DOI: 10.32636/01308521.2025-(77)-1-2

Оригінальна наукова стаття
УДК 633.844:631.53.01/.02

ФОРМУВАННЯ ПОСІВНИХ ЯКОСТЕЙ НАСІННЯ ГІРЧИЦІ БІЛОЇ ПІД ВПЛИВОМ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ

О. П. Волощук[1], В. В. Глива[1], О. М. Случак[1], Г. С. Герешко[1], Ю. О. Ковальчук[2]

[1]Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине, Львівський р-н, Львівська обл., 81115
[2]Львівський національний університет природокористування
вул. Володимира Великого, 1, м. Дубляни, Львівський р-н, Львівська обл., 80831

Про авторів:
Олександра ВОЛОЩУК,
доктор сільськогосподарських наук, професор
ORCID: 0000-0002-2509-9452

Валентина ГЛИВА,
кандидат сільськогосподарських наук
ORCID: 0000-0002-9033-6549

Оксана СЛУЧАК,
науковий співробітник
ORCID: 0000-0002-2993-9762

Галина ГЕРЕШКО,
науковий співробітник
ORCID: 0000-0003-0166-0943

Юрій КОВАЛЬЧУК,
кандидат сільськогосподарських наук
ORCID: 0000-0002-0424-6038

Для листування:
Олександра ВОЛОЩУК
e-mail: olexandravoloschuk53@gmail.com

Інформація про фінансування:
Національна академія аграрних наук України

Отримано:
31 січня 2025 р.
Погоджено до друку:
24 лютого 2025 р.

Запорукою отримання стабільного врожаю будь-якої культури є висока якість насіннєвого матеріалу. Це одна з основних агротехнічних вимог, яка починається зі здорового насіння, метаболізм розвитку якого залежить від спадкової основи та умов формування.

В результаті впливу різноманітних зовнішніх факторів у ньому відбуваються процеси синтезу, накопичення білків, ферментів та інших хімічних сполук, що визначають урожайність і посівні властивості насіння. Здатність забезпечувати високу врожайність протягом багатьох років характеризує екологічну пластичність сорту. Лише за оптимального поєднання екологічних факторів, застосування ефективних технологічних заходів сорти здатні повніше реалізувати свій генетичний потенціал. Збільшення обсягів виробництва насіння високих посівних якостей можливе лише за умови використання інтенсивних технологій високопродуктивних, екологічно пластичних сортів, адаптованих до конкретних ґрунтово-кліматичних умов вирощування.

У статті наведено результати досліджень впливу різних агротехнічних заходів на формування посівних якостей насіння гірчиці білої. Встановлено, що за передпосівної обробки насіння стимуляторами росту прибавки врожаю становили 0,19–0,29 т/га, вищі посівні якості зібраного насіння: маса 1000 насінин на 0,6–1,0 г, схожість енергії становила 1,4–3,0 %, а лабораторна схожість – 2,1–4,2 %.

Широкорядний спосіб сівби (45 см) з нормою висіву 0,5 млн схож. нас./га забезпечив найвищі показники посівних якостей насіння, у тому числі маса 1000 насінин становила 5,15 г (сорт Біла Принцеса), 5,31 г (сорт Аріадна). Енергія проростання зібраного насіння залежала від маси 1000 насінин і становила 90,5–94,1 %, лабораторна схожість – 94,8–99,5 %.

Ключові слова: гірчиця біла, сорт, регулятор росту, врожайність, маса 1000 насінин, енергія проростання, лабораторна схожість.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Волощук О. П., Глива В. В., Случак О. М., Герешко Г. С., Ковальчук Ю. О., 2025

Formation of sowing qualities of white mustard seeds under the influence of elements of growing technology

[1]Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS
Hrushevskoho street, 5, Obroshyne village, Lviv district, Lviv region, 81115
[2]Lviv National Environmental University
Volodymyra Velykoho street, 1, Dubliany city, Lviv district, Lviv region, 80831

About autors:

Oleksandra VOLOSHCHUK
ORCID: 0000-0002-2509-9452

Valentyna HLYVA
ORCID: 0000-0002-9033-6549

Oksana SLUCHAK
ORCID: 0000-0002-2993-9762

Halyna HERESHKO
ORCID: 0000-0002-0773-6382

Yurii KOVALCHUK
ORCID: 0000-0002-0424-6038

For corresponding:
Oleksandra VOLOSHCHUK
e-mail:
olexandravoloschuk53@gmail.com

Funding information:
National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

Received:
January 31, 2025
Accepted:
February 24, 2025

The key to obtaining a stable yield of any crop is the high quality of the seed material. This is one of the main agrotechnical requirements, starting with healthy seeds, development metabolism of which depends not only on the hereditary basis of the characteristics, but also on the conditions in which they are formed. As a result of the influence of various external factors, the processes of synthesis, accumulation of proteins, enzymes and other chemical compounds that determine the yield and sowing properties of seeds occur in it. The ability to ensure high yields over the years is determined by heredity, positive modification variability arising under the influence of growing conditions. Only with an optimal combination of environmental factors, the use of effective technological measures, varieties are able to more fully realize their genetic potential. Increasing the volume of production of seeds of high sowing qualities is possible only with the use of intensive technologies including highly productive, environmentally plastic varieties adapted to specific soil and climatic growing conditions.

