

ВПЛИВ КОМПЛЕКСНИХ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ НА УРОЖАЙНІСТЬ НАСІННЯ СОРТІВ ТА ЛІНІЙ СОЧЕВИЦІ

СЕРГЄЄВ Л.А. – кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник
orcid.org/0000-0003-4169-8938

Одеська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України
КОГУТ І.М. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0002-4418-5954

Одеська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України
МАРЧЕНКО Т.Ю. – доктор сільськогосподарських наук, професор
orcid.org/0000-0001-6994-3443

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України
Одеський державний аграрний університет

СОЛОМОНОВ Р.В. – кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник
orcid.org/0000-0002-6186-4676

Одеська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України
Одеський державний аграрний університет

МАРЧЕНКО В.Д. – студентка
orcid.org/0009-0009-8010-8284

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Постановка проблеми. Вивчення впливу комплексних мікроелементів з рістрегулюючими властивостями є перспективним та актуальним, особливо в умовах змін клімату. Застосування біопрепаратів сприяє реалізації закладених в організмі потенційних можливостей, у тому числі певних імунних реакцій, підвищує продуктивність рослин та сприяє реалізації генотипових задатків сортів та гібридів. Питанню широкого використання біопрепаратів у землеробстві приділяють значну увагу в більшості економічно розвинених країн: Франції, Великій Британії, Германії, Швейцарії, США тощо.

В Україні та закордоном проводяться розробки постіндустріального ведення аграрного виробництва з використанням біотехнологічних альтернатив для удобрення та біологічного захисту рослин, точного землеробства, мінімізації деградації структури ґрунту. Застосування комплексних біопрепаратів дозволяє зменшити антропогенний вплив аграрного виробництва на довкілля з одночасним зменшенням енергетичних і матеріальних витрат та підвищенням якісних показників отриманої продукції.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В Україні сочевиця малопоширена, однак у країнах Азії та Західної Європи вона лишається цінною продовольчою культурою, адже належить до культур із досить високою посухо- і холодостійкістю, добре пристосована до вирощування в умовах помірного клімату [1]. Середня урожайність сочевиці становить 1,5 т/га. Проте,

закупівельні ціни на її зерно досить високі, майже в 3 рази перевищують ціни на зерно пшениці озимої. Це характеризує сочевицю не лише як корисну, але і прибуткову культуру. В Україні на невеликих площах її сіють у Вінницькій, Полтавській, Київській, Дніпропетровській, Кіровоградській, Одеській, Хмельницькій областях. Основна причина недостатнього поширення цієї культури – її низькорослість, що створює проблеми при збиранні врожаю [2].

Сочевиця (*Lens culinaris* Medik.) – одна з найбільш цінних зернобобових культур. За поживністю і харчовими якість дана культура не має собі рівних. До складу білка, вміст якого сягає 36 % і добре засвоюється організмом людини (на 86 %), входять усі незамінні амінокислоти [3]. Крім білку сочевиця містить 56–58 % безазотистих екстрактивних речовин, 1–2 % жирів, 3–4 % клітковини, 0,15–0,17 % кальцію та 0,3 – 0,4 % фосфору [4, 5].

Сочевиця має великий генетичний потенціал урожайності, високу поживну цінність, а також є пластичною культурою до змінних погодних умов. Вона, разом з іншими зернобобовими культурами, відіграє важливу роль у збільшенні ресурсів азоту в землеробстві, підвищенні родючості ґрунту, забезпеченні екологічної стабільності меліорованих агроландшафтів, біологізації сільськогосподарського виробництва, тощо. За період вегетації сочевиця здатна акумулювати в симбіозі з бульбочковими бактеріями до 40–90 кг/га екологічно



безпечного азоту, що робить її добрим попередником в сівозмінах, а насіння – екологічно чистим продуктом харчування. Не зважаючи на високу споживчу цінність культури, площі посівів під сочевицею є нестабільними, а врожайність низькою, що обумовлює незначний ареал поширення сочевиці, а його збільшення залежить від впровадження у виробництво пристосованих до конкретних ґрунтово-кліматичних умов технологій вирощування [6, 7].

За результатами досліджень Холод С.М. та інші проаналізовані зразки сочевиці, що мають походження з Лівану, за параметрами технологічності, продуктивністю та її складовими елементами. Визначено, що до найменш варіабельних ознак належать «тривалість періоду сходи–цвітіння» та «тривалість періоду сходи–дозрівання», а до найбільш варіабельних – «маса насіння з рослини», «кількість бобів на рослині» та «кількість насінин на рослині». Найбільш тісним позитивним є кореляційний зв'язок між ознаками «висота рослини» і «висота прикріплення нижнього бобу», між «продуктивністю» і «кількістю бобів на рослині» та між «продуктивністю» та «кількістю насінин з рослини». Показники продуктивності рослини були високими завдяки як підвищеній кількості насінин, так і кількості бобів на рослині [8].

Серед бобових культур сочевиця є важливою харчовою культурою, зважаючи на її глобальне виробництво, торгівлю та популярність серед кінцевих споживачів [9]. Тому широко застосовується як у дієтичному, так і в повсякденному харчуванні [10, 11]. Вона характеризується великим генетичним потенціалом урожайності та високою поживною цінністю, а також пластичністю до мінливих погодних умов. Сочевиця поряд з іншими зернобобовими культурами виконує важливу функцію у збільшенні азоту в землеробстві, підвищенні родючості ґрунтів, сприянні екологічній стабільності меліорованих агроландшафтів, біологізації сільськогосподарського виробництва тощо [12, 13]. Наразі найбільші посівні площі сочевиці знаходяться в таких країнах, як Австралія, Індія, Канада, Туреччина. Основними експортерами зерна сочевиці є Канада й Австралія [14]. Перспектива щодо вирощування сочевиці в Україні полягає в тому, що наявний кліматичний потенціал дає змогу при використанні наявних сортів отримувати конкурентний рожай.

