконструкції зеленої інфраструктури вказаної вулиці із врахуванням екологічної специфіки рослин, визначеної під час дослідження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Абоїмова О. М., Левон В. Ф., Клименко Ю. О., Горбенко Н. Є. Оцінювання зимостійкості представників роду *Juglans L.* у колекційних насадженнях Національного ботанічного саду імені М. М. Гришка НАН України. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2022, т. 32, № 1. С. 20–24. DOI: <https://doi.org/10.36930/40320103>.
2. Бессонова В. П., Іванченко О. Є. Аналіз жаростійкості хвойних рослин у вуличному насадженні м. Дніпро. *Рослини та урбанізація: матеріали дев'ятої міжнар. наук.-практ. конф.*, 5 березня 2020 р. Дніпро : ДДАЕУ, 2020. С. 61–63.
3. Бессонова В. П., Іванченко О. Є. Оцінка видового різноманіття та життєвого стану придорожніх насаджень пр. С. Нігояна м. Дніпро. *Питання біоіндикації та екології*. 2019. Вип. 24, № 1. С. 33–51.
4. Бессонова В. П., Пономарьова О. А., Іванченко О. Є. Видове різноманіття та життєвий стан деревних насаджень вздовж автотраси південного напрямку м. Дніпропетровськ. *Питання біоіндикації та екології*. 2014. Вип. 19, № 2. С. 64–84.
5. Бойко Т. О. Таксономічна структура і стан вуличних насаджень міста Херсон. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2019. Т. 29, № 8. С. 51–54. DOI: <https://doi.org/10.36930/40290807>.
6. Голуб В. О., Голуб С. М. Строге кронування вуличних насаджень гіркокаштану звичайного та його наслідки. *Рослини та урбанізація: матеріали десятої міжнар. наук.-практ. конф.*, 3 березня 2021 р. Дніпро : ДДАЕУ, 2021 С. 190–192.
7. Іванченко О. Є. Таксономічний склад та життєвий стан деревних насаджень вул. Ю. Савченка м. Дніпро. *Питання біоіндикації та екології*. 2018. Вип. 23, № 2. С. 80–96.
8. Іванченко О. Є., Мильнікова О. О., Подалюк Д. Р. Аналіз видового різноманіття деревних насаджень вул. Донецьке шосе м. Дніпро. *Рослини та урбанізація: матеріали десятої міжнар. наук.-практ. конф.*, 3 березня 2021 р. Дніпро : ДДАЕУ, 2021. С. 22–24.
9. Ільченко Л. А., Копіцин О. О. Видове різноманіття та стан насаджень вулиць Половицької та Столярова (м. Дніпро). *Перспективи розвитку лісового*

та садово-паркового господарства : тези матеріалів Всеукр. наук.-практ. конф. 25 листопада 2022 р. Умань : ВПЦ «Візаві», 2022. С. 158–160.

10. Осіпов М. Ю., Величко Ю. А., Масловата С. А., Паливода Н. Л. Топінг як явище в Українських реаліях: очевидні помилки під час його виконання та їх шкідливі наслідки для зелених насаджень. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2020. Т. 30, № 5. С. 9–14.

11. Пономарьова О. А., Ліннік А. А. Естетична роль примагістральних насаджень. *Колесніковські читання: тези доповідей Всеукр. наук.-практ. конф., присвяченої пам'яті О. І. Колеснікова, 25 листопада 2020 р.* Харків : «ЦП КОМПРИНТ», 2020. С. 135–137.

12. Пономарьова О. А., Мильнікова О. О., Прокопенко Н. А. Аналіз життєвості вуличних насаджень після омолоджувальної обрізки (на прикладі м. Дніпро). *Наукові доповіді НУБіП України*. Вип. № 5(87). 2020. DOI: [https:// dx.doi.org/10.31548/dopovidi2020.05.15](https://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2020.05.15).

УДК 502.1(477)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.36>

МОДЕЛЬ ПРОГНОЗУВАННЯ ІНДЕКСУ РОЗВИТКУ ЕКОЛОГІЧНИХ СФЕР СЕРЕДНІХ МІСТ УКРАЇНИ

Клименко Л.В. – к.с.-г.н., докторантка,
доцент кафедри туризму та готельно-ресторанної справи,
Національний університет водного господарства та природокористування

У статті викладені результати обґрунтування математичної моделі прогнозування індексу розвитку екологічних сфер середніх міст України.

Як відомо, кожний населений пункт, місто можна розглядати як соціо-економіко-екологічну систему, яка базується на різних зовнішніх та внутрішніх чинниках, що визначають їхній розвиток, є і будуть завжди специфічними та індивідуальними.

Аналіз та оцінку станів екологічних сфер середніх міст здійснювали за критеріями: викиди в атмосферне повітря, використання води, поводження з відходами, рівень озеленення міста, витрати на природоохоронну діяльність.

Оцінку станів екологічних сфер середніх міст здійснювали за 7 індикаторами, кількісні значення яких були унормовані в шкалу від 0 до 1,0 з використанням формул для стимуляторів і дестимуляторів. На підставі статистичних даних за цими індикаторами був проведений регресійний і кореляційний аналіз, а на підставі метричних коефіцієнтів були відібрані індикатори, які найбільш результативно могли впливати на величину індексу розвитку екологічних сфер цих міст.

Багатофакторна лінійна регресія описує залежність індексу розвитку екологічних сфер середніх міст від 7 індикаторів, що характеризують: x_1 і x_2 – викиди в атмосферне повітря; x_3 , x_4 – використання води; x_5 – поводження з відходами; x_6 – рівень озеленення міста; x_7 – витрати на природоохоронну діяльність. Коефіцієнт детермінації багатофакторної лінійної регресії становить величину 0,976, а відхилення значень індексу розвитку екологічних сфер середніх міст, розрахованих за 7 індикаторами як середньоарифметичне, й індексами розвитку екологічних сфер міст, розрахованих за багатофакторною залежністю, не перевищують 0,64–6,9%.

Були також отримані математичні моделі, які описують вплив індексів розвитку екологічних сфер міст на інтегральний індекс сталого розвитку міст, який є величиною

середньоарифметичною з трьох індексів розвитку соціальної, економічної, екологічної сфер середніх міст, яка має вид прямої лінії, з коефіцієнтом детермінації та відхиленнями при їх порівнянні від 2,0 до 11%. Дана залежність може бути придатною для розрахунків інтегральних індексів сталого розвитку міст за показниками лише індексів розвитку екологічних сфер середніх міст України.

Ключові слова: екологічна сфера, індикатори, стимулятори, дестимулятори, математичні моделі, регресія, коефіцієнти кореляції, коефіцієнти детермінації.

Klymenko L.V. Prognostication model of the development index of the medium – sized cities ecological sphere of Ukraine

The article presents the results of the substantiation of the mathematical model for prognostication the development index of medium – sized cities ecological sphere of Ukraine.

The condition assessment of medium – sized city ecological sphere was carried out according to seven indicators, the quantitative values of which were normalized in the scale from 0 to 1,0 using the formulas for stimulants and destimulants.

On the basis of statistics regression and correlation analysis of these indicators was conducted, on the basis of matrix coefficient the indicators which could most efficiently influence the value of the index of the development of these cities ecological sphere were selected.

Multivariant linear regression describes the dependence of the development index of ecological sphere of medium – sized cities on seven indicators which characterize the following ones: x_1 and x_2 – emission info atmosphere, x_3 , x_4 – water use, x_5 – waste management, x_6 – the level of city greening, x_7 – expenses for environmental protection activity.

The determination coefficient of multivariate linear regression is 0,976, and the deviation of index values of the development of medium – sized cities ecological spheres, calculated according to multivariate dependence, do not exceed 0,64–6,9%.

Mathematical models that describe the influence, of development indices of medium – sized cities ecological sphere on integral index of sustainable cities development were obtained, which is the average arithmetic value in these development indices of social, economic, ecological sphere of medium – sized cities that has the appearance of a straight line, with determination coefficient and deviation while their comparing from 2,0 to 11%.

Key words: ecological sphere, indicators, stimulants, destimulants, mathematical model, regression, correlation coefficient, determination coefficient.

Вступ. У постанові Верховної Ради України «Про концепцію сталого розвитку населених пунктів» зазначається, що основними напрямками державної політики щодо забезпечення сталого розвитку населених пунктів є: узгодженість соціального, економічного, містобудівного та екологічного аспектів розвитку населених пунктів та оточуючих територій, раціональне використання земельних, водних, рекреаційних та інших природних ресурсів, створення умов для їх відновлення [1].

Як відомо, кожний населений пункт, місто можна розглядати як соціо-економіко-екологічну систему, яка базується на різних зовнішніх та внутрішніх чинниках, що визначають їхній розвиток, є і будуть завжди специфічними та індивідуальними.

Для імітації процесу функціонування соціо-економіко-екологічних систем і їхнього розвитку застосовують математичні моделі які дозволяють робити прогнози на ближню і віддалену перспективи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій В екологічних дослідженнях використовують математичні моделі які відтворюють (імітують) алгоритм функціонування соціо-економіко-екологічної системи, або її окремих сфер в часі, при різних поєднаннях значень її параметрів і зовнішнього середовища.

Вивченню проблеми моделювання, прогнозування забезпечення сталого розвитку присвячено ряд наукових публікацій знаних математиків і економістів:

Б. Карпінський, С. Божко [2, 3], Є. Брикун [4], В. Вітлінський [5], В. Гейне, Т. Клебанова, О. Черняк [6], П. Ковальчук [7], С. Поліщук, В. Долодаренко, Н. Чорнобровкіна та ін. [8], І. Ляшенко [9], З. Герасимчук, І. Кондіус [10].

Аналіз цих публікацій засвідчує, що більшість запропонованих авторами моделей носили глобальний характер і не завжди були враховані особливості розвитку міст [10].

Відтак, для моделювання і забезпечення сталого розвитку екологічної сфери міст виникає потреба в обґрунтуванні методів прогнозування, які найдоцільніше використовувати при короткостроковому прогнозі. З урахуванням унікальності міст у прогнозних розрахунках значимістю різних індикаторів, які враховуються при прогнозуванні сталого розвитку в конкретному місті будуть суттєво відрізнятися і насамперед кількісно. Відповідно для визначення ваги кожного з таких індикаторів доцільно застосовувати методи кореляції, а методи регресії слід використовувати для визначення залежностей між двома або більше змінними. Важливість цих завдань і обумовили вибір теми наших досліджень.

Мета роботи полягала в розробці моделі прогнозування індексу розвитку екологічної сфери середніх міст України.

Досягнення мети передбачало виконання наступних завдань: вибору індикаторів для характеристики екологічних сфер міст, переведення індикаторів у нормовану шкалу від 0 до 10, розрахунку індексів розвитку екологічної сфери міст, встановленню багатofакторної лінійної регресії для оцінки станів екологічних сфер міст, розрахунку математичної моделі для прогнозування змін індексів розвитку екологічних сфер міст на ближню перспективу.

Об'єкт дослідження – процеси змін, які відбуваються в екологічних сферах життєдіяльності середніх міст.

Предмет дослідження – індикатори, які характеризують стан екологічних сфер середніх міст, математичні моделі, які характеризують залежність індексу розвитку екологічних сфер середніх міст від індикаторів, модель прогнозування змін індексів розвитку екологічних сфер середніх міст.

Методи і методики досліджень. Використовувались методи: ретроспективного аналізу первинних статистичних індикаторів; оцінку рівня розвитку екологічних сфер здійснювали зведенням унормованих у шкалу від 0 до 1,0 індикаторів в індекс розвитку екологічних сфер (як середньоарифметичне) кореляційного і регресійного аналізу з використанням програм Microsoft Excel та Statistica.

Результатами досліджень. Аналіз та оцінку станів екологічних сфер середніх міст здійснювали за критеріями: викиди в атмосферне повітря (два індикатора); використання води (два індикатора); поводження з відходами (один індикатор); рівня озеленення міста (один індикатор); витрат на природоохоронну діяльність (один індикатор) (рис. 1).

При цьому набір індикаторів для аналізу визначали за ознаками важливості, наявності динамічних змін впродовж років.

X_1 – викидів забруднюючих речовин від стаціонарних джерел, кг/особу; X_2 – викидів забруднюючих речовин від пересувних джерел, кг/особу; X_3 – рівня використання свіжої води, м³/особу; X_4 – потужності очисних споруд, м³/особу; X_5 – утворення відходів I–III класів небезпеки, кг/особу; X_6 – загальної площі зелених масивів та насаджень, м²/особу; X_7 – капітальних інвестицій та поточних витрат на охорону навколишнього середовища, грн/особу.

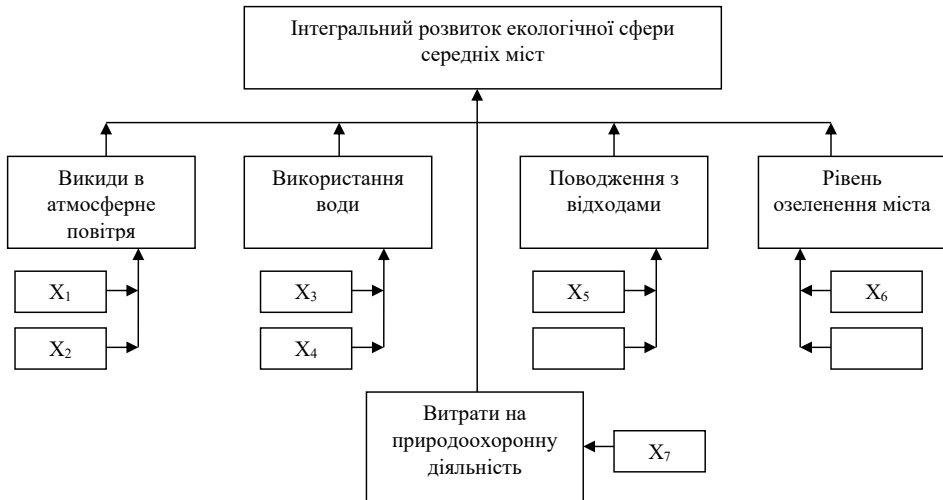


Рис. 1. Схема розрахунку інтегрального показника розвитку екологічної сфери середніх міст

Переведення індикаторів у нормований вигляд шкалу від 0 до 1,0 здійснювали за формулами:

для індикаторів стимуляторів

$$x_1 = \frac{N_i - N_{(min)}}{N_{(max)} - N_{(min)}}$$

для дестимуляторів

$$x_2 = \frac{N_{(max)} - N_i}{N_{(max)} - N_{(min)}}$$

де x_1 , x_2 – унормовані індикатори, які характеризують окремі критерії, одн.; $N_{(max)}$ – стимулятори, $N_{(min)}$ – дестимулятори – брали значення базових індикаторів, які відповідали кращим для середніх міст, одн.; N_i – фактичні значення індикаторів, одн.

За унормованими індикаторами нами були розраховані індекси розвитку екологічних сфер середніх міст, які за період 2017–2020 років коливались в діапазоні для Івано-Франківська від 0,563 до 0,781, Луцька від 0,461 до 0,55, Мелітополя від 0,654 до 0,57, Рівного від 0,41 до 0,36.