The article presents the results of studies on the influence of various agrotechnical measures on the formation of sowing qualities of white mustard seeds. It was found that with pre-sowing treatment of seeds with growth stimulants, the yield increases were 0.19–0.29 t/ha, the sowing qualities of the collected seeds were higher: the weight of 1000 seeds was 0.6–1.0 g higher, the germination energy was 1.4–3.0 %, and the laboratory germination was 2.1–4.2 %.

The wide-row sowing method (45 cm) with a seeding rate of 0.5 million viable seeds/ha ensured the highest indicators of seed sowing qualities, including the weight of 1000 seeds – it was 5.15 g (Bila Princesa variety), 5.31 g (Ariadna variety). The germination energy of the collected seeds depended on the mass of 1000 seeds and amounted to 90.5–94.1 %, laboratory germination – 94.8–99.5 %.

Keywords: white mustard, variety, growth regulator, yield, mass of 1000 seeds, germination energy, laboratory similarity.

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons.

Вступ. Велика увага вчених зосереджена на визначення генетичної основи метаболічних порушень, природи впливу та збереження максимальної життєздатності насіння. Особливо актуальними є дослідження з обґрунтування зв’язку дії регуляторів росту та різних процесів проростання, розвитку та дозрівання насіння [19, 24, 29, 30, 31].

Вчені В. Д. Паламарчук, В. А. Доронін, О. М. Колісник, О. О. Алєксєєв [13] стверджують про різну врожайність в наступних поколіннях отриману від насіння одного генотипу (сорту), яке було вирощене в однакових умовах. Під дією різних факторів обумовлений генотипово-гармонійний розвиток організму, зокрема деякі елементи його структури, або функції можуть

порушуватися, що призводить до генотипової або модифікаційної мінливості.

Кліматичні умови та функціонування різних організаційно-правових форм господарств обумовили проблему технологічного забезпечення сортів гірчиці білої, що вплинуло на зниження максимальної врожайності через погіршення вологозабезпеченості та природної родючості ґрунтів, зменшення кількості внесення органічних й мінеральних добрив, що в кінцевому результаті впливає на якість вирощеного насіння [1, 2, 10, 11, 15, 18].

Все більшої уваги виробники приділяють виробництву високоякісної насіннєвої продукції з застосуванням ресурсозберігаючих технологій з сучасними засобами біологізації [3, 6, 7, 16, 17].

Включення у біологічний колообіг агроценозів біопрепаратів, які ефективно себе зарекомендували на фоні достатнього забезпечення мінерального живлення сільськогосподарських культур та передпосівної обробки насіння і позакореневого підживлення, за невисокої вартості їхнього придбання й застосування, робить цей елемент технології привабливим для сільськогосподарських виробників [4, 5, 9, 15, 20, 22, 25, 26].

Ряд вчених присвятили свої дослідження проблемі підвищення посівних якостей насіння, але вона залишається надзвичайно важливою через вплив негативних чинників впродовж його формування та дозрівання. Параметри маси 1000 насінин є генетично закладені при створенні сорту, однак вони змінюються і це впливає на енергію проростання та лабораторну схожість насіння [21, 23, 27, 28].

Мета досліджень полягала в обґрунтуванні впливу передпосівної обробки гірчиці білої регуляторами росту на формування врожайності та посівних якостей насіння, збільшуючи об’єми виробництва культури для розширення посівних площ в регіоні за нижчої собівартості насіннєвого матеріалу та вищої закупівельної спроможності споживача.

Матеріали і методи. Досліди були закладені у 2022–2024 рр. на експериментальній базі відділу насінництва та насіннєзнавства Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН.

Сірий лісовий, поверхнево оглеєний, легкосуглинковий ґрунт дослідних ділянок характеризували низьким вмістом гумусу 2,3 % (за Тюріним), дуже низьким забезпеченням азотом, калієм та середнім – фосфором зі слабокислою реакцією ґрунтового розчину (рНсол – 5,4). Забезпечення мікродобривами становить: середнє – бором (B) – 0,67 мг/кг ґрунту, низьке – мангану (Mg) – 21,99; кобальту (Co) – 0,56; міді (Cu) – 1,68 і високе – цинком (Zn) – 0,59 мг/кг ґрунту.