Урожайність сочевиці наразі залишається на достатньо низькому рівні, як в Україні, так і в інших країнах. Для збільшення продуктивного потенціалу цієї культури важливого значення набуває дослідження її генофонду, напрями збільшення генетичного різноманіття завдяки гібридизації та удосконалення елементів агротехнології. Отже, найбільш актуальною в цьому напрямі є створення та добір селекційного матеріалу, адаптованого до умов певного регіону та дослідження впливу елементів органічного землеробства, зокрема дії комплексних мікроелементів.

Мета досліджень. Удосконалення елементів оптимізованої технології вирощування насіння сочевиці з високими посівними якістьями. Встановити вплив комплексних мікроелементів на урожайність насіння сортів та новосторених ліній сочевиці, т/га.

Матеріали та методика досліджень. Польовий – для спостереження за ростом і розвитком рослин, погодно-кліматичними умовами навколишнього середовища та іншими досліджуваними чинниками; вимірвально-ваговий – параметрів структури врожаю, урожайності; математично-статистичний – для проведення дисперсійного аналізу і статистичної обробки даних з метою оцінки достовірності отриманих результатів досліджень.

Польові дослідження проведено на дослідному полі Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН у 2023-2025 роках з метою оптимізації технології вирощування сочевиці на півдні України в умовах змін клімату. Дослідне поле розташоване у смт. Хлібодарське, Біляївського (нині Одеський) район, Одеської області. Вміст доступних макроелементів у ґрунті під час років дослідження було: N (легкогідролізований) – 2,60 мг/100г ґрунту (відповідно до чинного ДСТУ 7863:2015); P₂O₅ – 6,25 мг/100 г ґрунт; і K₂O – 17,4 мг/100 г ґрунту (відповідно до чинного ДСТУ 4115:2002).

Розмір ділянок та розташування: ділянки 15 м² (10 x 1,5 м). Захисна смуга: 6 м. Повторність досліду – чотириразова.

В дослідженнях використовували інноваційні комплексні добриво вітчизняного виробництва.

«Ярило Активний старт PRO» (компанія ТОВ «Ярило») – спеціальне добриво призначене для позакореневого внесення та обробки посівного матеріалу. Всі складові добрива відповідають фізіологічним потребам більшості культур та здатні задовольнити потреби сходів у період, коли коренева система ще не здатна у повній мірі забезпечити повноцінне живлення. В складі продукту поряд з основними макро- і мікроелементами є амінокислоти та фітогормони. Фосфор забезпечує розвиток кореневої системи та є необхідним для живлення рослин на ранніх етапах росту і розвитку. Амінокислоти підвищують стійкість до несприятливих умов зовнішнього середовища, скорочують енергетичні витрати, які рослина витрачає на виробництво білків. Збалансоване співвідношення фітогормонів ауксину та цитокініну направлене на стимулювання клітинного поділу у коренях та пагонах. Прилипач у складі добрива забезпечує утворення гідрофобного поверхневого шару навколо обробленого насіння який утримує компоненти бакової суміші на поверхні та захищає його від «провокаційних» опадів. Гумати підсилюють коренеутворення та стимулюють ріст і розвиток рослин.

«Авангард Комплекс Бобові» (компанія Ukravit) – комплексне концентроване легкозасвоюване бобовими культурами добриво, яке містить збалансоване співвідношення макро-, мезо- та мікроелементів. За хімічним складом відповідає фізіології мінерального живлення бобових культур – сої, гороху, квасолі, бобів, нуту та ін.

Для здійснення фенологічних спостережень, а також для обліку густоти рослин на етапі сходів і перед збиранням врожаю, була використана «Методика державного сортопробування сільськогосподарських культур (2001)».

Дослідження проводили за загальноновизнаною методикою польового досліду за авторства Ушкаренка В.О.

та співавторів [16] з допомогою комп'ютерних програм, таких як AGROSTAT NEW та ANOVA.

Результати досліджень. Удосконалення технології вирощування сочевиці в Україні дозволить підвищити рівень врожайності та покращити показники якості зерна, особливо на основі принципів ресурсозбереження, що буде досить важливим у повоєнний період відновлення України.

Урожайність насіння є інтегральним показником, що відображає ефективність дії агротехнічних прийомів, зокрема застосування позакореневих підживлень. Отримані результати свідчать, що обробка посівів сочевиці комплексними мікроелементами позитивно вплинула на формування врожайності у всіх досліджуваних сортів та ліній, забезпечуючи суттєве зростання цього показника порівняно з контролем.

В останні роки спостерігали досить посушливі умови, тому врожайність сочевиці виявилась невисокою. У всіх сорторізках сочевиці у варіанті з внесенням суміші «Ярило активний старт PRO» + «Авангард Комплекс Бобові» була зафіксована найбільша врожайність (табл. 1).

На врожайність насіння, впливають кілька ключових факторів: Сорт (Фактор А) – різні сорти (Антоніна, Серпанок, Даринка) мають різну генетичну основу, що впливає на їхню продуктивність і стійкість до хвороб та обробка комплексними мікроелементами (Фактор В). Врожайність насіння є результатом комплексної взаємодії цих факторів. Важливо враховувати всі аспекти для оптимізації врожайності.

Найвища врожайність насіння сочевиці сорту Даринка була отримана на дослідних ділянках, де застосовувалися суміші «Ярило активний старт PRO» + «Авангард Комплекс Бобові». В середньому за роки досліджень врожайності сорту Даринка за обробки суміші препаратів склала – 2,47 т/га, що перевищує контрольний варіант на 0,58 т/га або на 31 %. Окреме використання «Ярило активний старт PRO» підвищило врожайність на 0,23 т/га або на 12 %, а «Авангард Комплекс Бобові» – на 0,45 т/га або на 24 %.