За результатами кореляційного і регресійного аналізу було встановлено, що між індикаторами, а саме: викидів забруднюючих речовин від стаціонарних джерел, кг/особу; викидів забруднюючих речовин від пересувних джерел, кг/особу; рівня використання свіжої води, м³/особу; потужності очисних споруд, м³/особу; утворення відходів I–III класів небезпеки, кг/особу; загальної площі зелених масивів та насаджень, м²/особу; капітальних інвестицій та поточних витрат на охорону навколишнього середовища, грн/особу та величинами індексів розвитку екологічних сфер середніх міст.

(РЕС) за період 2010–2020 років, встановлений слабкий, помірний і сильний (-0,37 – +0,76), а рівняння, які описують ці залежності мають вид прямих ліній (табл. 1).

Таблиця 1

Результати кореляційного і регресійного аналізу залежності індексу розвитку екологічної сфери від величини індикаторів

№ п/п	Назва індикатора	Вид рівняння, коефіцієнт кореляції, r	Коефіцієнт детермінації, R ²
1	Викиди забруднюючих речовин від стаціонарних джерел, кг/особу (-)	$y_1 = -0,0194x_1 + 0,672$ $r = -0,76$	0,575
2	Викиди забруднюючих речовин від пересувних джерел, кг/особу (-)	$y_2 = -0,0042x_2 + 0,775$ $r = -0,37$	0,137
3	Утворення відходів I–III класів небезпеки, кг/особу (-)	$y_3 = -0,0431x_3 + 0,664$ $r = -0,60$	0,362
4	Загальна площа зелених масивів та насаджень, м ² /особу	$y_4 = 0,0096x_4 + 0,244$ $r = 0,72$	0,515
5	Капітальні інвестиції та поточні витрати на охорону навколишнього середовища, грн/особу	$y_5 = 0,0003x_5 + 0,467$ $r = 0,61$	0,377

Примітка: (-) – показник дестимулятор

Слабкий зв'язок був встановлений для індикатора викидів забруднюючих речовин від стаціонарних джерел (-0,37). Сильний зв'язок був виявлений для індикаторів викидів забруднюючих речовин від стаціонарних джерел та загальної площі зелених масивів та насаджень -0,76 і +0,72 відповідно.

Для індикаторів утворення відходів I–III класів небезпеки -0,60 та капітальних інвестицій та поточні витрати на охорону навколишнього середовища +0,60 тіснота взаємозв'язків їх з індексом розвитку екологічних сфер середніх міст відповідала помірному рівню (табл. 1).

Виявлення зв'язків між індикаторами та величинами ІРЕС, від помірних до сильних, було підставою для включення їх до вибірок проведення багатofакторного кореляційного та регресійного аналізу. Як свідчать розрахунки залежність між величинами ІРЕС сфер середніх міст за період 2010–2020 роки з 7 індикаторами, які характеризують стан екологічних сфер цих міст, описується багатofакторною лінійною регресією, яка має вид:

$$\text{ІРЕС} = 1,32 + 0,005x_1 + (-0,014x_2) + (-0,00026x_3) + (-0,00063x_4) + (-0,036x_5) + 0,0043x_6 + 0,00033x_7 \quad (1)$$

При коефіцієнті R²=0,976

Висновок підсумків.

Регресійна статистика

Множинний R	0,987688682
R-квадрат	0,975528932
Нормований R-квадрат	0,918429774
Стандартна помилка	0,041562172
Спостереження	11

Дисперсійний аналіз

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	Значення <i>F</i>
Регресія	7	0,206587939	0,029512563	17,08482	0,020043
Залишок	3	0,005182243	0,001727414		
Разом	10	0,211770182			

Аналіз отриманого багатofакторного регресійного рівняння суттєвий вплив на ІРЕС здійснюють 7 індикаторів, а саме: x_1 – викиди забруднюючих речовин від стаціонарних джерел, кг/особу; x_2 – викиди забруднюючих речовин від пересувних джерел, кг/особу; x_3 – рівня використання свіжої води, м³/особу; x_4 – потужності очисних споруд, м³/особу; x_5 – утворення відходів I-III класів небезпеки, кг/особу; x_6 – загальної площі зелених масивів та насаджень, м²/особу; x_7 – капітальних інвестицій та поточних витрат на охорону навколишнього середовища, грн./особу.

Проведені розрахунки та порівняння ІРЕС засвідчують, що середні міста впродовж 2010–2020 років характеризуються, а саме: позитивною динамікою змін Івано-Франківськ (+0,214 у 2017 р.) і (+0,004 у 2020 р.); Луцьк (+0,02 у 2017 р.) і (+0,068 у 2020 р.); та негативною Мелітополь (-0,084 у 2017 р.); Рівне (-0,026 у 2017 р.) і (-0,024 у 2020 р.). Ця динаміка змін ІРЕС обумовлюється деяким зростанням кількісних індикаторів стимуляторів у Івано-Франківську, Луцьку і зменшенням показників дестимуляторів, що і обумовлює для цих міст конкурентні переваги (табл. 2).

Таблиця 2

Аналіз динаміки змін індексів розвитку екологічної сфери середніх міст

Місто	Роки визначення				
	2010 р.	2017 р.		2020 р.	
Івано-Франківськ	0,563	0,777	+0,214	0,781	+0,004
Луцьк	0,461	0,482	+0,02	0,550	+0,068
Мелітополь	0,654	0,570	-0,084		
Рівне	0,410	0,384	-0,026	0,360	-0,024

Примітка: 2 – величина ІРЕС середньоарифметичне з 7 унормованих індикаторів, одн; 3 – зміна ІРЕС у часі, одн.

Поряд з цим нами проведена перевірка придатності багатofакторної лінійної регресії ІРЕС, яка розроблена для прогнозування цього показника за 7 індикаторами результати якої представлено у таблиці 2. Як видно з таблиці 2 розраховані показники ІРЕС за залежністю (1) у порівнянні з показником індексу розвитку екологічних сфер середніх міст (середньоарифметичного) розрахованого за значеннями індикаторів унормованих у шкалу від 0 до 1,0 відхилення між показниками які аналізуються не перевищує у 2010 році 6,9% 2017 році 5,8% і 2020 році – 3,45% (табл. 2). За відхилень до 7% багатofакторну лінійну залежність можна використовувати для розрахунку ІРЕС з використанням кількісних значень індикаторів, які наводяться (відображаються) у статзвітності.

Одночасно нами були (розраховані) встановлені залежності, які описують вплив ІРЕС середніх міст на інтегральний індекс сталого розвитку міст (ІСРМ) яка має вид:

$$y = 0,267 + 0,443x \quad (2)$$

при коефіцієнті кореляції $r =$
де y – розрахований ПСРМ, одн;
 x – розраховані ІРЕС середніх міст за індикаторами переведених у шкалу від 0 до 1,0 як середньоарифметичне, одн.;

Результати перевірки придатності отриманої залежності 2 для прогнозних розрахунків ПСРМ лише за ІРЕС середніх міст представлена у таблиці 3.

Таблиця 3

Результати перевірки придатності багатофакторної лінійної регресії для прогнозування індексу розвитку екологічної сфери середніх міст

Місто	Роки визначення					
	2010 р.		2017 р.		2020 р.	
Івано-Франківськ	0,563	+1,07	0,777	+0,64	0,781	-2,05
	0,569		0,782		0,765	
Луцьк	0,461	-5,42	0,482	+5,8	0,550	+3,45
	0,436		0,510		0,569	
Мелітополь	0,654	-6,88	0,570	+5,4		
	0,609		0,601			
Рівне	0,410	+2,4	0,384	-1,04	0,360	-2,5
	0,420		0,380		0,351	

Примітка: 2 – чисельник величина ІРЕС середньоарифметичне вираховане з унормованих індикаторів; знаменник величини ІРЕС розрахований за формулою (1); 3 – відхилення між ІРЕС, %.

Таблиця 4

Результати перевірки придатності залежності прогнозу величин ПСРМ за показниками ІРЕС

Місто	Роки визначення								
	2010 р.			2017 р.			2020 р.		
Івано-Франківськ	0,623	0,52	-16,5	0,694	0,61	-12,1	0,680	0,61	+5,2
Луцьк	0,504	0,47	-6,8	0,490	0,48	-2,0	0,459	0,51	+10,9
Рівне	0,478	0,45	-5,9	0,495	0,44	-11,2	0,418	0,43	+2,9

Примітка: 2 – величини ПСРМ, одн.; 3 – величини показники ПСРМ розраховані за залежністю 2, одн.; 4 – відхилення, %.

Як видно з таблиці 4 розраховані показники величин ПСРМ за показниками ІРЕС екол.С середніх міст з використанням залежності 2 відрізняються між собою на величину, а саме: Івано-Франківську від – 16,5% у 2010 році – 12,1% у 2017 році і +5,2% у 2020 р.; Луцьку – 6,8% у 2010 році, – 2,0% у 2017 році +10,9% у 2020 році; Рівному – 5,9% у 2010 році, – 11,2% у 2017 році +2,9% у 2020 році. Враховуючи, що переважна більшість відхилень при розрахунку показника ПСРМ за даними показників ІРЕС не перевищує 11% залежність 2 може використовуватися для прогнозування інтегрального індексу сталого розвитку середніх міст лише за розрахованими ІРЕС середніх міст.

Висновки. Залежність між величинами індексами розвитку екологічних сфер середніх міст за період 2010–2020 роки з 7 унормованими у шкалу від 0 до 1,0 індикаторами, які характеризують стан екологічних сфер цих міст, описується математичною моделлю, яка має вид багатофакторної лінійної регресії при коефіцієнті детермінації 0,976.

Отримана багатофакторна лінійна регресія є статистично достовірною при діапазоні похибок від 1,04 до 6,88% є придатною для прогнозування величин ІРЕС середніх міст за 7 унормованих індикаторів, які характеризують екологічну сферу цих міст України.

Залежність між величинами інтегральними індексами сталого розвитку міст, за період 2010–2020 років, та індексами розвитку екологічних сфер середніх міст України описується математичною моделлю, яка має вид прямої лінії при коефіцієнті детермінації

Отримана залежність у вигляді зростаючої прямої лінії є статистично достовірною при діапазоні похибок від 2,0 до 11,2% і може бути придатною для розрахунків інтегральних індексів сталого розвитку міст за показниками лише індексів розвитку екологічних сфер середніх міст України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Постанова Верховної Ради України «Про концепцію сталого розвитку населених пунктів» 24 грудня 1999 року № 1359 – XIV.
2. Карпінський Б.А., Божко С.М. Продуктивність і сталий розвиток економіки: монографія, Львів: Вид-во «Логос», 2004. 274 с.
3. Карпінський Б.А., Божко С.М. Сталий розвиток економіки: узагальнена модель : монографія, Львів : Вид-во «Логос», 2005. 256 с.
4. Брикун С.В. Моделювання страхового механізму компенсації еколого-економічних збитків: монографія. Харків: Форт, 2004. 256 с.
5. Вітлінський В.В. Моделювання економіки: навч. посібник. К.: КНЕУ, 2003. 408 с.
6. Моделі і методи соціально-економічного прогнозування: підручник/ В.М. Гейць, Т.С. Клебанова, О.І. Черняк та ін. Харків: В.Д. «ІНЖЕК», 2005. 396 с.
7. Ковальчук П.І. Моделювання і прогнозування стану навколишнього середовища: навч. посібник. К : Либідь, 2003. 208 с.
8. Систематичний аналіз і моделювання у розв'язанні проблем сталого розвитку території/ С.З. Поліщук, В.О. Долодаренко, Н.А. Чорнобровкіна та ін. Дніпропетровськ: Поліграфіст, 2001. 133 с.
9. Лященко І.М. Економіко-математичні методи та моделі сталого розвитку. К.: Вища школа, 1999. 236 с.
10. Теоретичні та прикладні засади прогнозування стійкого розвитку регіону: Монографія. Луцьк : «Надстир'я», 2010. 412 с.

УДК 620:92

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.37>

ОБҐРУНТУВАННЯ МОЖЛИВОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ ГРАНУЛЬОВАНОГО ПАЛИВА З ТВЕРДИХ КОМУНАЛЬНИХ ВІДХОДІВ

Ковальов М.М. – к.с.-г.н., доцент,

керівник наукових лабораторій промислового ґрибівництва та технологій захисту культивованих ґрибів, а також ґідропонного вирощування овочів в купольній теплиці, доцент кафедри загального землеробства, Центральноукраїнський національний технічний університет

Медведєва О.В. – к.б.н., доцент,

завідувач кафедри екології, охорони навколишнього середовища та здорового способу життя,

Цentrальноукраїнський національний технічний університет

Кириченко А.М. – д.т.н., професор,

професор кафедри машинобудування, мехатроніки і робототехніки,

Цentrальноукраїнський національний технічний університет

Мірзак Т.П. – асистент кафедри екології, охорони навколишнього середовища та здорового способу життя,

Цentrальноукраїнський національний технічний університет

В статті експериментально досліджено та обґрунтовано особливості виготовлення паливних брикетів з твердих комунальних відходів та використання в якості сполучного компоненту картону та картопляного крохмалю. Однією з головних проблем сучасного виробництва є проблема відходів. В той же час тверді комунальні відходи – це проблема, яку ми можемо перетворити в джерело додаткового доходу. Дослідження питання оцінки екологічної ефективності використання паливних гранул дає змогу забезпечити більш раціональне використання твердих комунальних відходів, а також екологічно безпечного способу виробництва альтернативного палива та шляхів вирішення проблеми із забрудненням навколишнього середовища. Найбільш поширеним методом формування при виготовленні паливних гранул є пресування продавлювання сировини через канали матриці циліндричними роликками. Ефективність даного методу залежить від фізико-механічних властивостей вихідної деревної сировини, технологічних режимів та умов перебігу процесу гранулювання.

Одним з поширених видів енергоресурсів, що активно використовуються, є паливні гранули (пелети). Споживання паливних гранул збільшується постійно, особливо в умовах, в яких зараз знаходиться Україна.

Результати виконаних досліджень мають як фундаментальний, так і прикладний характер, і можуть бути використані для розуміння фізико-механічних та теплових процесів, що відбуваються при отриманні паливних гранул на основі твердих комунальних відходів, а також необхідні на стадіях проектування та експлуатації пресувальних пристроїв з плоскими матрицями та теплогенеруючих установок підприємств, що мають низьке енергоспоживання та забезпечують високу якість готового продукту.

Виконані експериментальні дослідження теплотехнічних та технологічних властивостей виготовлених зразків гранульованого палива на основі твердих комунальних відходів та сполучних компонентів з картону та картопляного крохмалю дозволили надати рекомендації щодо використання місцевих видів твердих комунальних відходів у паливно-енергетичному комплексі Кіровоградської області.

Ключові слова: паливні гранули, тверді комунальні відходи, опале листя, кавовий жом, пластмаси, сполучні компоненти.