Особливістю погодних умов періоду формування-дозрівання насіння сортів гірчиці білої у 2022 і 2024 рр. була вища на 2,0 і 4,1 ºС температура повітря та менша на 16,2 і 33,9 мм кількість опадів порівняно з середньобагаторічними даними. У 2023 р. температурний режим перевищував на 2,5 ºС, а кількість опадів була більшою на 33 мм.

Особливостями агротехніки вирощування гірчиці білої були наступні агрозаходи: обробіток ґрунту складався з лущення стерні та оранки на глибину 10–12 см і 20–22 см. Попередник – кукурудза звичайна. Сівбу проводили в – III декаді квітня. У досліді 1 і 3 норма висіву насіння гірчиці білої (*Sinapis alba* L.) становила 2,5 млн схож. нас./га (15–16 кг/га). Передпосівна обробка насіння включала інсектицидно-фунгіцидний протруйник Модесто, 48 % т. к. с. з нормою витрати препарату 12,5 л/т. Насіння сортів висівали на глибину загортання 2–4 см. Для знищення бур’янів використовували гербіциди: Раундап, 48 % в. р. (за 2–3 тижні до оранки), Бутізан, 40 % к. с. (1,75–2,5 л/га). Проти прихованохоботника та квіткоїда застосовували інсектициди – Каліпсо, 48 %

к. с. (0,25–0,40 л/га). Фон мінерального живлення становив – $N_{30}P_{60}K_{70}$ з підживленням N_{40} у макростадії 1 (розвиток листків), фазі ВВСН 14–16 (4–6 листків) та N_{20} в макростадії 4 (основна стадія росту), ВВСН 52–53 (фаза – поява суцвіття).

Об'єкт досліджень становили сорти внесені у 2018 р. до Реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні – Аріадна і Біла Принцеса.

Досліди закладали за методикою В. О. Ушкаренко та ін. [12]. Посівні якості насіння встановлювали згідно з ДСТУ 4138-2002 [8]. За допомогою дисперсійного аналізу з використанням комп'ютерних програм *Exell, Agrostat, Statistica-8* проводили статистичний аналіз результатів досліджень.

Результати та обговорення. Досліджуючи вплив передпосівної обробки насіння гірчиці білої регуляторами росту на фоні мінерального живлення $N_{90}P_{60}K_{70}$ отримано вірогідний приріст урожайності. У сорту Аріадна у 2022 р. він становив 0,23–0,35 т/га, а в Білої Принцеси – 0,26–0,37 т/га. Середній показник збільшення до контролю (протруйник Модесто, 48 % т. к. с.) коливався від 0,25 т/га за застосування Вимпел 2 в нормі 1,0 л/т до 0,36 т/га за Трептолем (0,25 л/т). Позитивна дія Нертус ПлантаПег в нормі 0,4 л/т була на рівні Вимпелу 2. У 2023 р. урожайність насіння на контролі (без РР) коливалася в межах 2,50 т/га сорт Аріадна – 2,58 т/га Біла принцеса. За передпосівної обробки насіння регулятором росту Вимпел 2 в нормі 1,0 л/т даний показник зростав до 2,71–2,75 т/га, або на 0,19 т/га. Ефективність Нертус ПлантаПегу в нормі 0,4 л/т була на рівні 2,76–2,82 т/га, або вищою до контролю – на 0,25–0,26 т/га і до Вимпел 2 – на 0,04–0,05 т/га. Найвищу врожайність насіння гірчиці білої отримали за застосування регулятора росту Трептолем (у нормі 0,25 л/т) – 2,83–2,87 т/га, що більше до контролю – на 0,29–0,33 т/га, а до Вимпел 2 – на 0,12 т/га. У 2024 р. сорти гірчиці білої сформували урожайність на рівні 2,69 т/га – контроль (обробка насіння Модесто, 48 % т. к. с., 12,5 л/т) – 2,81–2,85 т/га – застосування стимуляторів росту. Середній найвищий показник отримали у 2022 р. – 3,30–3,66 т/га, а найнижчий у 2023 р. – 2,54–2,85 т/га, на що впливали погодні умови періоду наливу-дозрівання насіння (рис. 1). Під впливом стимуляторів росту урожайність зростала на 0,19–0,29 т/га порівняно з контролем без їх застосування.

Вплив сорту (фактор А) на урожайність насіння становив 9 %, стимуляторів росту (фактор В) – 27, погодних умов (фактор С) – 14, взаємодія: АВ – 17, АС – 5, ВС – 13, АВС – 13, інші (залишкове) фактори – 2 %.