Найвищий рівень урожайності насіння сорту Даринка спостерігався у 2025 році на ділянці з обробкою «Ярило активний старт PRO» + «Авангард Комплекс Бобові» – 2,55 т/га, зростання врожайності в порівнянні з контрольним варіантом цього ж року показало приріст урожайності на 0,62 т/га або 32,1 %.

Найвища врожайність насіння сочевиці сорту Антоніна була отримана на ділянках, де застосовувались у суміші «Ярило активний старт PRO» + «Авангард Комплекс Бобові». В середньому протягом досліджуваних років величина врожайності при застосуванні препаратів в суміші «Ярило активний старт PRO» + «Авангард Комплекс Бобові» становила 1,97 т/га, що перевищує контрольний варіант на 0,82 т/га. Окреме використання «Ярило активний старт PRO» підвищило врожайність на 0,16 т або на 13,9 %, застосування «Авангард Комплекс Бобові» – на 0,33 т або на 26,9 %. Найвища урожайність насіння сочевиці сорту Антоніна спостерігалась обробкою за «Ярило активний старт PRO» + «Авангард Комплекс Бобові» у 2025 році – 2,02 т/га, що більше контрольного варіанту на 0,85 т/га.

Максимальна врожайність рослини сочевиці сорту Серпанок була отримана на ділянках, де застосовувалося внесення суміш «Ярило активний старт PRO» + «Авангард Комплекс Бобові». У середньому за роки досліджень значення врожайності при застосуванні препаратів у суміші «Ярило активний старт PRO» + «Авангард Комплекс Бобові» склало 2,16 т/га, що перевищує контрольний варіант на 0,55 т/га або на 34,2 %. Окреме внесення «Ярило активний старт PRO» підвищило врожайність на 0,25 т/га або на 7,5 %, а внесення «Авангард Комплекс Бобові» – на 0,43 т/га або на 18,6 %.

Максимальна врожайність рослини новоствореної лінії сочевиці була отримана на ділянках, де застосовувалося внесення в суміш «Ярило активний старт PRO» + «Авангард Комплекс Бобові». У лінії Яр 03–23 урожайність підвищилася в середньому з 1,92 до 2,53 т/га, або на 31,7 %; у Яр 05–23 – з 1,91 до 2,56 т/га (+34,1 %); у Яр 07–23 – з 1,26 до 2,00 т/га, що є одним із найбільших приростів (+58,7 %); у Яр 11–23 – з 1,96 до 2,55 т/га (+30,1 %); у Яр 15–23 – з 1,97 до 2,54 т/га (+28,9 %).

Отже, усі досліджувані лінії характеризуються позитивною реакцією на позакореневе підживлення, особливо при поєднанні двох препаратів. Найвищі результати одержано для ліній Яр 05–23 та Яр 11–23, Яр 15–23 урожайності яких досягала 2,54–2,56 т/га.

Отримані результати досліджень виявили, що оптимальні умови для досягнення максимальної індивідуальної продуктивності рослин сочевиці сортів Даринка, Антоніна та Серпанок та новостворених ліній включають застосування препаратів в суміші «Ярило активний старт PRO» + «Авангард Комплекс Бобові».

Мікроелементи, особливо бор і молібден, активізують процеси утворення бобів і формування білка, цинк і залізо беруть участь у синтезі хлорофілу, ферментів та нуклеїнових кислот. Це забезпечує повніше запилення квіток, зменшення абортивності зав'язі та кращий налив насіння. Отже, структура врожаю формується більш збалансовано, що зумовлює підвищення якості та кількості врожаю.

Підвищення урожайності обумовлене поліпшенням асиміляційної здатності листового апарату, активізацією фотосинтетичних процесів та формуванням більшої кількості бобів і насіння на рослині. Мікроелементи сприяють посиленню білкового обміну, покращують утворення ферментів і гормонів росту, що в сукупності забезпечує інтенсивніший налив насіння та підвищення його маси.

Для з'ясування кореляцій маси 1000 зерен з урожайністю насіння було розраховано тісноту кореляційного зв'язку. Встановлено наявність криволінійного кореляційного зв'язку між врожайністю насіння сортів та ліній сочевиці та масою 1000 насінин (рис. 1).

На рисунку відображено залежність маси 1000 насінин (г) з урожайністю (т/га) для різних сортів і ліній сочевиці. Вісь вісь X – урожайність, т/га (від 1,1 до 2,7 т/га), вісь Y – маса 1000 насінин, г (від 30 до 75 г).

Сорт Даринка показав сильний позитивний зв'язок ($r = 0,95$) маси 1000 насінин з урожайністю. Лінія Яр 03–23 ($r = 0,94$), Серпанок ($r = 0,91$), Лінія Яр 07–23 ($r = 0,90$), Лінії Яр 11–23 та Яр 15–23 ($r = 0,89$) – також встановлений сильний прямий зв'язок. Для цих генотипів підвищення маси 1000 насінин супроводжується стабільним збільшенням врожайності.

Таблиця 1.

Вплив комплексних мікроелементів на урожайність насіння сортів та новосторених ліній сочевиці, т/га