Kovalov M.M., Medvedieva O.V., Kyrychenko T.P., Mirzak A.M. Justification of the possibility of producing granular fuel from solid municipal waste

The article experimentally investigates and substantiates the peculiarities of the production of fuel briquettes from solid municipal waste and the use of cardboard and potato starch as a binding component. One of the main problems of modern production is the problem of waste. At the same time, municipal solid waste is a problem that we can turn into a source of additional income. The study of the issue of evaluating the environmental efficiency of the use of fuel pellets makes it possible to ensure a more rational use of municipal solid waste, as well as an environmentally safe way of producing alternative fuel and ways to solve the problem of environmental pollution. The most common method of forming in the production of fuel pellets is the pressing of raw materials through the channels of the matrix with cylindrical rollers. The effectiveness of this method depends on the physical and mechanical properties of the original wood raw material, technological modes and conditions of the granulation process.

One of the common types of energy resources that are actively used are fuel granules (pellets). The annual consumption of fuel pellets increases every year, especially against the background of a full-scale invasion by a terrorist state. The results of the performed research are of both fundamental and applied nature, and can be used to understand the physical, mechanical and thermal processes that occur during the production of fuel pellets based on solid municipal waste, and are also necessary at the stages of design and operation of pressing devices with flat matrices and heat-generating plants of enterprises that have low energy consumption and ensure high quality of the finished product.

Conducted experimental studies of thermotechnical and technological properties of manufactured samples of granulated fuel based on solid municipal waste and binding components made of cardboard and potato starch made it possible to provide recommendations for the use of local types of solid municipal waste in the fuel and energy complex of the Kirovohrad region.

Key words: *fuel pellets, solid municipal waste, fallen leaves, coffee pulp, plastics, binding components.*

Постановка проблеми. Переробка та утилізація відходів є однією з найактуальніших проблем сьогодення не тільки в Україні, а й в більшості країн світу. Досить актуальною ця проблема є для обласних та густонаселених міст, де накопичується величезна кількість твердих комунальних відходів (ТКВ). Щороку в нашій країні накопичується більше 12 мільйонів тонн ТКВ, з яких лише 3 % переробляються, що є неприпустимим. Решта відходів вивозиться на спеціальні полігони або на звалища, які займають площу у 167 тис. га. Останні підрахунки свідчать, що на цій площі вже зосереджено близько 30 млрд тонн відходів [1, с. 11]. Відмінною рисою ТКВ є те, що вони містять високий відсоток паливної складової, що міститься в таких компонентах як гума, папір, полімери, дерево та інше. У зв'язку з цим останнім часом з'явилася велика кількість технологічних рішень, спрямованих на використання відходів в якості джерела енергії [2, с. 40]. Ця ідея є вирішенням двох найпоширеніших проблем нашого часу: отримання енергії та утилізації відходів. Звичайно ж, спалювання ТКВ має не лише переваги, а й суттєві негативні наслідки, складнощі у здійсненні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У багатьох країнах світу проводяться дослідження щодо отримання високоякісного палива, яке буде відновлюваним і матиме низьку собівартість [3, с. 54]. Розробку технологій переробки відходів необхідно проводити з урахуванням комплексного використання сировини та її екологічної безпеки. На сьогоднішній день таким вимогам задовольняє біопаливо, яке отримують за рахунок переробки відходів.

Для отримання біопалива застосовують технологію брикетування з попереднім сортуванням та подрібненням відходів, що надходять на сміттесортувальні комплекси [4, с. 78].

Паливні брикети являють собою спресовані відходи з певним компонентним складом. Перевагами використання паливних брикетів є такі аспекти, як велика

об'ємна щільність енергії, висока теплопровідність, постійність теплоти згоряння протягом усього часу горіння, зменшення негативного впливу на навколишнє середовище в порівнянні з твердими копалинами [5, с. 17].

Найбільш поширені паливні брикети, виготовлені з відходів деревопереробки та сільського господарства, але це не дозволяє вирішити проблему накопичення твердих побутових відходів, що утворюються в умовах міста.

Постановка завдання. На відміну від паливних брикетів, виготовлених з деревини, в яких міститься лігнін та смоли, для виготовлення паливних брикетів з ТКВ необхідно застосовувати сполучні компоненти. При цьому необхідно враховувати, що сполучні речовини, що використовуються, не повинні знижувати якість палива. В якості сполучних компонентів використовувалися картон та крохмаль внаслідок їхньої доступності.

Метою дослідження є підвищення якості горіння брикетів твердих комунальних відходів, зокрема в початковій фазі, шляхом оптимізації їх технологічних параметрів пресування.

Для проведення експериментальних досліджень сполучних компонентів в паливних брикетах, виготовлених з ТКВ, були приготовлені 6 зразків розмірами $10 \times 15 \times 1,5$ см масою 100 г. Брикети були виготовлені шляхом перемішування складових компонентів, потім отримана маса укладена у спеціально підготовлену форму, зверху покладений гніт в якості пресу. Зразки після пресування були відправлені до сушильної шафи. Сушіння проводилося при температурі 200°C протягом 45 хвилин.

Схема досліджу:

зразок 1 – 50 г ТКВ; 40 г пластику; 10 г картон (контроль);

зразок 2 – 50 г ТКВ; 40 г кавовий жом; 10 г картон;

зразок 3 – 50 г ТКВ; 40 г опалого листя; 10 г картон;

зразок 4 – 50 г ТКВ; 40 г пластику; 10 г картопляний крохмаль;

зразок 5 – 50 г ТКВ; 40 г кавовий жом; 10 г картопляний крохмаль;

зразок 6 – 50 г ТКВ; 40 г опалого листя; 10 г картопляний крохмаль.

В процесі проведення науково-дослідних робіт було виконано комплексний аналіз паливних гранул, отриманих за допомогою пресів із циліндричними та плоскими матрицями. Для випробування сферичних брикетів на міцність було створено прилад на базі настільного свердлувального верстата [6, с. 65].

Для визначення показників стирання, механічної міцності і щільності використовували загальноприйняті методи [7, 8, 9]. Статистична обробка отриманих даних проводилася за методикою дисперсійного аналізу [10, с. 51].

Виклад основного матеріалу дослідження. Головними факторами, що ускладнюють використання в енергетиці ТКВ, є висока вологість, низька енергетична щільність та теплота згоряння, а також неоднорідний гранулометричний склад. Для ТКВ на робочу масу складає $Wr = 60\text{--}64\%$. Високий вологовміст ТКВ пояснюється як специфічністю матеріалу, так і умовами транспортування. Підвищений вміст вологи знижує рухливість частинок палива аж до повної втрати ними сипучості, що призводить до значних проблем при їх транспортуванні трактом паливоподачі [11].

Одним із завдань нашого дослідження є отримання дешевого у виробництві палива зі стабільно високими теплотехнічними та технологічними властивостями. Поруч з цим досить цікавим є добір вихідного матеріалу [12, с. 79; 13, с. 44]. Найбільшою мірою роль вихідного матеріалу виконує органічна складова ТКВ. Як правило, складування проводиться на певних відкритих ділянках, де відходи

піддаються впливу навколишніх природних факторів, під впливом яких відбувається старіння та гниття органічної складової ТКВ. Виникає питання можливості застосування такої сировини для виробництва паливних гранул. Сировинний баланс ТКВ Кіровоградської області звичайно схиляється у бік використання власне органічної складової цих відходів, але існує і успішно функціонує ряд виробництв, які використовують інші види наповнювачів, наприклад, опале листя або кору листяних та хвойних порід дерев. Дослідження можливості використання їх як сировини також викликає інтерес.

Відповідно до методики виконано ряд аналітичних досліджень з визначення стирання та механічної міцності паливних гранул, виготовлених з різних типів наповнювачів. Отримані результати представлені у таблиці 1.

Таблиця 1

Стирання та механічна міцність гранульованого палива

Склад паливного брикету	відносна вологість, w^r , %	механічна міцність, DU %	стирання, %
ТКВ + пластик + картон	6,74	99,08	0,92
ТКВ + кавовий жом + картон	7,5	99,29	0,71
ТКВ + опале листя + картон	7,6	99,00	1,00
ТКВ + пластик + картопляний крохмаль	3,57	97,73	2,27
ТКВ + кавовий жом + картопляний крохмаль	5,47	98,65	1,35
ТКВ + опале листя + картопляний крохмаль	8,19	98,81	1,19

Результати узагальнення експериментальних даних щодо впливу вологості гранульованого палива, отриманого з ТКВ, на його механічну міцність представлені на рис. 1. При побудові цієї залежності результати, похибка визначення яких перевищувала 1 %, не враховувалися.

Отримана залежність може бути описана поліномом другого ступеню і має точку максимуму при відносній вологості $\sim 7,2$ %. Аналіз графіка показав, що в діапазоні відносної вологості 5,0–9,5 % паливні гранули мають найвищі характеристики міцності, що відповідають першому класу міцності ENplus A₁ ($DU \geq 98,0$ %). При зменшенні відносної вологості до 3,57 % гранули, вироблені з ТКВ та гумою в якості наповнювача, мають високий ступінь міцності ($DU = 97,73$ %), що відповідає вимогам європейського стандарту для паливних гранул промислового призначення, класу ENplus B. З подальшим збільшенням вологості механічна міцність знижується, а якість гранул не відповідає стандартам.

Використання картону в якості сполучного компоненту біопалива дозволяє підвищити міцність та стійкість гранул до впливу вологи. Так, при масовій частці картону ~ 10 % механічна міцність мала максимальні значення і складала $DU = 99$ % при $W^r = 6,7$ – $7,6$ %, тобто зросла приблизно на 1,1 %. При використанні картопляного крохмалю в якості сполучного компоненту механічна міцність та вологість коливалися в широких межах – при відносній вологості від 3,57 до 8,19 % міцність складала $DU = 97,73$ – $98,81$ %.

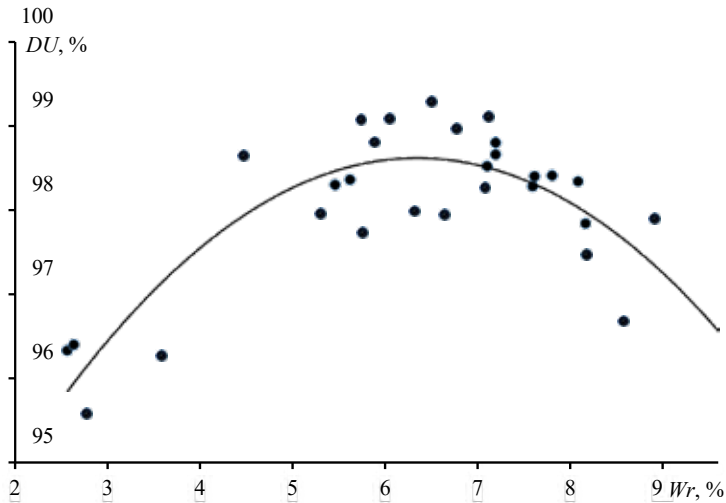


Рис. 1. Залежність механічної міцності гранул від вологості

Визначення теплоти згоряння здійснювалося відповідно до ДСТУ ISO 1928:2006 [9]. Експериментальні дослідження показали, що середнє значення нижчої теплоти згоряння на горючу масу для паливних гранул, вироблених з ТКВ, де в якості сполучного компоненту використовували картопляний крохмаль, складає $Q_{daf} = 12,78$ МДж/кг. Найнижча теплота згоряння на горючу масу для паливних гранул, де в якості сполучного компоненту використовували картон, має більш високі значення: 16,62 МДж/кг, що на 23,1 % більше, ніж у гранул з картопляним крохмалем. Дослідження елементного складу показало, що у картоні дещо більший вміст водню та вуглецю, що забезпечило більшу теплоту згоряння на горючу масу в порівнянні з крохмалем.

Визначення елементного складу (див. табл. 2) проводилося на автоматизованому аналізаторі Euro EA-3000, що представляє новий стандарт аналізу CHNS (вуглецю, водню, азоту та сірки).

Таблиця 2

Вміст вуглецю та водню на суху масу

Вид сполучного компоненту	Показник	
	вуглець, %	водень, %
Картон	51,53	7,55
Картопляний крохмаль	51,40	7,15

Результати експериментальних досліджень показали, що нижча теплота згоряння паливного брикету Q_d становить: для зразка № 1 15,47 МДж/кг, для зразка № 2 15,99 МДж/кг, для зразка № 3 16,78 МДж/кг, для зразка № 4 11,91 МДж/кг, для зразка № 5 12,07 МДж/кг, для зразка № 6 12,21 МДж/кг (див. рис. 3).

При виробництві паливних брикетів для внутрішнього ринку можуть бути використані ТКВ з полігонів, де вони зберігалися тривалий час [14, с. 306; 15, с. 16]. Нижча теплота згоряння на горючу масу для паливних гранул, вироблених з ТКВ,

де в якості сполучного компоненту використовували картопляний крохмаль, що знаходилися у відвалі 7–10 місяців, складала $Q_{daf} = 0,14\text{--}0,16$ МДж/кг, а для паливних гранул, вироблених з ТКВ, де в якості сполучного компоненту використовували картон $Q_{daf} = 0,52\text{--}0,79$ МДж/кг.

Механічна міцність була близька до міцності гранул, отриманих зі свіжої сировини. Дані паливні гранули мали трохи менше вихід летких речовин, а також відрізнялися за кольором (див. рис. 3). Теплотехнічний аналіз ТКВ, що знаходилися у відвалі різний проміжок часу, підтвердив ці дані. Для зразка № 1 нижча теплота на горючу масу кожні півроку протягом періоду проведення досліджень підвищувалася в середньому на $\sim 0,47$ МДж/кг.

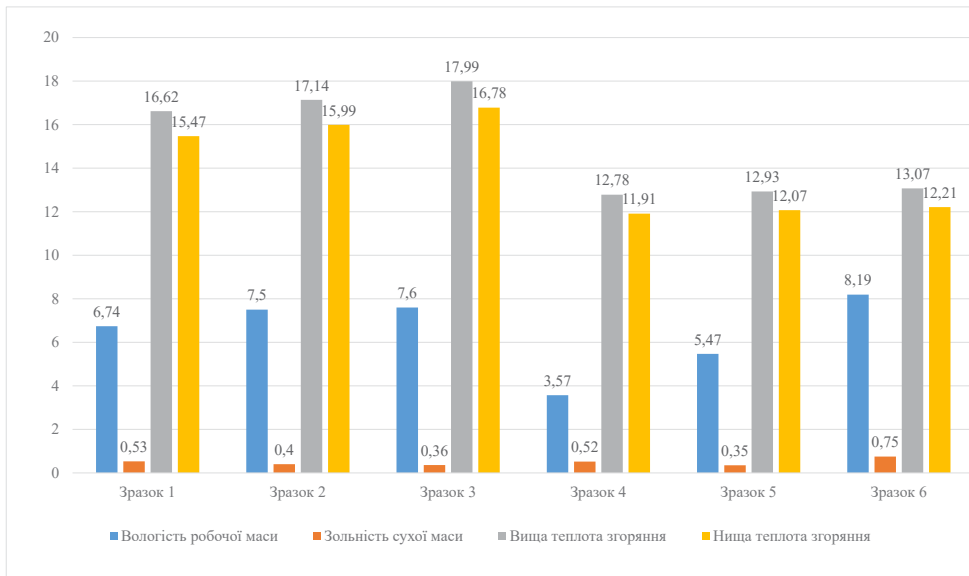


Рис. 2. Результати дослідження теплотехнічних властивостей паливного брикету



Рис. 3. Вихід летких речовин на горючу масу паливних гранул, $V_{daf}, \%$

Зразки № 2 та № 3 мають більш високу теплоту згоряння – 17,14 та 17,99 МДж/кг відповідно, ніж зразок № 1, так вища теплота згоряння на паливну масу для паливних гранул, зразка № 1, склала $Q_{def} = 16,62$ МДж/кг. Однак зольність (Ad) такого паливного брикету підвищується і може коливатися в межах від 0,36 до 0,75 %, при цьому вихід летких речовин знижується. Наведені значення зольності не перевищують граничне, встановлене європейським стандартом для промислових гранул класу EN plus A.