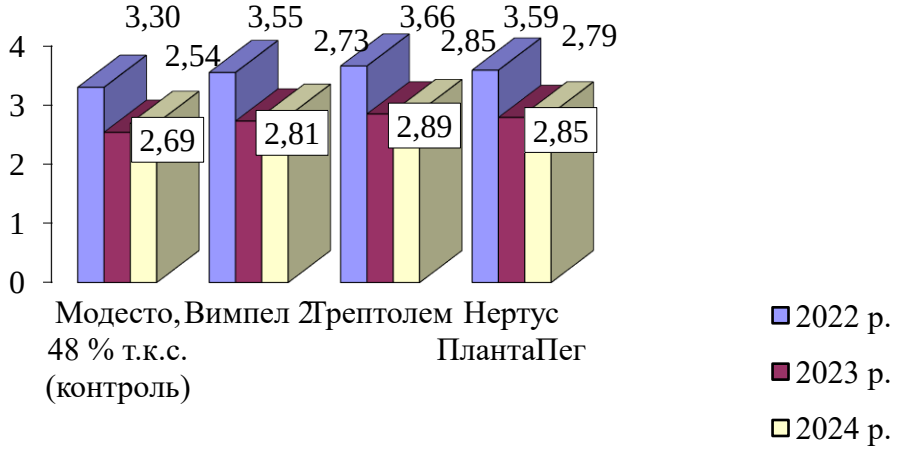

Рис. 1. Урожайність насіння гірчиці білої залежно передпосівної обробки регуляторами росту, в середньому за сортами (2022–2024 рр.), т/га

Отримана врожайність була обумовлена різною масою 1000 насінин сортів гірчиці білої. Це показник як технологічної цінності сорту, так і критерій насіннєвого матеріалу який генетично закладений селекціонером, але змінюється під впливом різних факторів. Починаючи з ранніх етапів органогенезу рослини сортів гірчиці білої отримували з ґрунту необхідні поживні речовини та елементи які входили у склад регуляторів росту, тому їх ріст і розвиток був кращим порівняно з контрольним варіантом і інтенсивніше проходив процес фотосинтезу. Ці чинники позитивно впливали на формування маси 1000 насінин (рис. 2). Під їх дією даний показник зростав з 3,66 г на контролі до 3,78–3,85 г.

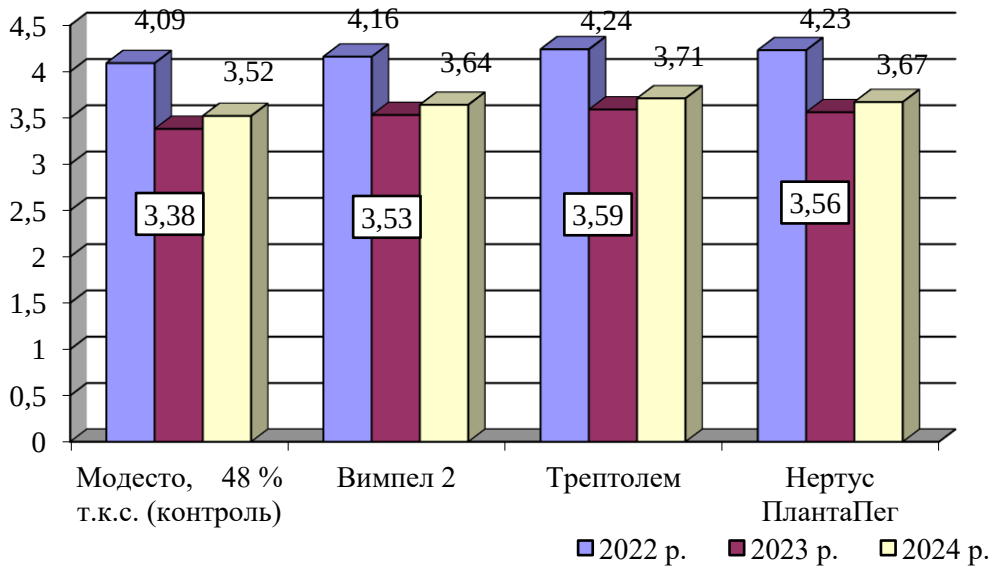

Рис. 2. Маса 1000 насінин гірчиці білої залежно від передпосівної обробки насіння регуляторами росту, в середньому за сортами (2022–2024 рр.)

Температурні умови в період формування насіння гірчиці білої та досліджувані регулятори росту мали безпосередній вплив на енергію проростання, яка змінювалася з 82,2 до 85,2 % (рис. 3).