Фактор А, сорт, лінія	Фактор В, Комплексні мікроелементи	Урожайність насіння, т/га				В середньому за фактором, т/га	
		2023	2024	2025	Середнє	А	В
1	2	3	4	5	6	7	8
Антоніна	Контроль I (без обробки)	1,13	1,15	1,17	1,15	1,41	1,70
	Контроль II (обробка водою)	1,17	1,16	1,18	1,17		1,71
	Ярило активний старт PRO	1,29	1,31	1,33	1,31		1,89
	Авангард Комплекс Бобові	1,43	1,45	1,50	1,46		2,13
	Ярило активний старт PRO + Авангард Комплекс Бобові	1,93	1,95	2,02	1,97		2,34
	Середнє	1,39	1,40	1,44			
Серпанок	Контроль I (без обробки)	1,58	1,61	1,64	1,61	1,80	
	Контроль II (обробка водою)	1,59	1,62	1,65	1,62		
	Ярило активний старт PRO	1,71	1,72	1,76	1,73		
	Авангард Комплекс Бобові	1,88	1,90	1,94	1,91		
	Ярило активний старт PRO + Авангард Комплекс Бобові	2,11	2,15	2,21	2,16		
	Середнє	1,77	1,80	1,84			
Даринка	Контроль I (без обробки)	1,86	1,87	1,93	1,89	2,14	
	Контроль II (обробка водою)	1,87	1,88	1,94	1,90		
	Ярило активний старт PRO	2,08	2,10	2,17	2,12		
	Авангард Комплекс Бобові	2,29	2,31	2,41	2,34		
	Ярило активний старт PRO + Авангард Комплекс Бобові	2,41	2,45	2,55	2,47		
	Середнє	2,10	2,12	2,20			
Лінія Яр 03–23	Контроль I (без обробки)	1,91	1,92	1,93	1,92	2,19	
	Контроль II (обробка водою)	1,92	1,93	1,94	1,93		
	Ярило активний старт PRO	2,11	2,15	2,17	2,14		
	Авангард Комплекс Бобові	2,4	2,45	2,47	2,44		
	Ярило активний старт PRO + Авангард Комплекс Бобові	2,49	2,51	2,58	2,53		
	Середнє	2,17	2,19	2,22			
Лінія Яр 05–23	Контроль I (без обробки)	1,89	1,91	1,94	1,91	2,21	
	Контроль II (обробка водою)	1,90	1,92	1,95	1,92		
	Ярило активний старт PRO	2,15	2,17	2,22	2,18		
	Авангард Комплекс Бобові	2,41	2,45	2,52	2,46		
	Ярило активний старт PRO + Авангард Комплекс Бобові	2,53	2,55	2,59	2,56		
	Середнє	2,18	2,20	2,24			
Лінія Яр 07–23	Контроль I (без обробки)	1,14	1,16	1,19	1,26	1,58	
	Контроль II (обробка водою)	1,15	1,17	1,20	1,28		
	Ярило активний старт PRO	1,27	1,29	1,35	1,50		
	Авангард Комплекс Бобові	1,48	1,49	1,52	1,87		
	Ярило активний старт PRO + Авангард Комплекс Бобові	1,93	1,95	2,04	2,00		
	Середнє	1,55	1,58	1,62			
Лінія Яр 11–23	Контроль I (без обробки)	1,95	1,96	1,97	1,96	2,22	
	Контроль II (обробка водою)	1,96	1,97	1,98	1,97		
	Ярило активний старт PRO	2,12	2,15	2,19	2,15		
	Авангард Комплекс Бобові	2,53	2,46	2,48	2,49		
	Ярило активний старт PRO + Авангард Комплекс Бобові	2,52	2,55	2,57	2,55		
	Середнє	2,22	2,22	2,24			

Закінчення табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8
Лінія Яр 15–23	Контроль I (без обробки)	1,95	1,97	1,99	1,97	2,23	
	Контроль II (обробка водою)	1,96	1,98	2,00	1,98		
	Ярило активний старт PRO	2,15	2,19	2,21	2,18		
	Авангард Комплекс Бобові	2,43	2,47	2,51	2,47		
	Ярило активний старт PRO + Авангард Комплекс Бобові	2,51	2,53	2,59	2,54		
	Середнє	1,95	1,97	1,99			
Оцінка істотності часткових відмінностей							
НІР ₀₅ , т/га	A	0,10	0,07	0,09			
	B	0,08	0,05	0,08			
Оцінка істотності середніх головних ефектів							
НІР ₀₅ , т/га	A	0,07	0,09	0,06			
	B	0,05	0,07	0,08			
Частка впливу факторів, %							
	A	73,4	71,4	75,2	73,37		
	B	21,2	25,3	23,5	23,33		
	AB	5,5	3,2	1,3	3,30		

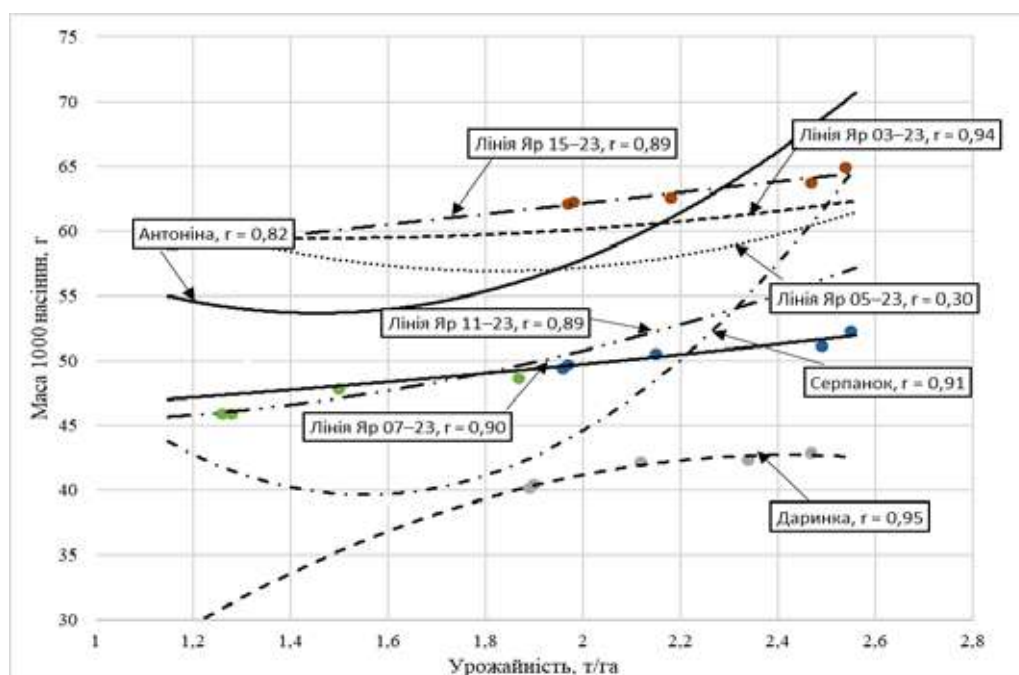


Рис. 1. Кореляційно-регресійні моделі залежності урожайності насіння сортів та ліній сочевиці та маси 1000 насінин