Експериментальні дослідження показали, що з ТКВ можуть бути отримані паливні гранули з досить високими технологічними показниками та стійкістю до дії вологи.

Висновки і пропозиції. Результати проведених досліджень показали, що вимоги стандартів є головними орієнтирами щодо граничних умов математичної моделі. До основних показників якості паливних гранул можна віднести стирання, механічну міцність і щільність, на величину яких впливають відносна вологість і параметри пресування, ступінь впливу яких слід оцінити експериментально при налагодженні робочих режимів дослідного прес-гранулятора.

Проведений аналіз зольності показав, що найкращим показником серед зразків має зразок № 3 (ТКВ + опале листя + картон) та № 5 (ТКВ + кавовий жом + картопляний крохмаль), трохи більший результат був отриманий для зразку № 2 (ТКВ + кавовий жом + картон). Значно більший вміст золи мають зразки № 1 (ТКВ + пластик + картон), № 4 (ТКВ + пластик + картопляний крохмаль) та № 6 (ТКВ + опале листя + картопляний крохмаль).

Аналіз теплотехнічних властивостей деревного палива показав, що найвищу теплоту згоряння мають зразки № 2 та № 3. Тому, враховуючи фізичні та теплотехнічні властивості цих варіантів досліду, можна стверджувати, що використання картону в якості сполучного компоненту для виготовлення паливних гранул є обґрунтованим. В якості сировини при виготовлення паливних гранул можна розглядати тверді комунальні відходи, що пролежали на полігоні тривалий час. Як показали дослідження, нижча теплота на пальне підвищується разом із терміном перебування відходів на полігоні. Гранули з такої сировини мають трохи менше вихід летких речовин, відрізняються темнішим кольором і можуть широко використовуватися на внутрішньому ринку енергоресурсів.

Найвищі показники якості гранул зосереджені в діапазоні відносної вологості 6,74–7,6 % при використанні в якості сполучного компоненту картону та 5,47–8,19 % при використанні в якості сполучного компоненту картопляного крохмалю. Ці результати повинні враховуватися під час вибору та попередньої обробки сировини перед пресуванням.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Коріненко Б. В., Худоярова О. С., Гура К. Ю., Ранський А. П. Циркулярна економіка та термохімічна конверсія твердих відходів. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2021, № 4, с. 7–19.
2. Кучерява І. М., Сорокіна Н. Л. Відновлювана енергетика в світі та Україні станом на 2019 р. – початок 2020 р. Гідроенергетика України, 2020, № 1–2, с. 38–44.
3. European Union Directive. Directive 2012/19/EU of the European parliament and of the council of 4 July 2012 on waste electrical and electronic equipment (WEEE). *Off. J. Eur. Union L* 2012, 197, 38–71.
4. Бондаренко Л. Ю., Стручаєв М. І., Вершков О. О., Філіпов Д. О. Підвищення ефективності використання відходів плодової деревини. Праці Таврій-

ського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. Вип. 21, Т.1. С. 74–83.

5. Єременко О. І., Василенков В. Є., Руденко Д. Т. Дослідження процесу брикетування біомаси шнековим механізмом, Науковий журнал «Інженерія природокористування», 2020. 3(17), С. 15–22.

6. Viktor Bokov, Oleh Sisa, Volodymyr Mirzak, Olha Medvedieva. Pressing Technology and Burning Quality of Spherical Fuel Briquettes Made From Autumn Leaves. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020, Vol. 1 (104), pp. 60–72 DOI: 10.15587/1729-4061.2020.198724.

7. ДСТУ EN 14774-1:2013 Тверде біопаливо. Визначення вмісту вологи. Метод висушування в сушильній шафі. Частина 1. Загальна волога. Стандартний метод (EN 14774-1:2009, IDT).

8. ДСТУ-П CEN/TS 15370-1:2013 Тверде біопаливо. Метод визначання характеристик плавкості золи. Частина 1. Метод характеристичних температур (CEN/TS 15370-1:2006, IDT).

9. Палива тверді мінеральні. Визначення найвищої теплоти згоряння методом спалювання в калориметричній бомбі та обчислення найнижчої теплоти згоряння. ДСТУ ISO 1928:2006 (ISO 1928:1995, IDT).

10. Яровий А. Т., Страхов Є. М. Багатомірний статистичний аналіз : начальнометодичний посібник для студентів математичних та економічних фахів. Одеса: Астропринт, 2015. 132 с.

11. Полігони для сміття в Україні будуватимуть по-новому: деталі. <https://www.unian.ua/ecology/10678716-poligoni-dlya-smitty-a-v-ukrajini-buduvatimut-povovomu-detali.html> (дата звернення 01.02.2024).

12. Клименко В. В., Кравченко В. І., Боков В. М., Гуцул В. І. Технологічні основи виготовлення біопалива з рослинних відходів та їх композитів: Монографія. /За ред. В.В. Клименка – Кропивницький: ПП «Ексклюзив-Систем», 2017. 162 с.

13. Прокіп А. В. Еколого-економічна оцінка заміщення невідновлюваних енергоресурсів біологічно відновлюваними: моногр. / А.В. Прокіп. Львів.: ЗУЦК, 2010. 212 с.

14. Сіса, О. Ф. Обробка електричною дугою матриць для брикетування. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: загальнодерж. міжвід. наук.-техн. зб. – Кіровоград: КНТУ, 2015. Вип. 45, ч. 1. С. 302–308.

15. Ранський А. П., Коріненко Б. В., Гордієнко О. А., Євдокименко Є. О., Альтернативна енергетика: отримання паливних брикетів із пірокарбону термострукції полімерних відходів. Вісник ВПІ, № 1, с. 13–20, Лют. 28, 2023. <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2023-166-1-13-20>.

УДК 57.083.1:631.147

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.38>

ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЕФЕКТИВНИХ МІКРООРГАНІЗМІВ (ЕМ)

Ковка Н.С. – асистент кафедри екології та охорони навколишнього середовища, Вінницький національний аграрний університет

ЕМ-технологія, виникла в Японії, отримала визнання як ключовий компонент національних стратегій у багатьох країнах, зокрема в США, Канаді, Німеччині та інших. Зростає кількість країн, які активно впроваджують цю технологію. Органічне сільське господарство широко поширюється, особливо в Європі, Північній Америці та Австралії. Наприклад, за останні 15 років в країнах ЄС кількість органічних господарств зростає більш ніж в 20 разів. В Австрії, Італії та Данії частка органічного землеробства вже перевищує 5%. Державні субсидії для органічного сільського господарства також значно зросли, підтримуючи фермерів, що застосовують ЕМ-технологію, і досягаючи суттєвого впливу на економіку цих країн.

У даній статті розглядаються теоретичні та практичні аспекти застосування технології ЕМ. На теоретичному рівні розглядаються основи біології ЕМ-мікроорганізмів, їхні властивості та механізми дії. На практичному рівні розглядаються методи застосування технології ЕМ у різних галузях сільського господарства, зокрема у рослинництві, тваринництві та садівництві.

Стаття показує, що технологія ЕМ є перспективною технологією, яка має широкий спектр застосування в сільському господарстві. Вона може бути використана для підвищення продуктивності сільськогосподарських культур, поліпшення якості продукції та зменшення використання пестицидів і мінеральних добрив.

У дослідженні також розглядаються можливі перспективи впровадження технології ЕМ у сільське господарство з метою стабілізації та підвищення виробництва сільськогосподарської продукції. Зазначається, що ефективне використання цієї технології може сприяти збалансованому використанню ресурсів та збереженню навколишнього середовища. Додатково, наголошується на необхідності подальших досліджень щодо оптимальних методів застосування ЕМ, а також їх впливу на різноманітні аспекти сільського господарства, щоб максимально використовувати потенціал цієї технології для досягнення сталого розвитку сільськогосподарського сектора.

Ключові слова: ефективні мікроорганізми, ґрунт, вода, рослини, сільське господарство.

Kovka N.S. Theoretical and practical aspects of application of the technology of effective microorganisms (EM)

EM technology, which originated in Japan, has been recognized as a key component of national strategies in many countries, including the United States, Canada, Germany, and others. The number of countries that are actively implementing this technology is growing. Organic farming is spreading widely, especially in Europe, North America and Australia. For example, over the past 15 years, the number of organic farms in EU countries has increased more than 20 times. In Austria, Italy and Denmark, the share of organic farming already exceeds 5%. Government subsidies for organic agriculture have also increased significantly, supporting farmers using EM technology and achieving a significant impact on the economies of these countries.

This article deals with the theoretical and practical aspects of EM technology application. At the theoretical level, the basics of the biology of EM microorganisms, their properties and mechanisms of action are considered. At the practical level, the methods of applying EM technology in various branches of agriculture, in particular in crop production, animal husbandry and horticulture, are considered.

The article shows that EM technology is a promising technology that has a wide range of applications in agriculture. It can be used to increase the productivity of agricultural crops, improve the quality of products and reduce the use of pesticides and mineral fertilizers.

The study also examines possible prospects for the introduction of EM technology in agriculture in order to stabilize and increase the production of agricultural products. It is noted

that the effective use of this technology can contribute to the balanced use of resources and the preservation of the environment. In addition, the need for further research on the optimal methods of EM application, as well as their impact on various aspects of agriculture, is emphasized in order to maximize the potential of this technology to achieve sustainable development of the agricultural sector.

Key words: *effective microorganisms, soil, water, plants, agriculture.*

Постановка проблеми. Проблема застосування технології ефективних мікроорганізмів (ЕМ) включає теоретичні та практичні аспекти. На теоретичному рівні важливо розглядати наукові засади функціонування ЕМ, їх взаємодію в різних середовищах та стандартизацію продукції. Також необхідно враховувати вплив ЕМ на ґрунт, рослини та екологічний аспект застосування.

З практичної точки зору, дослідження ефективності ЕМ в сільському господарстві важливо для визначення їхнього впливу на врожайність та якість продукції. Крім того, вивчення можливостей застосування ЕМ в інших галузях, таких як відходове управління та очищення стічних вод, також є актуальним. Економічний аналіз і соціальні впливи використання технології ЕМ також важливі для повноцінного оцінювання цієї технології і її майбутнього впровадження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженням даної теми займались багато вітчизняних та зарубіжних науковців, наприклад: Хіга та Парр (1994) вперше описали ефективні мікроорганізми (ЕМ). До складу ЕМ входять різні види мікроорганізмів, зокрема дріжджі (*Saccharomyces* spp.), фотосинтезуючі бактерії (*Rhodobacter sphaeroides*, *Rhodopseudomonas palustris*), лактобацили (*Streptococcus lactis*, *Lactobacillus casei* і *Lactobacillus plantarum*) та актиноміцети (*Saccharomy* spp.) [3]. У науковій статті Ряполової І.О., Бурак В.Г. «Досвід застосування ЕМ-технологій у тваринництві» йдеться про дослідження та аналіз практичного використання ефективних мікроорганізмів (ЕМ) у тваринництві, зокрема їх вплив на здоров'я та продуктивність тварин, якість продукції тваринництва, а також екологічні аспекти [2]. У статті Зайцевої Т.М. «Вплив використання ЕМ-препаратів на вміст важких металів у ґрунті» досліджується вплив ефективних мікроорганізмів (ЕМ) на динаміку та вміст важких металів у ґрунті, а також оцінюється можливість використання ЕМ-препаратів для біоремедіації ґрунтів, забруднених важкими металами [1] та ін.

Постановка завдання. Наше завдання – узагальнення та систематизація теоретичних знань про технологію ЕМ.

Виклад основного матеріалу. У Японії виникла власна ЕМ-філософія, де препарати ефективних мікроорганізмів розглядаються як ніщо інше, як «жива вода», що має життєво важливий вплив на навколишнє середовище. Ці засоби використовуються для здоров'я домашніх тварин, очищення приміщень та водойм, а також як біологічно активні добавки. Вони пригнічують розвиток шкідливих мікроорганізмів у ґрунті, захищають від захворювань, шкідників та небезпечних хімічних речовин, сприяють збільшенню врожаю, прискорюють дозрівання плодів і покращують їх смак, а також сприяють кращому збереженню продуктів. Використання ефективних мікроорганізмів дозволяє уникнути глибокого виору землі та хімізації сільського господарства, забезпечуючи вирощування здорових культур, захищаючи ґрунт від надмірного використання добрив і засобів захисту від шкідників у саді.

Україна також відзначається у розробці технологій застосування ефективних мікроорганізмів, з Петром Шабліним на чолі цього руху. ЕМ-препарати містять корисні штами бактерій, які здатні до фотосинтезу, молочнокислих бактерій,

дріжджів та інших мікроорганізмів, що налічують понад 80 видів. Розчин ефективних мікроорганізмів можна використовувати в сільському господарстві, тваринництві, плодівництві, у виробництві кормів для тварин, для рекультивації земель, очищення стічних вод та переробки відходів.

Сільське господарство є однією з найважливіших галузей економіки будь-якої країни. Воно забезпечує продовольством населення, сировиною для промисловості та іншими важливими ресурсами. У сучасних умовах сільське господарство стикається з низкою проблем, таких як: зниження родючості ґрунтів, забруднення ґрунтів і води, зростання захворюваності рослин та зниження якості сільсько-господарської продукції.

Для вирішення цих проблем використовуються різні технології, зокрема біологічні технології. Однією з перспективних біологічних технологій є технологія ефективних мікроорганізмів (ЕМ).

Технологія ЕМ є біологічною технологією, яка використовує сукупність мікроорганізмів для поліпшення якості ґрунту, води та рослин. ЕМ-мікроорганізми є природними мікроорганізмами, які мають широкий спектр корисних властивостей, таких як: розклад органічних речовин, синтез біологічно активних речовин, підвищення імунної системи рослин та протидія патогенам.

ЕМ-технології є дуже ефективними для підвищення врожайності у сільському господарстві. Замочування насіння може збільшити урожайність вдвічі, одноразове обприскування рослин у ранні стадії росту призводить до зростання врожаю на 30%, а регулярне щотижневе обприскування може збільшити врожайність аж на 150% [7].

Ефективні мікроорганізми (ЕМ) – це мікроорганізми, які використовуються в сільському господарстві, екології та інших галузях для поліпшення ґрунту, збільшення урожайності, біологічного знезараження, компостування та інших корисних процесів. Основи біології ефективних мікроорганізмів охоплюють різноманітні аспекти (рис. 1):



Рис. 1. Аспекти біології ефективних мікроорганізмів

1. **Біорізноманіття** – сприяння збереженню та розвитку біорізноманіття мікроорганізмів у ґрунті та навколишньому середовищі. Це включає в себе вивчення різноманітних видів мікроорганізмів, їхніх функцій та взаємодій.