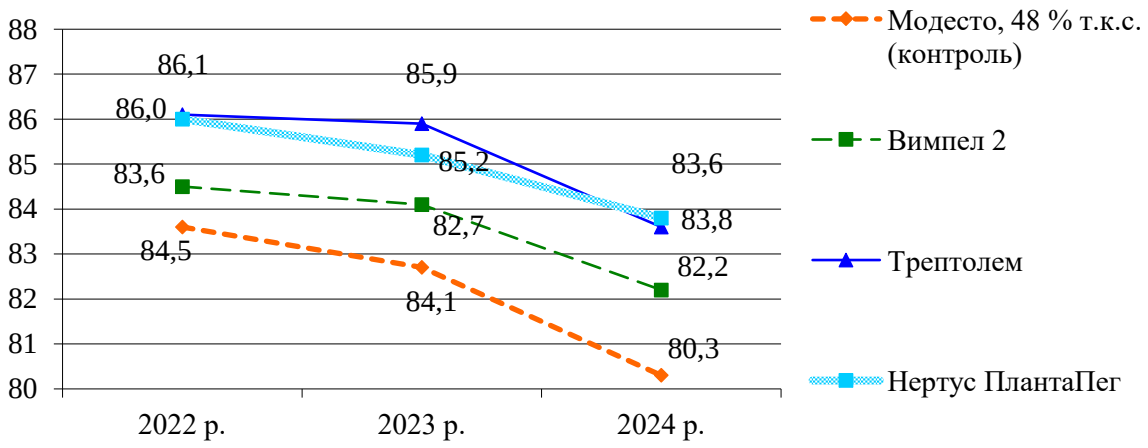

Рис. 3. Енергія проростання насіння гірчиці білої залежно передпосівної обробки насіння регуляторами росту, в середньому за сортами (2022–2024 рр.), %

Лабораторна схожість зібраного насіння гірчиці білої була високою (рис. 4). Якщо на контролі (обробка насіння протруйником Модесто, 48 % т. к. с. + вода) вона складала 92,2 %, то під впливом оптимальної кількості опадів та дії стимуляторів росту зростала на 2,1–4,2 %.

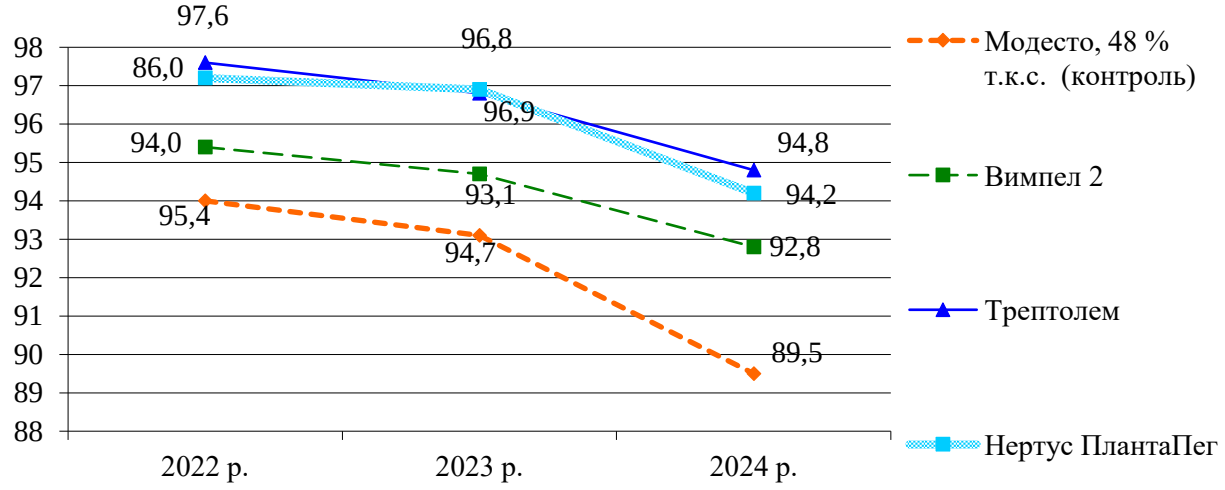

Рис. 4. Лабораторна схожість насіння гірчиці білої залежно передпосівної обробки насіння регуляторами росту, в середньому за сортами (2022–2024 рр.), %

У наших дослідах маса 1000 насінин сорту Аріадна у 2022 р. варіювала від 5,01 до 5,44 г, у 2023 р. була вищою і становила 5,20–5,67 г, а в 2024 р. була нижчою – 4,64–4,82 г (табл. 1.). Таку закономірність спостерігали в сорту Біла Принцеса, відповідно 4,48–5,09 г (2022 р.), 4,63–5,35 г (2023 р.), 4,43–4,99 г (2024 р.). Середній показник по сортах змінювався від 4,69 г – на контролі (звичайно рядковий спосіб сівби (15 см), норма висіву 1,5 млн схож. нас./га) до 4,86 г (+0,17 г) за такого ж посіву з більшою шириною міжрядь (30 см) та нормою висіву насіння 1,0 млн схож. нас./га. Найвищу масу 1000 насінин формували рослини за широкорядного посіву з міжряддям 45 см, норма висіву – 0,5 млн схож. нас./га.