Помірний зв'язок: сорт Антоніна ($r = 0,82$) – позитивна, але менш виражена залежність. Слабкий зв'язок у Лінії Яр 05–23 ($r = 0,30$) між урожайністю та масою 1000 насінин. У більшості сортів і ліній простежується позитивна кореляція між урожайністю та масою 1000 насінин – тобто за вищої врожайності формується крупніше зерно. Найвищі значення маси 1000 насінин ($\approx 65\text{--}70$ г) спостерігаються в лінії Яр 03–23 при урожайності понад 2,4–2,6 т/га. Більшість досліджених генотипів характеризуються сильною прямою кореляцією між урожайністю та масою 1000 насінин ($r = 0,89\text{--}0,95$), що

свідчить про узгоджене формування продуктивності та крупності зерна та можливість проводити ефективні добори на продуктивність сочевиці за масою 1000 насінин.

Висновки. Найвищий рівень урожайності насіння сорту Даринка спостерігався у 2025 році на ділянці з обробкою препаратом з комплексом мікроелементів «Ярило активний старт PRO» + «Авангард Комплекс Бобові» – 2,55 т/га. Зростання врожайності в порівнянні з контрольним варіантом цього ж року показало приріст урожайності на 0,62 т/га або 32,1 %.

Найвища урожайність насіння сочевиці сорту Антоніна спостерігалась обробкою за «Ярило активний старт PRO» + «Авангард Комплекс Бобові» у 2025 році – 2,02 т/га, що більше контрольного варіанту на 0,85 т/га.

Максимальна врожайність рослини сочевиці сорту Серпанок була отримана на ділянках, де застосовувалося внесення суміш «Ярило активний старт PRO» + «Авангард Комплекс Бобові». У середньому за роки досліджень значення врожайності при застосуванні препаратів у суміші «Ярило активний старт PRO» + «Авангард Комплекс Бобові» складало 2,16 т/га, що перевищує контрольний варіант на 0,55 т/га або на 34,2 %.

Максимальна врожайність насіння новоствореної ліній сочевиці була отримана на ділянках, де застосовувалося внесення в суміші «Ярило активний старт PRO» + «Авангард Комплекс Бобові». У лінії Яр 03–23 урожайність підвищилася в середньому з 1,92 до 2,53 т/га, або на 31,7 %; у Яр 05–23 – з 1,91 до 2,56 т/га (+34,1 %); у Яр 07–23 – з 1,26 до 2,00 т/га, що є одним із найбільших приростів (+58,7 %); у Яр 11–23 – з 1,96 до 2,55 т/га (+30,1 %); у Яр 15–23 – з 1,97 до 2,54 т/га (+28,9 %).

У сорту Даринка проявився сильний позитивний зв'язок ($r = 0,95$) маси 1000 насінин з урожайності насіння. У лінії Яр 03–23 коефіцієнт кореляції становив $r = 0,94$, у сорту Серпанок $r = 0,91$, у лінії Яр 07–23 ($r = 0,90$), у лінії Яр 11–23 та Яр 15–23 $r = 0,89$. Для цих генотипів підвищення маси 1000 насінин супроводжується стабільним збільшенням врожайності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Дідур І.М., Коршевніук С.П. Формування симбіотичного апарату сочевиці залежно від інокуляції та обробки насіння мікроелементами. *Agriculture and Forestry*. 2021. № 4. С. 52–66. <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2021-4-5>
- Вольвач О. В., Колосовська В. В., Костюкевич Т. К., Сербінов Б. М. Агроекологічні умови вирощування сочевиці з врахуванням агроєкологічної оцінки ґрунтів Вінницької області. *Екологічні науки*. 2022. № 6. С. 173–178.
- Присяжнюк О. І., Топчій О. В., Слободянюк С. В. та ін. Сочевиця. Біологія та вирощування: монографія. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2020. 180 с.
- Орехівський В.Д., Січкач В.І., Овсянникова Л.К., Маматов М.О., Соломонов Р.В. Сочевиця джерело рослинного білка. *Зернові продукти і комбікорми*. 2017. Вип.17. Т. 4. С. 22–29.
- Prysiachniuk O., Maliarenko O., Biliavska L., Voitovska V., Kononenko L., Klymovych N., Poltoretska N. Measuring and alleviating drought stress in pea and lentil. *Agronomy Research*. 2023. Vol. 21, Issue 2. P. 560–576. <https://doi.org/10.159/AR.23.023>.
- Сергєєв Л. А., Марченко Т. Ю., Когут І. М., Почколіна С. В., Марченко В. Д. Урожайний потенціал сортів сочевиці залежно від елементів агротехнології за кліматичних змін. *Український журнал прикладних наук*. 2025. № 14. С. 241–249. <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.14.2025.23>.
- Янюк Т. І., Тракало Т. О., Ганзенко В. В. Вивчення властивостей зернобобової сировини для отримання функціональних продуктів. *Молодий вчений*. 2021. № 6(94). С. 108–113.
- Холод С.М., Четверик О.О., Ляшенко В.В., Хоменко М.Р. Оцінка біологічних властивостей, продуктивності та врожайності сочевиці. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. Vol. 26(4). С. 47–53. <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.04.09>.
- Kaale L. D., Siddiq M., Hooper S. Lentil (*Lens culinaris* Medik) as nutrient-rich and versatile food legume: A review. *Legume Science*. 2022. № 5(2). <https://doi.org/10.1002/leg3.16912>.
- Кобизева Л. Н., Безугла О. М., Божко Т. М. Аналіз колекції сочевиці України за придатністю зразків до механізованого збирання урожаю. *Генетичні ресурси рослин*. 2008. № 5. С. 132–136.
- Barrios A., Aparicio T., Rodríguez M. J., Pérez de la Vega M., Caminero C. Winter sowing of adapted lines as a potential yield increase strategy in lentil (*Lens culinaris* Medik.). *Spanish Journal of Agricultural Research*. 2016. Vol.14(2). e0702. <https://doi.org/10.5424/sjar/2016142-8092>.
- Kulinich O., Kandaurova K., Kobos I. Study of lentil varieties from Canada and Turkey in the northern steppe of Ukraine. *Genetični Resursi Roslin (Plant Genetic Resources)*. 2021. Vol. 29. P. 20–28. <https://doi.org/10.36814/pgr.2021.29.02>.
- Reda A. Lentil (*Lens culinaris* Medikus) current status and future prospect of production in Ethiopia. *Advances in Plants & Agriculture Research*. 2015. Vol. 2(2). P. 45–53. <https://doi.org/10.15406/apar.2015.02.00040>
- Choukri H., Hejjaoui K., El-Baouchi A., El Haddad N., Smouni A., Maalouf F., Thavarajah D., Kumar S. Heat and drought stress impact on phenology, grain yield, and nutritional quality of lentil (*Lens culinaris* Medikus). *Frontiers in Nutrition*. 2020. Vol. 7. <https://doi.org/10.3389/fnut.2020.596307>.
- Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Методика польового дослідження (Зрошуване землеробство): навчальний посібник. Херсон: Гринь Д.С., 2014. 448 с.
- Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Статистичний аналіз результатів польових дослідів у землеробстві. Херсон: Айлант, 2013. 381 с.