2. **Фізіологія мікроорганізмів** – розуміння основних фізіологічних процесів, таких як дихання, живлення, рост і розмноження, в контексті ефективних мікроорганізмів.

3. **Фіксація азоту та інші біологічні процеси** – вивчення механізмів фіксації азоту, біодеградації органічних речовин, симбіотичних та антагоністичних взаємодій між мікроорганізмами.

4. **Застосування в сільському господарстві** – розробка та впровадження методів використання ефективних мікроорганізмів для підвищення урожайності, збереження ґрунтового плідороддя, боротьби з хворобами та шкідниками.

5. **Біотехнологічні застосування** – дослідження можливостей використання ефективних мікроорганізмів у біотехнології, таких як очищення води, біодизельне виробництво та інші біотехнологічні процеси.

6. **Екологічна взаємодія** – розуміння впливу ефективних мікроорганізмів на екологічні системи та взаємодію з іншими організмами в навколишньому середовищі.

7. **Біологічне знезараження** – використання мікроорганізмів для біологічного знезараження ґрунту, води та інших середовищ від шкідливих забруднень та патогенних мікроорганізмів.

ЕМ має багато позитивних впливів на ґрунт, рослини та навколишнє середовище. Нижче наведено основні переваги ефективних мікроорганізмів (табл. 1).

Таблиця 1

Основні переваги використання ЕМ

Перевага	Опис
Підвищення продуктивності сільськогосподарських культур	ЕМ-мікроорганізми сприяють поліпшенню структури ґрунту, підвищенню його родючості та зменшенню захворюваності рослин. Це призводить до підвищення продуктивності сільськогосподарських культур.
Поліпшення якості сільськогосподарської продукції	ЕМ-мікроорганізми сприяють підвищенню вмісту поживних речовин, вітамінів та інших біологічно активних речовин у сільськогосподарській продукції. Це призводить до поліпшення її якості.
Зменшення використання пестицидів і мінеральних добрив	ЕМ-мікроорганізми сприяють підвищенню стійкості рослин до захворювань та шкідників. Це дозволяє зменшити використання пестицидів і мінеральних добрив.
Зменшення забруднення навколишнього середовища	ЕМ-мікроорганізми сприяють розкладанню органічних речовин, що сприяє зменшенню забруднення ґрунтів і води.

Джерело: побудовано авторами на основі даних [3, 5]

ЕМ-мікроорганізми приносять користь рослинам на всіх етапах їхнього розвитку, від проростання до дозрівання. Вони покращують фізичні, хімічні та біологічні властивості ґрунту, а також допомагають рослинам протистояти хворобам і шкідникам. Окрім того, ЕМ-мікроорганізми підвищують фотосинтетичну

активність рослин, що сприяє більш ефективному засвоєнню ними поживних речовин. Вони також покращують схожість і приживлюваність рослин, а також підвищують ефективність органічних добрив [6].

ЕМ-мікроорганізми використовуються для боротьби зі шкідниками та хворобами рослин. Вони підвищують конкуренцію корисних мікроорганізмів з патогенами, а також виробляють антибіотики та інші біоактивні речовини, які пригнічують розвиток хвороботворних мікроорганізмів. Крім того, ЕМ-мікроорганізми сприяють фіксації азоту в атмосфері, розкладаючи токсичні речовини, такі як інсектициди, і солюбілізують нерозчинні джерела мінеральних поживних речовин [7].

Зокрема, дослідження показали, що ЕМ-мікроорганізми можуть:

- Збільшити урожайність рослин на 10–20%.
- Поліпшити якість сільськогосподарської продукції, підвищивши вміст поживних речовин і вітамінів.
- Зменшити використання пестицидів, мінеральних добрив та важких металів [1].

ЕМ-мікроорганізми є представниками різних груп мікроорганізмів, таких як бактерії, актиноміцети, дріжджі та гриби. Вони мають широкий спектр властивостей, які обумовлюють їхню ефективність у сільському господарстві.

ЕМ-мікроорганізми мають високу активність у розкладанні органічних речовин, можуть розкласти різні органічні субстрати, такі як рослинні залишки, гній, послід та інші. Це сприяє поліпшенню структури ґрунту, підвищенню його родючості та зменшенню забруднення ґрунтів і води.

ЕМ-мікроорганізми також синтезують біологічно активні речовини, такі як фітогормони, амінокислоти, вітаміни та інші. Ці речовини сприяють росту і розвитку рослин, підвищують їхню імунну систему та захищають від патогенів.

У певних випадках, застосування біоаугментації цих ефективних мікробів може призвести до негативних результатів замість позитивних. Іноді вони також можуть випадково виступати як джерело негативних наслідків, таких як виклик хвороб рослин, утворення фітотоксичних компонентів, стимуляція організмів, які передаються в ґрунті, та пригнічення проростання насіння (Gunduz, 2018) [2].

У табл. 2, наведені негативні сторони використання ЕМ-мікроорганізмів.

Таблиця 2

Негативні сторони використання ЕМ-мікроорганізмів

Тип негативного впливу	Опис
Індукція захворювань рослин	ЕМ-мікроорганізми можуть продукувати фітотоксини, які можуть пошкоджувати рослини. Це може призвести до зниження врожайності або навіть загибелі рослин.
Створення фітотоксичних компонентів	ЕМ-мікроорганізми можуть розкласти органічні речовини, виділяючи при цьому фітотоксичні компоненти. Це може призвести до зниження якості сільськогосподарської продукції.
Стимуляція ґрунтових організмів	ЕМ-мікроорганізми можуть стимулювати ріст інших ґрунтових організмів, які можуть бути шкідливими для рослин. Це може призвести до зниження врожайності або навіть загибелі рослин.
Пригнічення проростання насіння	ЕМ-мікроорганізми можуть виділяти речовини, які пригнічують проростання насіння. Це може призвести до зниження врожайності.

Джерело: побудовано авторами на основі даних [4, 6]

Негативні сторони використання ЕМ-мікроорганізмів слід враховувати при їхньому застосуванні в сільському господарстві. Для мінімізації негативного впливу необхідно проводити подальші дослідження та розробляти ефективні методи використання ЕМ-мікроорганізмів.

Мікроорганізми відіграють важливу роль у кругообігу поживних речовин у ґрунті. Вони розкладають органічні речовини, такі як рослинні залишки, гній та послід, і перетворюють їх на поживні речовини, які рослини можуть використовувати.

Мікроорганізми також допомагають підтримувати здоров'я ґрунту. Вони виробляють ферменти, які розбивають органічні речовини, а також виділяють антибіотики, які допомагають захищати рослини від шкідників та хвороб. Гриби та бактерії в ґрунті взаємодіють один з одним, щоб розкласти органічні речовини та вивільнити поживні речовини. Рівень рН ґрунту також впливає на ці взаємодії. Якщо рН ґрунту занадто низький, це може призвести до зменшення кількості поживних речовин, доступних для рослин. Функції ґрунту можна класифікувати наступним чином (рис. 2):



Рис. 2. Функції ґрунту при застосуванні ЕМ-бактерій

– *Забезпечення поживними речовинами для росту рослин.* Ґрунт містить широкий спектр поживних речовин, які необхідні для росту рослин. Мікроорганізми допомагають рослинам отримувати ці поживні речовини, розкладаючи органічні речовини та вивільняючи поживні речовини в доступну для рослин форму.

– *Забезпечення повітря для коренів рослин.* Коріння рослин потребують кисню для дихання. Ґрунт з високою пористістю забезпечує кореням рослин достатньо кисню.

– *Відведення води з низьким вмістом поживних речовин.* Ґрунт допомагає відводити воду з низьким вмістом поживних речовин від коренів рослин. Це запобігає затопленню коренів і допомагає запобігти втраті поживних речовин.

– *Закріплення коренів рослин.* Ґрунт допомагає утримувати корені рослин на місці. Це важливо для запобігання ерозії ґрунту.

– *Забезпечення водою коріння рослин.* Грунт зберігає воду для рослин. Це важливо для забезпечення рослин водою в посушливих умовах.

Технологія ЕМ може застосовуватися в різних областях сільського господарства, зокрема:

– *Урожайні культури.* ЕМ-мікроорганізми можуть використовуватися для підвищення врожайності таких культур, як пшениця, рис, кукурудза, бавовна, соняшник та інші.

– *Овочівництво.* ЕМ-мікроорганізми можуть використовуватися для підвищення врожайності таких овочів, як помідори, огірки, капуста, картопля та інші.

– *Фруктові культури.* ЕМ-мікроорганізми можуть використовуватися для підвищення врожайності таких фруктових культур, як яблуні, груші, сливи, персики та інші.

– *Виноградарство.* ЕМ-мікроорганізми можуть використовуватися для підвищення врожайності винограду та поліпшення якості виноградного вина.

Технологія ЕМ може застосовуватися різними способами, зокрема:

- *Внесення ЕМ-суміші в ґрунт.* ЕМ-суміш може вноситися в ґрунт перед посадкою рослин, а також під час вегетації.

- *Обробка насіння ЕМ-сумішшю.* Насіння можна обробляти ЕМ-сумішшю перед посівом. Це сприяє підвищенню схожості насіння та приживаності рослин.

- *Обприскування рослин ЕМ-розчином.* ЕМ-розчин можна використовувати для обприскування рослин для захисту їх від хвороб і шкідників.

Ефективність застосування технології ЕМ залежить від багатьох факторів, зокрема:

- *Склад ЕМ-суміші.* На ефективність технології ЕМ впливає склад ЕМ-суміші, зокрема кількість і співвідношення різних видів мікроорганізмів.

- *Умови застосування ЕМ-суміші.* На ефективність технології ЕМ впливають умови її застосування, зокрема температура, вологість і кислотність ґрунту.

- *Вид рослини.* На ефективність технології ЕМ впливає вид рослини, для якої вона застосовується.

Загалом, застосування мікроорганізмів відіграють важливу роль у підтримці здоров'я ґрунту та продуктивності рослин. Вони допомагають розкласти органічні речовини, вивільняти поживні речовини, підтримувати здоров'я ґрунту та забезпечувати рослини водою та киснем.

Висновки і пропозиції. На основі проведеного дослідження було зроблені відповідні висновки: технологія ЕМ є перспективною для підвищення продуктивності сільського господарства та захисту навколишнього середовища. ЕМ-мікроорганізми мають ряд переваг, зокрема: сприяють поліпшенню структури ґрунту, підвищенню його родючості та зменшенню захворюваності рослин; підвищують фотосинтетичну активність рослин, що сприяє більш ефективному засвоєнню ними поживних речовин; допомагають рослинам протистояти хворобам і шкідникам та сприяють розкладанню органічних речовин, що сприяє зменшенню забруднення ґрунтів і води.

Також було відзначено, що ефективність застосування технології ЕМ залежить від багатьох факторів, зокрема: складу ЕМ-суміші; умов застосування ЕМ-суміші та виду рослини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Зайцева Т.М. Вплив використання ЕМ-препаратів на вміст важких металів у ґрунті. *Збалансоване природокористування*. 2018. № 1. С. 155-157.

2. Ряполова І.О., Бурак В.Г. Досвід застосування ЕМ – технологій у тваринництві. *Таврійський науковий вісник № 83*. С. 192-196.
 3. Gündüz G. (2011). Effective microorganisms (EM) technology in plants. *Education. Technology*, 14(4). 103-106.
 4. Higa T and Parr JF. (1994). Beneficial and Effective Microorganisms for a Sustainable Agriculture and Environment. INFRC (International Nature Farming Research Center), *Atami, Japan*. 17 p.
 5. Higa T. Application of effective microorganisms for sustainable crop production. URL: <http://www.emtrading.com/em/htmlpapers/kyusei1higa.html> (дата звернення: 22.12.2023).
 6. Higa T. Effectives microorganisms: A Biotechnology for mankind. Proceeding of the First International Conference on Kyusei Nature Farming. U.S. Department of Agricultural, Washington D.C., USA. 8-14. 1994a.
 7. Olle M. Effective microorganisms and their influence on vegetable production – a review. *Effective microorganisms in vegetable production*. 2013. № 88 (4). 380-386.
 8. Younas, T., Umer, M., Husnain Gondal, A., Aziz, H., Khan, M. S., Jabbar, A., Shahzad, H., Panduro-Tenazoa, N., Jamil, M., & Ore Areche, F. (2022). *A Comprehensive Review on Impact of Microorganisms on Soil and Plant*, *Journal of Bioresource Management*, 9 (2). 109-118.
-

УДК 630*521.1(477.42)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.39>

ЗМІНА ДІЕЛЕКТРИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ДЕРЕВ БЕРЕЗИ ПОВИСЛОЇ В УМОВАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПОЛІССЯ

Кратюк О.Л. – д.б.н., доцент,
професор кафедри лісівництва, лісових культур та таксації лісу,
Поліський національний університет
Іваненко І.І. – студентка II курсу магістратури факультету
лісового господарства та екології,
Поліський національний університет

Застосування електрофізіологічних показників для вивчення життєздатності дерев берези повислої у різних умовах місцезростання є перспективним напрямом лісівничо-фізіологічних досліджень на території України. Найбільш придатним для таких цілей є метод визначення показників імпедансу (R) та поляризаційної ємності (C) прикамбіальних тканин лубу. Вимірювання проводили аналоговим приладом Ф4320 за загальноприйнятою методикою Г.Т. Криницького. Дослідження проводили на території Житомирського лісництва ДП «Пулинський лісгосп АПК». Обстежено 100 модельних дерев упродовж трьох періодів вегетації (навесні, влітку та восени). У весняний період вимірювання проводили тричі, влітку на восени – по одному разу. Встановлено сезонні зміни діелектричних показників дерев берези повислої в умовах лісових насаджень та на колишніх сільськогосподарських землях упродовж вегетаційного періоду. Для поляризаційної ємності характерне поступове зростання показників із досягненням максимуму у період активної вегетації ($13,44 \pm 1,58$ nF для лісових насаджень та $14,90 \pm 0,78$ nF для деревостанів на колишніх сільськогосподарських землях), натомість у цей період спостерігаються мінімальні значення показників імпеданса ($16,75 \pm 1,42$ k Ω та $14,80 \pm 0,77$ k Ω відповідно). Закономірності зміни електрофізіологічних показників прикамбіальних тканин лубу мають характерні риси, які залежать від географічних особливостей розташування та походження березових деревостанів. На основі однофакторного дисперсійного аналізу, встановлено, що на сільськогосподарських землях фізіологічні процеси дерев берези повислої навесні протікають значно швидше та інтенсивніше у порівнянні з модельними деревами лісових насаджень, у літній період вони протікають з однаковою інтенсивністю, а восени швидкість сповільнення фізіологічних процесів знов значно вища у дерев берези повислої на сільськогосподарських землях. Отримані результати досліджень вказують, що така тенденція характерна як для показників поляризаційної ємності так і для імпеданса.

Ключові слова: береза повисла, *Betula pendula* Roth., поляризаційна ємність, імпеданс, умови місцезростання, Центральне Полісся.