1. Маса 1000 насінин сортів гірчиці білої залежно від агротехнічних заходів вирощування (2022–2024 рр.), г

Спосіб сівби, см	Норма висіву насіння, млн схож. нас./га	Сорт, рік										Середнє по сортах	± до контролю
		Аріадна					Біла Принцеса						
		2022	2023	2024	середнє	± до контролю	2022	2023	2024	середнє	± до контролю		
Звичайний рядковий (15) – (контроль)	1,5	5,01	5,20	4,64	4,95	–	4,48	4,63	4,18	4,43	–	4,69	–
Звичайний рядковий (30)	1,0	5,05	5,46	4,64	5,05	0,10	4,72	4,91	4,38	4,67	0,24	4,86	0,17
Широкорядний (45)	0,5	5,44	5,67	4,82	5,31	0,36	5,09	5,35	4,53	4,99	0,56	5,15	0,46
$НІР_{0,05}$		0,10	0,12	0,11			0,11	0,15	0,10				

Вплив способів сівби й норм висіву насіння (фактор А) на масу 1000 насінин сортів гірчиці становив 26 %, сорту (фактор В) – 22, їх взаємодія (АВ) – 1,0, погодних умов (залишкове) – 51 % (рис. 5).

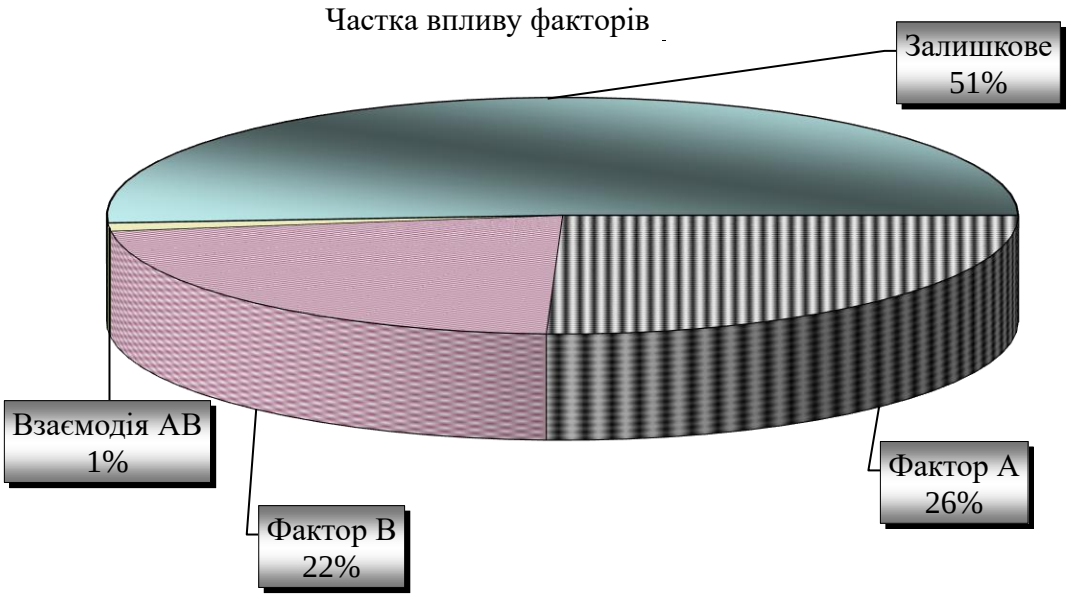

Рис. 5. Вплив факторів на масу 1000 насінин гірчиці білої залежно від агротехнічних заходів вирощування, у середньому по сортах (2022–2024 рр.), %

Висока маса 1000 насінин сформована за оптимальної температури повітря та кількості опадів забезпечила середні показники енергії проростання насіння в сорту Аріадна – 91,2 % на контролі за звичайно рядкового способу сівби, норма висіву насіння 1,5 млн схож. нас./га до 95,31 % за широкорядного з нормою висіву 0,5 млн схож. нас./га, у Білої Принцеси – 89,8–92,9 % відповідно (рис. 6). Найнижчий даний показник спостерігали у 2024 р.