REFERENCES:

- Didur, I., & Korshevnyuk, S. (2021). Formuvannia symbiotychnoho aparatu sochevytsi zalezchno vid inokulatsii ta obrobky nasinnia mikroelementamy [Formation of a symbiotic apparatus of lentil depending on inoculation and processing of seeds with microelements]. *Agriculture and Forestry*, 4, 52–66. <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2021-4-5> [in Ukrainian].
- Volvach, O.V., Kolosovska, V.V., Kostyukievych, T.K., & Serbinov, B.M. (2022). Ahrometeorologichni umovy vyroshchuvannia sochevytsi z vrakhuvanniam ahroekologichnoi otsinky hruntiv Vinnytskoi oblasti [Agrometeorological conditions for growing lentils taking into account the agroecological assessment of soils in Vinnytsia region]. *Ekologichni nauky*, 6, 173–178 [in Ukrainian].
- Prysiachniuk, O.I., Topchii, O.V., & Slobodianiuk, S.V. (2020). Sochevytsia. Biologhiia ta vyroshchuvannia [Lentils. Biology and cultivation]. Vinnytsia: TOV «TVORY», 180 [in Ukrainian].
- Orehivskyyi, V.D., Sichkar, V.I., Ovsianyynkova, L.K., Mamatov, M.O., & Solomonov, R.V. (2017). Sochevytsia dzherelo rosllynnoho bilka [Lentils as a source of vegetable protein]. *Zernovi produkty i kombikormy*, 17(4), 22–29 [in Ukrainian].