Kratiuk O.L., Ivanenko I.I. Changes in dielectric parameters of Silver birch trees in the conditions of Central Polissia

The use of electrophysiological indicators to study the viability of Silver birch trees in different habitat conditions is a promising area of forestry and physiological research in Ukraine. The most suitable method for such purposes is the method of determining the impedance (R) and polarization capacitance (C) of the bast's near-cambial tissues. The measurements were carried out with an analog device F4320 according to the generally accepted method of G.T. Krynytsky. The study was conducted on the territory of the Zhytomyr forestry of the SE "Pulyny Agro forestry". 100 model trees were examined during three growing seasons (spring, summer and autumn). In the spring, the measurements were carried out three times, in summer and fall – once each. Seasonal changes in the dielectric properties of Silver birch trees in forest plantations and on former agricultural lands during the growing season were determined. The polarization capacitance is characterized by a gradual increase in values with a maximum during the active vegetation period (13.44 ± 1.58 nF for forest plantations and 14.90 ± 0.78 nF for stands on former agricultural lands), while the minimum values of impedance values

($16.75 \pm 1.42 \text{ k}\Omega$ and $14.80 \pm 0.77 \text{ k}\Omega$, respectively) are observed during this period. Patterns of changes in electrophysiological parameters of the bast's near-cambial tissues have characteristic features that depend on the geographical location and origin of birch stands. On the basis of a one-factor analysis of variance, it was found that on agricultural lands, the physiological processes of Silver birch trees in spring are much faster and more intense compared to model trees of forest plantations, in summer they proceed with the same intensity, and in autumn the rate of slowing down of physiological processes is again much higher in Silver birch trees on agricultural lands. The results of the study indicate that this trend is characteristic of both the polarization capacity and impedance.

Key words: Silver birch, *Betula pendula* Roth., polarisation capacity, impedance, habitat conditions, Central Polissia.

Постановка проблеми. Для вирішення сучасних проблем лісового господарства, першорядним є системне розуміння формування та функціонування лісових біогеоценозів, де одну з ключових ролей відіграє продуктивність лісових насаджень, яка тісно пов'язана із закономірностями росту та розвитку як насаджень загалом так і окремого дерева зокрема. Береза повисла (*Betula pendula* Roth.) цінна деревна порода, відома своїми унікальними можливостями пристосування до широкого спектру природних умов, а також швидкими темпами росту [5, 7]. Фізіологічні основи таких властивостей потребують ретельного вивчення, а їх результати стануть у нагоді для практичного застосування у подальших процесах заліснення деградованих територій. Це дуже важливо і актуально саме для майбутнього України, яка буде потребувати різноманітних механізмів відновлення території на яких проводилися активні бойові дії. Універсальне лісівниче значення берези повислої полягає в здатності до швидкої колонізації порушених ділянок, відіграючи вирішальну роль на перших етапах екологічних сукцесії.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Березові насадження України мають важливе лісівниче та екологічне значення [1, 3, 4, 12, 13, 15]. Практика їх вирощування стикається з різними проблемами погіршення санітарного стану [2, 16, 17, 19]. Для мінімізації лісгосподарських втрат моніторинг лісових насаджень потребує розробки та впровадження нових сучасних експрес методів оцінки життєздатності деревних порід. Наразі перспективним є практика вивчення різноманітних аспектів функціонування лісових біогеоценозів прикладними та теоретичними методами електрофізіології [10, 18]. Досі цілеспрямовані дослідження електрофізіологічних показників дерев берези повислої на території України не проводили. Відомі лише уривчасті дані про показники активного опору та поляризаційної ємність підросту берези повислої на вітровальних ділянках Карпат [11]. Досліджуючи особливості природного заліснення сільськогосподарських земель Північного заходу Поділля В.К. Заїка та Г.Т. Криницький [6], поряд з дослідженням лісівничо-таксаційних та морфо-фізіологічних особливостей лісових насаджень вивчали діелектричні показники берези повислої. Проте акценти на дослідженні саме берези повислої не були сфокусовані. Окремі дослідження щодо вивчення впливу механічного пошкодження на життєздатність дерев берези повислої були проведені магістрантами Поліського національного університету [8, 14].

Таким чином, на нашу думку, застосування діелектричних показників для вивчення життєвих функцій дерев берези повислої є перспективним напрямом лісівничо-біологічних та лісівничо-фізіологічних досліджень у межах України.

Постановка завдання. Визначити вплив умов місцезростання на діелектричні показники дерев берези повислої в умовах Житомирського лісництва ДП «Пулинський лісгосп АПК».

Об'єкт дослідження – процес росту чистих деревостанів берези повислої на території Центрального Полісся. *Предметом дослідження* – є закономірності зміни електрофізіологічних показників (імпеданса та поляризаційної ємності) дерев берези повислої у різних типологічних умовах місцезростання упродовж вегетаційного періоду.

Для визначення інтенсивності процесів життєдіяльності берези повислої у різних умовах місцезростання використали діелектричні показники імпеданс (R) та поляризаційну ємність (C) прикамбіальних тканин лубу. Вимірювання проводили за загальноприйнятою методикою Г.Т. Криницького [9] на висоті стовбура 1,3 м аналоговим приладом Ф4320 на частоті 1000 Гц. Для проведення електрофізіологічних вимірювань відбирали по 10 модельних дерев в межах тимчасових пробних площ. Таким чином, загальна кількість обстежених дерев берези повислої на тимчасових пробних площах за весь період спостережень становить 100.

Виклад основного матеріалу дослідження. Вимірювання електрофізіологічних показників проводили упродовж трьох періодів вегетації (навесні, влітку та восени) п'ять разів. У весняний період вимірювання проводили тричі: до початку сокоруху, у період активного руху поживних речовин та після його закінчення. Влітку на восени проводили вимірювання по одному разу (табл. 1). Для проведення порівняння ходу зміни електрофізіологічних показників у дерев берези повислої, які зростають у межах лісових насаджень та на покинутих сільськогосподарських землях нами вибрано дві тимчасові пробні площі (ТПП). Перша – ТППліс – знаходиться у насадженнях Житомирського лісництва ДП «Пулинський лісгосп АПК» (37 квартал, 3 виділ). Це природне березове насадження віком 40 років. Площа виділу – 8,7 га. Склад деревостану – 4Бп3Ос2Влч1Сз+Дз. Насадження зростає за II класом бонітету. Насадження зростає у типі лісу свіжий дубово-сосновий субір (B_3 -дС). Друга – ТППс/г – це колишні сільськогосподарські угіддя, на яких зростають березняки природного походження. На початку 80-х років ХХ століття тут були проведені меліоративні роботи. Згодом поля перестали обробляти та перетворили на пасовища, які почали активно заростати переважно березою повислою. Напрямок заростання був від стіни лісу та від меліоративних каналів. Наразі це березове насадження природного походження віком приблизно 40 років. Склад деревостану – 7Бп3Ос. Насадження зростає за II класом бонітету. Тимчасові пробні площі розташовані на відстані 500 м одна від одної.

Весняний період. У весняний період ми провели вимірювання діелектричних показників тричі: 04.03.23 – до початку сокоруху; 08.04.23 – період активного сокоруху та 07.05.23 – період після закінчення сокоруху. Це передусім зумовлено характерною особливістю берези повислої – наявністю активного та яскраво вираженого процесу сокоруху. Загальновідомо, що в окремо зростаючих дерев процеси сокоруху проходять більш інтенсивніше, ніж у дерев берези повислої у складі лісових насаджень. Тому ми мали на меті підтвердити чи спростувати цю тезу за допомогою визначення імпеданса та поляризаційної ємності дерев берези повислої, які зростають у різних умовах.

Поляризаційна ємність дерев берези повислої до початку активного сокоруху на ТППліс коливалася у проміжку 5,8 до 7,1 nF ($6,49 \pm 0,11$ nF), а на ТППс/г від 5,1 до 7,3 nF ($6,28 \pm 0,25$ nF) (див. табл. 1). Між показниками поляризаційної ємності на даних ТПП за результатами однофакторного дисперсійного аналізу не встановлено достовірної різниці ($F_{\text{факт}} = 0,5867 < F_{0,95}(1; 19) = 4,41$).

Таблиця 1

**Діелектричні показники берези повислої в умовах
Житомирського лісництва ДП «Пулинський лісгосп АПК»**

Дата	C, nF		R, kΩ	
	M±m	V, %	M±m	V, %
ТППс/г				
04.03.23	6,28±0,25	12,6	28,75±2,46	27,1
08.04.23	9,59±0,40	13,1	15,15±0,93	19,3
07.05.23	13,45±0,84	19,9	16,65±1,59	30,2
09.07.23	14,90±0,78	16,6	14,80±0,77	16,5
08.10.23	9,57±0,81	26,8	22,45±3,23	45,5
ТППліс				
04.03.23	6,49±0,11	5,5	27,45±1,34	15,4
08.04.23	7,84±0,46	18,7	19,15±1,15	18,9
07.05.23	10,55±0,58	17,3	17,73±1,58	28,2
09.07.23	13,44±1,58	37,2	16,75±1,42	26,8
08.10.23	12,53±1,21	30,6	19,10±1,00	16,5

Значення активного опору модельних дерев на початок березня 2023 року становили у межах: на ТППліс від 21,5 до 35,0 kΩ (27,45±1,34 kΩ), а на ТППс/г від 19,0 до 40,0 kΩ (28,75±2,46 kΩ). Між показниками імпеданса на ТПП згідно даних однофакторного дисперсійного аналізу не встановлено достовірної різниці ($F_{\text{факт}} = 0,2150 < F_{0,95}(1; 19) = 4,41$).

Перед початком активної вегетації коефіцієнти *V* для діелектричних показників берези повислої на ТПП коливалися у незначній мірі. Для поляризаційної ємності це 5,5% (ТППліс) та 12,6% (ТППс/г), а для імпеданса відповідно 15,4% (ТППліс) та 27,1% (ТППс/г).

Таким чином, результати наших досліджень на ТППс/г та ТППліс показують, що у період спокою фізіологічні процеси у дерев берези повислої не залежать від характеру місця зростання, проходять з однаковою інтенсивністю та не відрізняються на 95%-рівні значимості.

Поляризаційна ємність дерев берези повислої у період активного сокоруху (08 квітня 2023 року) на ТППліс коливалася у проміжку 6,0 до 9,9 nF (7,84±0,46 nF), а на ТППс/г від 8,0 до 12,0 nF (9,59±0,40 nF). Між ними встановлено достовірну різницю ($F_{\text{факт}} = 8,22 > F_{0,95}(1; 19) = 4,41$). Значення активного опору модельних дерев у цей період становили у межах: на ТППліс від 14,0 до 24,0 kΩ (19,15±1,15 kΩ), а на ТППс/г від 12,0 до 21,0 kΩ (15,15±0,93 kΩ). Між показниками імпеданса на ТПП згідно даних однофакторного дисперсійного аналізу встановлено достовірну різницю ($F_{\text{факт}} = 7,38 > F_{0,95}(1; 19) = 4,41$). Отже, на сільськогосподарських землях фізіологічні процеси берези проходять більш інтенсивно. На ТППс/г значення поляризаційної ємності достовірно вищі ніж на ТППліс, а показники імпеданса достовірно нижчі.

У період активного сокоруху коефіцієнти *V* для діелектричних показників берези повислої на ТПП коливалися у незначній мірі і є практично ідентичні. Для поляризаційної ємності це 18,7% (ТППліс) та 13,1% (ТППс/г), а для імпеданса відповідно 18,9% (ТППліс) та 19,3% (ТППс/г).

Таким чином, у період активного сокоруху у дерев берези повислої характер місця зростання березових насаджень, впливає на інтенсивність фізіологічних процесів, що підтверджено на 95%-рівні значимості.

Третє визначення імпедансу та поляризаційної ємності у весняний період проводили 07 травня 2023 року. Показники поляризаційної ємності дерев берези повислої на ТППліс знаходилися у проміжку від 8,0 до 13,0 nF ($10,55 \pm 0,58$ nF), а на ТППс/г він становив від 9,5 до 17,0 nF ($13,45 \pm 0,84$ nF). Між показниками поляризаційної ємності на ТПП встановлено достовірну різницю ($F_{\text{факт}} = 8,05 > F_{0,95}(1; 19) = 4,41$).

Значення імпедансу модельних дерев на початок травня 2023 року дорівнювала: на ТППліс від 13,0 до 29,0 k Ω ($17,73 \pm 1,58$ k Ω), а на ТППс/г від 12,0 до 28,0 k Ω ($16,65 \pm 1,59$ k Ω). Між показниками імпеданса на ТПП не встановлено достовірної різниці ($F_{\text{факт}} = 0,2321 < F_{0,95}(1; 19) = 4,41$).

Отже, і у травні на сільськогосподарських угіддях фізіологічні процеси у дерев берези повислої проходять більш інтенсивно, ніж в межах лісових насаджень. Проте ця різниця вже не така суттєва, оскільки ми встановили, що на ТППс/г лише значення поляризаційної ємності достовірно вищі ніж на ТППліс, а показники імпеданса достовірно не відрізняються.

У травні коефіцієнти V для електрофізіологічних показників берези повислої коливалися у різній мірі. Для поляризаційної ємності це 17,3% (ТППліс) та 19,9% (ТППс/г) у межах двох попередніх вимірювань весняного періоду, а для імпеданса вони відчутно зросли і становили 28,2% (ТППліс) та 30,2% (ТППс/г).

Таким чином, у травні на ТППс/г та ТППліс показники поляризаційної ємності та імпеданса мають тенденції до відповідно зростання та зниження, як параметри антагоністи. Проте різниця між ними стає все менш суттєвішою. Слід відмітити, що між діелектричними показниками, які ми вимірювали упродовж весняного періоду в межах кожної ТПП існує також достовірна різниця.

Літній період. У літній період нами проведено лише одне вимірювання діелектричних показників. Його було здійснено 09.07.2023 року. Це період активної фізіологічної діяльності лісових насаджень. У літній період поляризаційна ємність дерев берези повислої на ТППліс змінювалася у таких межах: 8,6 до 22,0 nF ($13,44 \pm 1,58$ nF) та на ТППс/г від 11,0 до 20,0 nF ($14,90 \pm 0,78$ nF). Між показниками поляризаційної ємності на тимчасових пробних площах не встановлено достовірної різниці ($F_{\text{факт}} = 0,6869 < F_{0,95}(1; 19) = 4,41$). Звертає на себе увагу великий розмах показників поляризаційної ємності на ТППліс. Якщо найвищі показники в межах 19,0–22,0 nF цілком прийнятні для цього періоду вегетації, то показники 8,6–9,4 nF досить низькі. Можливо мають місце перші ознаки погіршення санітарного стану дерев берези повислої, які ще не можна ідентифікувати візуально.

Значення імпедансу модельних дерев на початок липня 2023 року знаходилися у такому проміжку: на ТППліс від 11,0 до 24,5 k Ω ($16,75 \pm 1,42$ k Ω), а на ТППс/г від 12,0 до 21,0 k Ω ($14,80 \pm 0,77$ k Ω). Між вибірками показників імпеданса не встановлено достовірної різниці ($F_{\text{факт}} = 1,4548 < F_{0,95}(1; 19) = 4,41$).