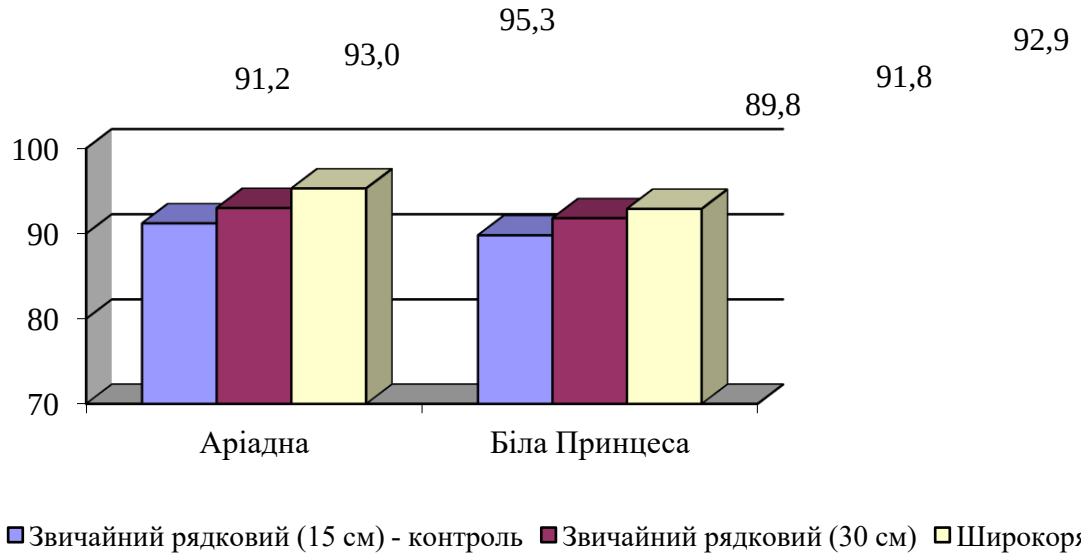

Рис. 6. Енергія проростання зібраного насіння сортів гірчиці білої залежно від агротехнічних заходів вирощування (2022–2024 рр.), %

Лабораторна схожість насіння на контролі за звичайно рядкового способу сівби (1,5 млн схож. нас./га) становила 94,8 % і на 2,5–4,7 % була вищою за інших досліджуваних варіантів (табл. 2).

2. Лабораторна схожість зібраного насіння сортів гірчиці білої залежно від агротехнічних заходів вирощування (2022–2024 рр.), %

Спосіб сівби, см	Норма висіву насіння, млн схож. нас/га	Сорт, рік										Середнє по сортах	± до контролю
		Аріадна					Біла Принцеса						
		2022	2023	2024	середнє	± до контролю	2022	2023	2024	середнє	± до контролю		
Звичайний рядковий (15) – (контроль)	1,5	95,0	95,5	94,9	95,1	–	95,1	95,3	94,1	94,5	-	94,8	–
Звичайний рядковий (30)	1,0	98,1	99,0	97,6	98,2	3,1	96,6	97,0	95,6	96,4	1,9	97,3	2,5
Широкорядний (45)	0,5	99,6	99,7	99,5	99,6	4,5	99,5	99,7	99,0	99,4	4,9	99,5	4,7
$НІР_{0,05}$		1,3	1,5	1,0			1,0	1,4	0,9				

Висновки. За передпосівної обробки насіння регуляторами росту на фоні мінерального живлення $N_{30}P_{60}K_{70}$ + N_{40} (макростадія 1 – розвиток листків, фаза ВВСН 14–16, 4–6 листків) + N_{20} (ВВСН 52-53 макростадія 5 – основна стадія росту, фаза – поява суцвіття) приріст урожайності складав 0,19–0,29 т/га. Найвищу ефективність забезпечив регулятор росту Трептолем (в нормі 0,25 л/т), у складі якого містяться природні фітогормони та рівнозначну Нертус ПлантаПег (0,4 л/т) з вмістом фульвокислот та солей гумінових кислот.

Посівні якості насіння (маса 1000 насінин, енергія проростання, лабораторна схожість) сортів гірчиці білої, отриманого з варіантів, на які впливали регулятори росту, застосовані в передпосівній обробці були вищими на 0,6–1,0 г, 1,4–3,0 та 2,1–4,2 % порівняно з контролем – протруйник Модесто, 48 % т. к. с. (12,5 л/т).

На формування посівних якостей сортів гірчиці білої мали вплив погодні фактори та досліджувані агрозаходи. Найвищу масу 1000 насінин забезпечив широкорядний спосіб сівби (45 см) з нормою висіву насіння 0,5 млн схож. нас./га, відповідно – 5,15 г (сорт Біла Принцеса) та 5,31 г (Аріадна). Енергія проростання зібраного насіння залежала від маси 1000 насінин і становила 90,5–94,1 %, лабораторна схожість – 94,8–99,5 %.