5. Prysiazhniuk, O., Maliarenko, O., Biliavska, L., Voitovska, V., Kononenko, L., Klymovych, N., & Poltoretska, N. (2023). Measuring and alleviating drought stress in pea and lentil. *Agronomy Research*, 21(2), 560–576. <https://doi.org/10.159/AR.23.023>.
 6. Serhieiev, L.A., Marchenko, T.Yu., Kohut, I.M., Pochkolina, S.V., & Marchenko, V.D. (2025). Urozhainyi potentsial sortiv sochevytsi zalezno vid elementiv ahrotekhnologii za klimatychnykh zmin [Yield potential of lentil varieties depending on the elements of agrotechnology during climatic changes]. *Ukrainskyi zhurnal pryrodnychuykh nauk*, 14, 241–249. <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.14.2025.23> [in Ukrainian].
 7. Yaniuk, T.I., Trakalo, T.O., & Hanzenko, V.V. (2021). Vyvchennia vlastyvoستي zernobobovoi syrovyny dlia otrymannia funktsionalnykh produktiv [Study of the properties of legume raw materials for obtaining functional products]. *Molodyi vchenyi*, 6(94), 108–113 [in Ukrainian].
 8. Kholod, S., Chetveryk, O., Liashenko, V., & Khomenko, M. (2023). Otsinka biolohichnykh vlastyvoستي, produktyvnosti ta vrozhaivosti sochevytsi [The estimation of lentil biological properties, productivity and yield capacity]. *Scientific Progress & Innovations*, 26(4), 47–53. <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.04.09> [in Ukrainian].
 9. Kaale, L.D., Siddiq, M., & Hooper, S. (2022). Lentil (*Lens culinaris* Medik) as nutrient-rich and versatile food legume: A review. *Legume Science*, 5(2), Portico. <https://doi.org/10.1002/leg3.16912>.
 10. Kobyzieva, L.N., Bezuhla, O.M., & Bozhko, T.M. (2008). Analiznatsionalnoi koleksii sochevytsi Ukrainy za prydatnistiu zrazkivdo mekhanizovanoho zbyrannia urozhaui [Analysis of the Ukrainian lentil collection for suitability of samples for mechanized harvesting]. *Henetychni Resursy Roslyn*, 5, 132–136 [in Ukrainian].
 11. Barrios, A., Aparicio, T., Rodríguez, M. J., Pérez de la Vega, M., & Caminero, C. (2016). Winter sowing of adapted lines as a potential yield increase strategy in lentil (*Lens culinaris* Medik.). *Spanish Journal of Agricultural Research*, 14(2), e0702. <https://doi.org/10.5424/sjar/2016142-8092>
 12. Kulnich, O., Kandaurova, K., & Kobos, I. (2021). Study of lentil varieties from Canada and Turkey in the northern steppe of Ukraine. *Genetični Resursi Roslin (Plant Genetic Resources)*, 29, 20–28. <https://doi.org/10.36814/pgr.2021.29.02>
 13. Reda, A. (2015). Lentil (*Lens culinaris* Medikus) current status and future prospect of production in Ethiopia. *Advances in Plants & Agriculture Research*, 2(2), 45–53. <https://doi.org/10.15406/apar.2015.02.00040>
 14. Choukri, H., Hejjoui, K., El-Baouchi, A., El haddad, N., Smouni, A., Maalouf, F., Thavarajah, D., & Kumar, S. (2020). Heat and drought stress impact on phenology, grain yield, and nutritional quality of lentil (*Lens culinaris* Medikus). *Frontiers in Nutrition*, 7. <https://doi.org/10.3389/fnut.2020.596307>.
 15. Ushkarenko, V.O., Vozhehova, R.A., Holoborodko, S.P., & Kokovikhin, S.V. (2014). *Metodyka polovoho doslidu (Zroshuvane zemlerobstvo) [Field experiment methodology (Irrigated agriculture)]*. Kherson: Hrin D.S., 448 [in Ukrainian].
 16. Ushkarenko, V.O., Vozhehova, R.A., Holoborodko, S.P., & Kokovikhin, S.V. (2013). *Statystychnyi analiz rezultativ polovykh doslidiv u zemlerobstvi [In Statistical analysis of field experiment results in agriculture]*. Kherson: Ailant, 381 [in Ukrainian].
- Сергєєв Л.А., Когут І.М., Марченко Т.Ю., Соломонов Р.В., Марченко В.Д. Вплив комплексних мікроелементів на урожайність насіння сортів та ліній сочевиці**
- Мета.** Розробка елементів оптимізованої технології виробництва насіння сочевиці з високими посівними якістьями. **Методика.** Польовий – для спостереження за ростом і розвитком рослин, погодно-кліматичними умовами навколишнього середовища та іншими досліджуваними чинниками; вимірально-ваговий – параметрів структури врожаю, урожайності; математично-статистичний – для проведення дисперсійного аналізу і статистичної обробки даних з метою оцінки достовірності отриманих результатів досліджень. **Результати.** На урожайність насіння, впливають кілька ключових факторів: Сорт (Фактор А): різні сорти (Антоніна, Серпанок, Даринка) мають різну генетичну основу, що впливає на їхню продуктивність і стійкість до хвороб та обробка (Фактор В). Врожайність насіння є результатом комплексної взаємодії цих факторів. Важливо враховувати всі аспекти для оптимізації врожайності. В середньому за роки досліджень врожайності сорту Даринка за обробкою суміші препаратів склапа – 2,47 т/га, що перевищує контрольний варіант на 0,58 т/га або на 31 %. Окреме використання «Ярило активний старт PRO» підвищило врожайність на 0,23 т/га або на 12 %, а «Авангард Комплекс Бобові» – на 0,45 т/га або на 24 %. В середньому протягом досліджуваних років величина врожайності при застосуванні препаратів в суміші «Ярило активний старт PRO» + «Авангард Комплекс Бобові» становила 1,97 т/га, що перевищує контрольний варіант на 0,82 т/га. Окреме використання «Ярило активний старт PRO» підвищило врожайність на 0,16 т або на 13,9 %, застосування «Авангард Комплекс Бобові» – на 0,33 т або на 26,9 %. Найвища урожайність насіння сочевиці сорту Антоніна спостерігалась обробкою за «Ярило активний старт PRO» + «Авангард Комплекс Бобові» у 2025 році – 2,02 т/га, що більше контрольного варіанту на 0,85 т/га. У середньому за роки досліджень значення врожайності сорту Серпанок при застосуванні препаратів у суміші «Ярило активний старт PRO» + «Авангард Комплекс Бобові» склапа 2,16 т/га, що перевищує контрольний варіант на 0,55 т/га або на 34,2 %. Окреме внесення «Ярило активний старт PRO» підвищило врожайність на 0,25 т/га або на 7,5 %, а внесення «Авангард Комплекс Бобові» – на 0,43 т/га або на 18,6 %. Максимальна врожайність рослини новоствореної лінії сочевиці була отримана на ділянках, де застосовувалося внесення в суміш «Ярило активний старт PRO» + «Авангард Комплекс Бобові». Усі досліджувані лінії характеризуються позитивною реакцією на позакореневе підживлення, особливо при поєднанні двох препаратів. Найвищі результати одержано для ліній Яр 05–23 та Яр 11–23, Яр 15–23 урожайність яких досягала 2,54–2,56 т/га. **Висновки.** Найвищий рівень урожайності насіння сорту Даринка спостерігався у 2025 році на ділянці з обробкою «Ярило активний старт PRO» + «Авангард Комплекс Бобові» – 2,55 т/га, зростання врожайності в порівнянні з контрольним варіантом цього ж року показало приріст урожайності на 0,62 т/га або 32,1 %. Найвища урожайність насіння сочевиці сорту Антоніна спостерігалась обробкою за «Ярило активний старт PRO» + «Авангард Комплекс Бобові» у 2025 році – 2,02 т/га, що більше контрольного варіанту на 0,85 т/га. Максимальна врожайність рослини сочевиці сорту Серпанок була отримана