У період активної вегетації коефіцієнти V для різних діелектричних показників на різних ТПП коливалися з різною амплітудою. Для поляризаційної ємності це 37,2% (ТППліс) та 16,6% (ТППс/г), а для імпеданса відповідно 26,8% (ТППліс) та 16,5% (ТППс/г). Як бачило, у межах лісового насадження саме в літній період ми спостерігаємо широку амплітуду показників, що вказує на певну диференціацію дерев берези повислої за інтенсивністю фізіологічних процесів.

У літній період інтенсивність фізіологічних процесів поступово зростає у порівнянні з весняним. Результати наших досліджень на ТППс/г та ТППліс показують, що у літній період фізіологічні процеси не залежать від характеру місця зростання, проходять з однаковою інтенсивністю та не відрізняються на 95%-рівні значимості.

Осінній період. Восени, особливо у другій її половині, починаються спостерігатися процеси переходу фізіологічних процесів до періоду спокою. Інтенсивність біохімічних реакцій сповільнюється. В осінній період ми провели одне вимірювання діелектричних показників на ТПП (08.10.2023 року). У цей період поляризаційна ємність на ТППліс змінювалася у таких межах від 8,8 до 21,0 nF ($12,53 \pm 1,21$ nF) та на ТППс/г від 6,0 до 13,0 nF ($9,57 \pm 0,81$ nF). Достовірної різниці у межах пробної площі ($F_{\text{факт}} = 4,11 < F_{0,95}(1; 19) = 4,41$) не встановлено, проте показник $F_{\text{факт}}$ практично відповідає теоретичному значенню у 4,41.

Значення імпедансу модельних знаходилися у такому проміжку: на ТППліс від 14,0 до 24,0 k Ω ($19,10 \pm 1,00$ k Ω), а на ТППс/г від 13,0 до 37,0 k Ω ($22,45 \pm 3,23$ k Ω). Між показниками імпеданса не встановлено достовірної різниці ($F = 0,9828 < F_{0,95}(1; 19) = 4,41$) на 95%-рівні значимості.

У період переходу до стану спокою коефіцієнти V для різних діелектричних показників на різних ТПП показують різні коливання первинних значень. Для поляризаційної ємності це 30,6% (ТППліс) та 26,8% (ТППс/г), а для імпеданса відповідно 16,5% (ТППліс) та 45,5% (ТППс/г). У межах ТППліс у осінній період ми спостерігаємо широку амплітуду поляризаційних показників та, фактично, середньостатистичну по імпедансу. На ТППс/г обидва діелектричних показники мають високі коефіцієнти варіації. Можливо такі показники варіації імпеданса і поляризаційної ємності свідчать про різну швидкість переходу фізіологічних процесів дерев берези повислої до стану спокою.

Закономірності зміни електрофізіологічних показників упродовж вегетаційного періоду. Зміни діелектричних показників упродовж року є сезонними і закономірними, а їх характер залежать від умов місцезростання та життєвого стану. Для поляризаційної ємності характерне поступове зростання показників із досягненням максимуму у період активної вегетації, натомість у цей період спостерігаються мінімальні значення імпеданса. Проте, ми можемо прослідкувати особливості цієї зміни показників у залежності від місцезростання березових насаджень: у межах сільськогосподарських земель чи лісових насаджень.

Тренди зміни поляризаційної ємності на ТППс/г та ТППліс при збереженні загальних тенденцій відрізняються у деталях (рис. 1).

На ТППс/г фізіологічні процеси навесні проявляються значно швидше та інтенсивніше у порівнянні з насадженнями на ТППліс, у літній період вони вирівнюються, а восени інтенсивність сповільнення біохімічних процесів знов значно вища у дерев берези повислої на ТППс/г. При цьому це характерно як для поляризаційної ємності так і для імпеданса. Насадження берези на колишніх сільськогосподарських угіддях навесні більш чутливі до збільшення сонячної радіації, а восени менш захищені від перших осінніх заморозків.

Між показниками поляризаційної ємності дерев берези повислої у періоди вимірювань на ТППліс достовірна різниця існує між значеннями у весняний період, коли досить швидко зростає інтенсивність фізіологічних процесів. Показники травня, липня та жовтня достовірно між собою не відрізняються, тобто у травні показники поляризаційної ємності вийшли на рівень активної вегетації, але до жовтня сповільнення процесів життєдіяльності ще не видно. Для березових

насаджень на ТППс/г характерна аналогічна ситуація, з тією різницею, що показники липня і жовтня мають достовірну різницю ($F_{\text{факт}} = 22,40 > F_{0,95}(1; 19) = 4,41$).

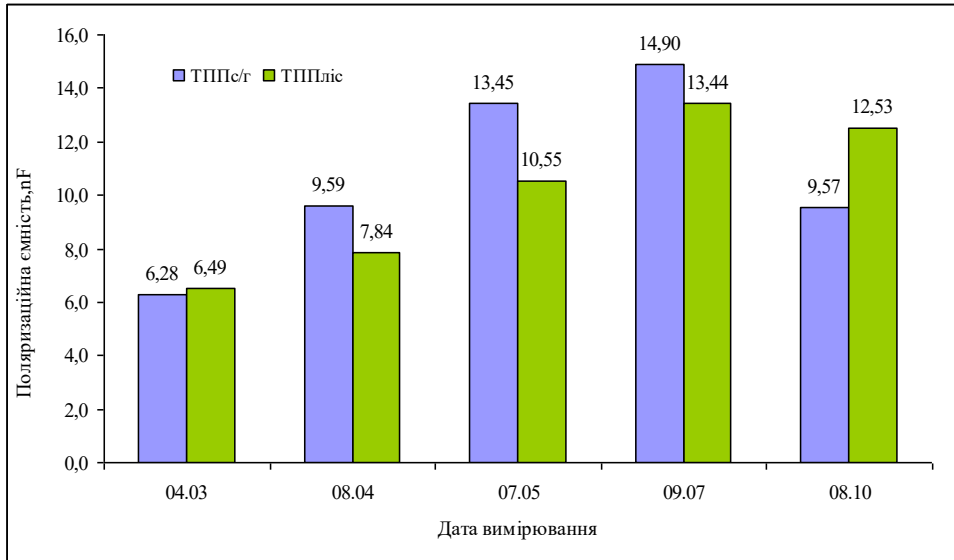


Рис. 1. Зміна поляризаційної ємності дерев берези повислої на ТПП упродовж періоду вегетації

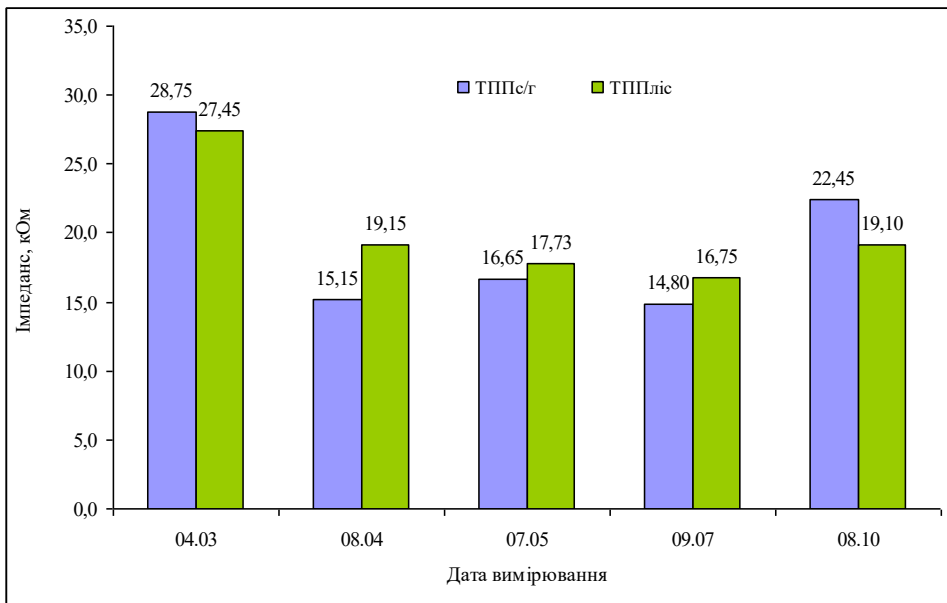


Рис. 2. Зміна імпедансу дерев берези повислої на ТПП упродовж періоду вегетації

Стосовно імпедансу, то на ТППс/г спостерігається така ситуація, коли показники різко знизилися на рівень літнього періоду уже на початку квітня, а на початку жовтня вже почали достовірно підвищуватися до показників періоду спокою (рис. 2). Для ТППліс взагалі існує достовірна різниця лише між показниками березня та квітня ($F_{\text{факт}} = 22,24 > F_{0,95}(1; 19) = 4,41$). Отже в межах лісових насаджень перехід до періоду спокою більш згладжений у порівнянні з колишніми сільгоспугіддями.

Висновки. Застосування імпедансу та поляризаційної ємності, як універсальних показників для вивчення життєздатності дерев берези повислої у різних умовах місцезростання є перспективним напрямом лісівничо-фізіологічних досліджень на території України.

Загалом зміни діелектричних показників упродовж періоду вегетації є сезонними і закономірними та не залежать від умов місцезростання та категорії життєвого стану дерев берези повислої. Для поляризаційної ємності характерне поступове зростання показників із досягненням максимуму у період активної вегетації, натомість у цей період спостерігаються мінімальні значення імпеданса. Однак, закономірності її динаміки мають характерні риси, які залежать від географічних особливостей розташування та походження березових насаджень: у межах сільськогосподарських угідь чи лісових насаджень.

Ми можемо констатувати, що на сільськогосподарських угіддях фізіологічні процеси навесні проявляються значно швидше та інтенсивніше у порівнянні з лісовими насадженнями, у літній період вони вирівнюються, а восени інтенсивність сповільнення фізіологічних процесів знов значно вища у дерев берези повислої на сільгоспугіддях. При цьому це характерно як для поляризаційної ємності так і для імпеданса. Насадження берези на колишніх сільськогосподарських угіддях навесні більш чутливі до збільшення притоку сонячної радіації, а восени менш захищені від перших осінніх заморозків.

У подальших дослідженнях варто звернути увагу на визначенні сезонних змін діелектричних показників берези повислої різних категорій стану упродовж вегетаційного періоду.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Білоус А.М., Ковбаса Я.В. Особливості дослідження живого надгрунтового покриву березняків Чернігівського Полісся. *Науковий вісник НУБіП України. Серія: Лісівництво та декоративне садівництво*. 2014. № 198, Ч.2. С. 31–38.
2. Голяка М.А., Білоус А.М., Матушевич Л.М., Ковбаса Я.В., Голяка Д.М. Аналіз таксаційних показників сухостійних дерев у березових насадженнях Українського Полісся. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2016. Вип. 26.1. С. 68–76.
3. Голяка М.А. Видовий склад мікобіоти мортмаси берези повислої. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2016. Вип. 26.8. С. 46–54.
4. Голяка М.А., Білоус А.М., Голяка Д.М. Деревний детрит березових лісів Українського Полісся: монографія. Київ: НУБіП України, 2017. 214 с.
5. Гордієнко М.І., Гордієнко Н.М. Лісівничі властивості деревних рослин. Київ: ТОВ «Віста», 2005. 818 с.
6. Заїка В. К., Криницький Г. Т., Іваницький Р.С. Природне заліснення та лісівничо-екологічні і морфофізіологічні особливості лісостанів на покинутих сільськогосподарських землях Північно-західного Поділля. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*. 2013. Т. 11. С. 41–50.
7. Заячук В.Я. Дендрологія. Львів: СПОЛОМ, 2014. 646 с.
8. Кратюк О.Л., Кордиш В.О., Лисогор С.М., Осипчук В.М. Використання діелектричних показників для визначення життєздатності дерев сосни звичай-

ної та берези повислої у результаті механічного пошкодження стовбура. *Сучасні проблеми лісового господарства та екології: шляхи вирішення*. Матер. міжнар. наук.-практ. конф. (7-8 жовтня 2021 р, м. Житомир). Житомир: Поліський університет, 2021. С. 94–95.

9. Криницький Г.Т. Про методику використання електрофізіологічних показників для визначення життєздатності деревних рослин. *Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість*. 1992. Т. 23. С. 3–10.

10. Криницький Г. Т. Електрофізіологічні дослідження деревних рослин в Україні. *Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліть*. 2001. Т. 2. С. 233–237.

11. Лавний В. В., Криницький Г. Т. Електрофізіологічні показники підросту деревних порід. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2011. Т. 21, № 17. С. 86–90.

12. Лакида П.І., Матушевич Л.М. Фітомаса березових лісостанів Українського Полісся : монографія. Київ: ННЦ ІАЕ, 2006. 228 с.

13. Лакида П.І., Білоус А.М., Василюшин Р.Д., Матушевич Л.М., Макарчук Я.І. Біопродуктивність та енергетичний потенціал м'яколистяних деревостанів Українського Полісся : монографія. Корсунь-Шевченківський: ФОП Гаврищенко В.М., 2012. 454 с.

14. Лисогор С.М. Вплив заготовлі соку на фізіологічні особливості берези повислої. *Ліс, наука, молодь*: матер. ІХ Всеукраїнська науково-практичної конференції студентів, магістрів, аспірантів і молодих вчених (24 листопада 2021 р., м. Житомир). Житомир, 2021. С. 129.

15. Поварницин В. О. Ліси Українського Полісся. Київ : УАСГН, 1959. 208 с.

16. Фесюк А. В., Гримашевич В. В. Зміна якості деревини берези бородавчастої в результаті підсочування. *Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість*. 1981. № 3/109. С. 14–15.

17. Швець М.В. Бактеріальні хвороби березових насаджень в Україні та світі (теоретико-прикладні особливості). *Науковий вісник НЛТУ України*. 2016. Вип. 26.7. С. 179–185.

18. Kratiuk O.L., Kratyuk V.L. Plant electrophysiology trends in forestry research. *Topical issues of methods of teaching natural sciences: International scientific and practical conference* (Lublin, December 27–28, 2019) Lublin, Republic of Poland : Baltija Publishing. 2019. P. 78–81.

19. Goychuk A., Drozda V., Shvets M., Kulbanska I. Bacterial wetwood of silver birch (*Betula pendula* Roth): symptomology, etiology and pathogenesis. *Folia Forestalia Polonica*. 2020. Vol. 62(3). P. 145–159.

ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК

Аверчев О.В.....	3, 12	Козечко В.І.....	192
Аврамчук Б.І.....	19	Кононенко Ю.М.....	84
Адашевський О.В.....	266	Корбич Н.М.....	236
Андрейченко О.Г.....	24	Костецька К.В.....	202
Базиленко Є.О.....	30	Котовська Ю.С.....	125
Байрачний В.Б.....	266	Крамаренко С.С.....	242
Балабак А.В.....	280	Кратюк О.Л.....	319
Балабак О.А.....	280	Кривенко А.І.....	84
Безпрозвана І.В.....	158	Кудрик Н.А.....	253
Бойко О.Г.....	41	Кулик Т.Є.....	158
Бойко П.М.....	273	Лаврись В.Ю.....	125
Бойко Т.О.....	273	Ласло О.О.....	207
Бондарева О.Б.....	53	Лесик О.Б.....	229
Борисенко В.В.....	48	Ліхущина Г.А.....	53
Бублик Є.В.....	286	Ляшенко С.О.....	158
Василенко О.В.....	280	Марковська О.Є.....	99
Ведмеденко О.В.....	214	Марченко Т.Ю.....	30
Вишневіська О.В.....	90	Медведева О.В.....	303
Вінюков О.О.....	53	Мильнікова О.О.....	286
Воїнова О.В.....	214	Мірзак Т.П.....	303
Гнатюк Н.О.....	280	Мостипан О.В.....	61
Городецький О.С.....	61	Мринський І.М.....	99
Грабовський М.Б.....	61	Нікітенко М.П.....	12
Гусак О.Б.....	70	Нікітіна О.В.....	280
Давиденко І.А.....	116	Олепір Р.В.....	207
Данилко Р.С.....	172	Панченко К.С.....	207
Даценко А.А.....	77	Панченко Т.В.....	61
Джам М.А.....	84	Розборська Л.В.....	77
Дмитренко В.П.....	90	Рязанцев М.В.....	90
Дудченко В.В.....	99	Соловей В.О.....	202
Жуйков О.Г.....	116, 125	Тернавський А.Г.....	139
Заболотна А.В.....	139	Тимофійшин І.І.....	253
Заболотний О.І.....	139	Томаш Л.В.....	229
Іваненко І.І.....	319	Туринський В.М.....	253
Іванченко О.М.....	192	Цвігун А.Т.....	253
Ільченко Л.А.....	286	Цвігун І.А.....	253
Калинка А.К.....	222, 229	Чухлеб С.Л.....	158
Кирильчук А.М.....	158	Шпак Л.В.....	229
Кириченко А.М.....	303	Яковчук В.С.....	253
Клименко Л.В.....	295	GamaJunova V.V.....	106, 145
Ключевич М.М.....	172	Yermolaiev V.M.....	106
Ковальов М.М.....	303	Zadyrko R.V.....	145
Ковка Н.С.....	311		
Ковшакіова Т.С.....	3, 178		

ЗМІСТ

ЗЕМЛЕРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО, ОВОЧІВНИЦТВО ТА БАШТАННИЦТВО	3
Аверчев О.В., Ковшакова Т.С. Вплив мікроелементів та біостимуляторів на продуктивність сортів гороху.....	3
Аверчев О.В., Нікітенко М.П. Органічне виробництво в Україні: сучасний стан та перспективи розвитку	12
Аврамчук Б.І. Формування густоти травостою еспарцету посівного залежно від впливу елементів технології	19
Андрейченко О.Г. Біологічноактивні речовини та їх вплив на урожайність ячменю ярого.....	24
Базиленко Є.О., Марченко Т.Ю. Індекси урожайності та ефективної продуктивності у гібридів кукурудзи різних груп ФАО за різних строків сівби у Північному Степу України	30
Бойко О.Г. Особливості росту, розвитку цукрового сорго залежно від норм висіву та способів посіву	41
Борисенко В.В. Вплив основного обробітку ґрунту на продуктивність соняшника в умовах Правобережного Лісостепу України	48
Віноков О.О., Бондарева О.Б., Ліхущина Г.А. Вплив фонів живлення та інокулянтів насіння на показники якості зерна колосових культур	53
Грабовський М.Б., Мостипан О.В., Панченко Т.В., Городецький О.С. Вплив фунгіцидів на зміну індивідуальної продуктивності та елементів структури врожаю сої	61
Гусак О.Б. Вплив мінерального удобрення ґрунтів на інтенсивність накопичення свинцю, цинку та міді у зерні озимих злаків в умовах Лісостепу Правобережного.....	70
Даценко А.А., Розборська Л.В. Вплив біологічних препаратів на стан пігментного комплексу листового апарату гречки.....	77
Джам М.А., Кривенко А.І., Кононенко Ю.М. Вплив сучасних фунгіцидів на ураження альтернаріозом (<i>Alternaria radicina</i> Meier) моркви в умовах Лісостепу України.....	84
Дмитренко В.П., Вишневська О.В., Рязанцев М.В. Ураження базової насінневої картоплі вірусними хворобами залежно від застосування методів зниження її реінфікування вірусними інфекціями в зоні Полісся України	90
Дудченко В.В., Марковська О.Є., Мринський І.М. Ефективність хімічного методу захисту огірка для контролю чисельності кліща павутинного звичайного в умовах закритого ґрунту.....	99
Yermolaiev V.M., Gamajunova V.V. Modern trends in pea cultivation in Ukraine and the world.....	106
Жуйков О.Г., Давиденко І.А. Позакореневе підживлення кукурудзи мікродобривами – дієвий елемент технології чи «тренд»?.....	116
Жуйков О.Г., Лаврись В.Ю., Котовська Ю.С. Вплив рівнів біологізації технології вирощування соняшника на формування різних режимів ґрунту в незрошуваних умовах Південного Степу України.....	125
Заболотна А.В., Заболотний О.І., Тернавський А.Г. Мікробіологічна активність ризосфери кукурудзи за використання біопрепаратів	139

Zadyrko R.V., Gamajunova V.V. Current state and prospects for oil flax production.....	145
Кирильчук А.М., Чухлеб С.Л., Безпрозвана І.В., Ляшенко С.О., Кулик Т.Є. Урожайність та якість нових сортів жита озимого в умовах Лісостепу та Полісся України	158
Ключевич М.М., Данилко Р.С. Тропанові та піролізидинові алкалоїди у лікарській рослинній сировині	172
Ковшакова Т.С. Вплив мікроелементів та біостимуляторів на формування генеративних органів гороху при різних густотах посівів.....	178
Козечко В.І., Іванченко О.М. Ефективність застосування мікродобрив в посівах соняшнику.....	192
Костецька К.В., Соловей В.О. Енергія проростання та лабораторна схожість зразків пшениці м'якої озимі	202
Ласло О.О., Оленір Р.В., Панченко К.С. Застосування мікробіологічних препаратів та гуматів з метою підвищення адаптивності та стресостійкості рослин сої при вирощуванні	207
ТВАРИННИЦТВО, КОРМОВИРОБНИЦТВО, ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ПЕРЕРОБКА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ	214
Ведмеденко О.В., Воїнова О.В. Оцінка впливу породи та статі на робочі якості службових собак	214
Калинка А.К. Закономірності росту, споживання і обмінної енергії корму та сухої речовини при вирощуванні бугайців нової популяції буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу з максимально використанням культурних пасовищ в умовах передгірної зони Карпатського регіону Буковини....	222
Калинка А.К., Лесик О.Б., Томаш Л.В., Шпак Л.В. Продуктивність бугайців нової популяції буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу худоби на різних рецептах раціонів з високим рівнем енергії з використанням різних сумішей концентрованих кормів в умовах Передгірської зони Карпатського регіону Буковини.....	229
Корбич Н.М. Взаємозв'язок міцності вовни з основними показниками продуктивності ярок таврійського типу асканійської тонкорунної породи	236
Крамаренко С.С. Вплив віку першого осіменіння на молочну продуктивність корів	242
Кудрик Н.А., Туринський В.М., Цвігун А.Т., Цвігун І.А., Яковчук В.С., Тимофійшин І.І. Деякі аспекти розвитку та сучасний стан вівчарства в областях західного регіону України	253
ЕКОЛОГІЯ, ІХТІОЛОГІЯ ТА АКВАКУЛЬТУРА	266
Байрачний В.Б., Адашевський О.В. Дослідження впливу місць зберігання твердих кондитерських відходів на прилеглі екосистеми	266
Бойко Т.О., Бойко П.М. Аналіз впливу застосування технік глибокої обрізки на стан деревних рослин в місті Херсон	273
Василенко О.В., Нікітіна О.В., Балабак О.А., Балабак А.В., Гнатюк Н.О. Моніторинг рівня пилового навантаження в м. Умань.....	280
Ільченко Л.А., Мильнікова О.О., Бублик Є.В. Оцінка життєздатності та екологічна специфіка деревно-чагарникової рослинності вулиці Володимира Антоновича м. Дніпро	286

Клименко Л.В. Модель прогнозування індексу розвитку екологічних сфер середніх міст України	295
Ковальов М.М., Медведєва О.В., Кириченко А.М., Мірзак Т.П. Обґрунтування можливості виготовлення гранульованого палива з твердих комунальних відходів	303
Ковка Н.С. Теоретичні та практичні аспекти застосування технології ефективних мікроорганізмів (ЕМ)	311
Кратюк О.Л., Іваненко І.І. Зміна діелектричних показників дерев берези повислої в умовах Центрального Полісся.....	319

CONTENTS

AGRICULTURE, CROP PRODUCTION, VEGETABLE AND MELON GROWING	3
Averchev O.V., Kovshakova T.S. The influence of trace elements and biostimulants on the productivity of pea varieties.....	3
Averchev O.V., Nikitenko M.P. Organic production in Ukraine: current state and development prospects.....	12
Avramchuk B.I. Formation of plant density in esparcet sowings as affected by elements of cultivation technology.....	19
Andreichenko O.H. Biologically active substances and their influence on spring barley yield.....	24
Basilenko E.O., Marchenko T.Yu. Yield indexes and effective productivity in corn hybrids of different fao groups for different sowing periods in the Northern Steppe of Ukraine.....	30
Boiko O.G. Peculiarities of growth and development of sugar sorghum depending on seeding rates and sowing methods.....	41
Borysenko V.V. Influence of basic soil cultivation on sunflower productivity in conditions of Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine.....	48
Vinyukov O.O., Bondareva O.B., Likhushyna G.A. The influence of nutritional backgrounds and seed inoculants on grain quality indicators of ear crops.....	53
Grabovskyi M.B., Mostypan O.V., Panchenko T.V., Horodetskyi O.S. Influence of fungicides on changes in individual productivity and elements of soybean yield structure.....	61
Husak O.B. The influence of mineral soil fertilization on the intensity of accumulation of lead, zinc, and copper in the grain of winter cereals in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe.....	70
Datsenko A.A., Rozborska L.V. The influence of biological preparations on the condition of the pigment complex of the leaf apparatus of buckwheat.....	77
Jam M.A., Kryvenko A.I., Kononenko Yu.M. The influence of modern fungicides on the damage caused by <i>Alternaria radicina</i> meier of carrots in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine.....	84
Dmytrenko V.P., Vyshnevskaya O.V., Riazantsev M.V. Damage of basic seed potato by viral diseases depending on the application of methods to reduce its reinfection by viral infections in the Polissia zone of Ukraine.....	90
Dudchenko V.V., Markovska O.Ye., Mrynskyi I.M. Efficiency of chemical method for protecting cucumbers to control the population of the carmine spider mite in greenhouse.....	99
Yermolaiev V.M., Gamajunova V.V. Modern trends in pea cultivation in Ukraine and the world.....	106
Zhuikov O.H., Davydenko I.A. Foliar feeding of corn with microfertilizers – an effective element of technology or a “trend”?.....	116
Zhuikov O.H., Lavrysh V.Yu., Kotovska Ju.S. The influence of levels of biologization of sunflower cultivation technology on the formation of different regimes of soil in non-irrigated conditions of the Southern Steppe of Ukraine.....	125

Zabolotnyi O.I., Zabolotna A.V., Ternavskiy A.H. Microbiological activity of the corn rhizosphere under the using of biopreparations.....	139
Zadyrko R.V., Gamajunova V.V. Current state and prospects for oil flax production.....	145
Kyrylchuk A.M., Chukhlieb S.L., Bezprozvana I.V., Liashenko S.O., Kulyk T.Ie. Yield and quality of new varieties of winter rye in the conditions of the Forest Steppe and Polissia of Ukraine	158
Danylko R.S., Kliuchevych M.M. Tropane and pyrrolizidine alkaloids in medicinal plant raw materials	172
Kovshakova T.S. The influence of trace elements and biostimulants on the formation of generative organs of peas at different densities of crops	178
Kozechko V.I., Ivanchenko O.M. Efficiency of application of micro fertilizers in sunflower crops	192
Kostetska K.V., Solovei V.O. Sprouting energy and laboratory germination ability of soft winter wheat samples.....	202
Laslo O.O., Olepir R.V., Panchenko K.S. The use of microbiological preparations and humates in order to increase the adaptability and resistance to stresses of soybean plants during cultivation.....	207
ANIMAL HUSBANDRY, FEED PRODUCTION, STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCTS	214
Vedmedenko O.V., Voinova O.V. Assessment of the influence of breed and gender on the working qualities of service dogs.....	214
Kalinka A.K. Patterns of growth, consumption and exchangeable energy of feed and dry matter during the breeding of bulls of the new population of the bukovina zonal type of the meat komologo simmental with the maximum use of cultural pastures in the conditions of the foothills of the Carpathian region of Bukovina	222
Kalinka A.K., Lesyk O.B., Tomash L.V., Shpak L.V. Productivity of cattle of a new population of the bukovina zonal type of meat komologo simmental cattle on different recipes of rations with a high level of energy using different mixtures of concentrated feeds in the conditions of the foothills of the Carpathian region of Bukovina.....	229
Korbych N.M. The relationship between wool strength and the main performance indicators of Taurian-type furrows of Askanian fine-wool breed	236
Kramarenko S.S. Effect of age at first insemination on the milk production traits of dairy cow	242
Kudryk N.A., Turynskiy V.M., Tsvihun A.T., Tsvihun I.A., Yakovchuk V.S., Tymofishyn I.I. Some aspects of the sheep breeding development and current state in the Western Ukraine regions	253
ECOLOGY, ICHTHYOLOGY AND AQUACULTURE	266
Bairachnyi V.B., Adashevskiy O.V. Studying the solid confectionery waste storage places impact on the adjacent ecosystem	266
Boiko T.O., Boiko P.M. Analysis of the influence of the use of deep pruning techniques on the condition of woody plants in the city of Kherson.....	273
Vasylenko O.V., Nikitina O.V., Balabak O.A., Balabak A.V., Hnatyuk N.O. Monitoring of dust load level in Uman city.....	280

Ichenko L.A., Mylnikova O.O., Bublik E.V. The assessment of viability and ecological specificity of tree and shrub vegetation of the Volodymyr Antonovych street in Dnipro city	286
Klymenko L.V. Prognostication model of the development index of the medium – sized cities ecological sphere of Ukraine	295
Kovalov M.M., Medvedieva O.V., Kyrychenko T.P., Mirzak A.M. Justification of the possibility of producing granular fuel from solid municipal waste	303
Kovka N.S. Theoretical and practical aspects of application of the technology of effective microorganisms (EM)	311
Kratiuk O.L., Ivanenko I.I. Changes in dielectric parameters of Silver birch trees in the conditions of Central Polissia	319

НОТАТКИ



Таврійський науковий вісник

Випуск 136

Частина 1

Сільськогосподарські науки

Підписано до друку 31.05.2024 р.

Формат 70×100/16. Папір офсетний.
Умовн. друк. арк. 27,30. Зам. № 0624/453

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.