на ділянках, де застосовувалося внесення суміш «Ярило активний старт PRO + «Авангард Комплекс Бобові». У середньому за роки досліджень значення врожайності при застосуванні препаратів у суміші «Ярило активний старт PRO» + «Авангард Комплекс Бобові» склало 2,16 т/га, що перевищує контрольний варіант на 0,55 т/га або на 34,2%. Максимальна врожайність рослини новоствореної лінії сочевиці була отримана на ділянках, де застосовувалося внесення в суміш «Ярило активний старт PRO» + «Авангард Комплекс Бобові». У лінії Яр 03–23 урожайність підвищилася в середньому з 1,92 до 2,53 т/га, або на 31,7%; у Яр 05–23 – з 1,91 до 2,56 т/га (+34,1%); у Яр 07–23 – з 1,26 до 2,00 т/га, що є одним із найбільших приростів (+58,7%); у Яр 11–23 – з 1,96 до 2,55 т/га (+30,1%); у Яр 15–23 – з 1,97 до 2,54 т/га (+28,9%). Сорт Даринка показав сильний позитивний зв'язок ($r = 0,95$) зі зростанням маси 1000 насінин урожайності істотно збільшується. Лінія Яр 03–23 ($r = 0,94$), Серпанок ($r = 0,91$), Лінія Яр 07–23 ($r = 0,90$), Лінії Яр 11–23 та Яр 15–23 ($r = 0,89$) – також сильний прямий зв'язок. Для цих генотипів підвищення маси 1000 насінин супроводжується стабільним збільшенням врожайності.

Ключові слова: сочевиця, урожайність, сорт, лінія, маса 1000 насінин, біопрепарати.

Serhieiev L.A., Marchenko T.Yu., Kohut I.M., Solomonov R.V., Marchenko V.D. The influence of complex microelements on the yield of seeds of lentil varieties and lines

Purpose. Development of elements of an optimized technology for the production of lentil seeds with high sowing qualities. **Methodology.** Field – to monitor the growth and development of plants, weather and climatic conditions of the environment and other studied factors; measuring and weighing – parameters of the crop structure, yield; mathematical and statistical – to conduct variance analysis and statistical data processing in order to assess the reliability of the obtained research results. **Results.** Several key factors affect seed yield: Variety (Factor A): different varieties (Antonina, Serpanok, Darynka) have different genetic bases, which affects their productivity and disease resistance, and treatment (Factor B). Seed yield is the result of a complex interaction of these factors. It is important to consider all aspects to optimize yield. On average over the years of research, the yield of the Darynka variety after treatment with a mixture of drugs was 2.47 t/ha, which exceeds the control variant by 0.58 t/ha or 31%. Separate use of “Yarylo Active Start PRO” increased the yield by 0.23 t/ha or 12%, and “Avangard Complex Beans” by 0.45 t/ha or 24%. On average, during the studied years, the yield value when using preparations in the mixture “Yarylo Active Start PRO” + “Avangard

Complex Legumes” was 1.97t/ha, which exceeds the control variant by 0.82t/ha. Separate use of “Yarylo Active Start PRO” increased the yield by 0.16t or 13.9%, the use of “Avangard Complex Legumes” – by 0.33t or 26.9%. The highest yield of lentil seeds of the Antonina variety was observed with treatment with “Yarylo Active Start PRO” + “Avangard Complex Legumes” in 2025 – 2.02t/ha, which is 0.85t/ha more than the control variant. On average over the years of research, the yield value of the Serpanok variety when using preparations in the mixture “Yarylo Active Start PRO” + “Avangard Complex Legumes” was 2.16 t/ha, which exceeds the control variant by 0.55 t/ha or 34.2%. Separate application of “Yarylo Active Start PRO” increased the yield by 0.25 t/ha or 7.5%, and application of “Avangard Complex Legumes” – by 0.43 t/ha or 18.6%. The maximum yield of the newly created lentil lines was obtained in areas where application of the mixture “Yarylo Active Start PRO” + “Avangard Complex Legumes” was used. All the studied lines are characterized by a positive reaction to foliar feeding, especially when combining the two preparations. The highest results were obtained for the lines Yar 05–23 and Yar 11–23, Yar 15–23, the yield of which reached 2.54–2.56 t/ha. **Conclusions.** The highest level of seed yield of the Darynka variety was observed in 2025 on the plot with the treatment “Yarylo Active Start PRO” + “Avangard Complex Legumes” – 2.55 t/ha, the increase in yields compared to the control variant of the same year showed an increase in yield by 0.62 t/ha or 32.1%. The maximum yield of lentil plants of the Serpanok variety was obtained on plots where the mixture “Yarylo Active Start PRO” + “Avangard Complex Legumes” was applied. On average, over the years of research, the yield value when using preparations in the mixture “Yarylo Active Start PRO” + “Avangard Complex Legumes” was 2.16 t/ha, which exceeds the control variant by 0.55 t/ha or 34.2%. The maximum yield of the newly created lentil lines was obtained in areas where the application of the mixture “Yarylo Active Start PRO” + “Avangard Complex Legumes” was used. In the Yar 03–23 line, the yield increased on average from 1.92 to 2.53 t/ha, or by 31.7%; in Yar 05–23 – from 1.91 to 2.56 t/ha (+34.1%); in Yar 07–23 – from 1.26 to 2.00 t/ha, which is one of the largest increases (+58.7%); in Yar 11–23 – from 1.96 to 2.55 t/ha (+30.1%); in Yar 15–23 – from 1.97 to 2.54 t/ha (+28.9%). The Darynka variety showed a strong positive relationship ($r = 0.95$) with an increase in the mass of 1000 seeds, the yield significantly increases. The Yar 03–23 line ($r = 0.94$), Serpanok ($r = 0.91$), Yar 07–23 line ($r = 0.90$), Yar 11–23 and Yar 15–23 lines ($r = 0.89$) also have a strong direct relationship. For these genotypes, an increase in the mass of 1000 seeds is accompanied by a stable increase in yield.

Key words: lentils, yield, variety, line, mass of 1000 seeds, biological products.

Дата першого надходження статті до видання: 02.04.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 22.05.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 30.05.2026