Список використаної літератури

1. Алі Ш. Вплив норм мінеральних добрив на ріст та розвиток рослин гірчиці білої в умовах північно-східного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник. Землеробство, рослинництво, овочівництво та баштанництво.* 2018. № 101. С. 141–145. URL: https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/101_2018/23.pdf (дата звернення: 26.12.2024 р.).

2. Баган А. В., Юрченко С. О., Шакалій С. М. Формування посівних якостей насіння зернобобових культур залежно від стимулятора росту Foliar Concentrate. *Таврійський науковий вісник.*

References

1. Ali Sh. The influence of mineral fertilizer rates on the growth and development of white mustard plants in the conditions of the north-eastern Forest-Steppe of Ukraine *Tavriiskyi naukovyi visnyk. Zemlerobstvo, roslynnytstvo, ovochivnytstvo ta bashtannytstvo.* 2018. No. 101. P. 141–145. URL: https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/101_2018/23.pdf (last accessed: 26.12.2024).

2. Bahan A. V., Yurchenko S. O., Shakalii S. M. Formation of sowing qualities of grass-legume seeds depending on the growth stimulator Foliar Concentrate. *Tavriiskyi naukovyi visnyk. Zemlerobstvo,*

Землеробство, рослинництво, овочівництво та баштанництво. 2020. № 113. С. 3–9. DOI: doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.1.

3. Бутенко С. О., Цзя ПейПей. Вплив регуляторів росту рослин на якість насіння гірчиці в умовах Північно-Східного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник.* 2022. № 124. С. 10–18. DOI: https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.124.2.

4. Волощук М. Ю. Агробіологічне обґрунтування способів сівби й норм висіву насіння гірчиці білої на урожайність і якість продукції. *Агронаука і практика*. 2024. Вип. 3. Ч. 2. С. 31–37. DOI: 10.32636/agroscience.2024-(3)-2-5.

5. Волошук М. Ю. Формування врожайності насіння гірчиці білої залежно від рівня мінерального живлення рослин. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2024. Вип. 75 (1). С. 18–29. DOI: 10.32636/01308521.2024-(75)-1-2.

6. Вплив мікробіологічних препаратів на продуктивність гірчиці / Н. М. Лис та ін. *Збірник наук. праць ННЦ Інститут землеробства НААН.* 2015. Вип. 2. С. 143–151.

7. Вплив регуляторів росту на продуктивність гірчиці в умовах північно-східного Лісостепу України / А. В. Мельник та ін. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. *Агрономія і біологія*. 2015. № 9. С. 173–175.

8. ДСТУ 4138-2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. (Чинний від 2004-01-010). Київ : Держспоживстандарт України. 2023. 177 с. URL: https://www.agrodialog.com.ua/wp-content/uploads/2018/04/dstu-4138_2002.pdf (дата звернення: 27.12.2024 р.).

9. Кирилюк В. П., Тимощук Т. М. Урожайність гірчиці білої залежно від систем основного обробітку ґрунту та удобрення. *Наукові горизонти*. 2019. № 2 (75). С. 27–33. DOI: 10.332491/2663-2144-2019-75-2-27-33.

10. Маренич М. М., Юрченко С. О. Посівні властивості насіння сільськогосподарських культур залежно від застосування стимуляторів росту. *Вісник Полтавської державної аграрної академії. Сільське господарство. Рослинництво*. 2016. № 1–2. С. 18–21. DOI**:** https://doi.org/10.31210/visnyk2016.1-2.03.

11. Мельник Т. І., Алі Ш., Колосок В. Г. Якість насіння гірчиці білої залежно від сорту та норм висіву в умовах північно-східного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник. Землеробство, рослинництво, овочівництво та баштанництво.* 2020. № 113. С. 92–97. DOI: doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.13.

12. Методика польового досліду (Зрошуване землеробство) : навчальний посібник / В. О. Ушкаренко та ін. Херсон, 2014. 448 с.

13. Основи насіннєзнавства (теорія, методологія, практика) : монографія / В. Д. Паламарчук та ін. Вінниця : Друкарня ТОВ «Друк», 2022. 392 с.

14. Продуктивність гірчиці білої за програмованого застосування добрив та норм висіву

roslynnytstvo, ovochivnytstvo ta bashtannytstvo. 2020. No. 113. P. 3–9. DOI: doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.1.

3. Butenko S. O., Tszia PeiPei. The influence of plant growth regulators on the quality of mustard seeds in the conditions of the North-Eastern Forest-Steppe of Ukraine. *Tavriiskyi naukovyi visnyk.* 2022. No. 124. P. 10–18. DOI: https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.124.2.

4. Voloshchuk M. Yu. Agrobiological substantiation of sowing methods and sowing rates of white mustard seeds on yield and product quality. *Ahronauka i praktyka.* 2024. Issue 3. Part 2. P. 31–37. DOI: 10.32636/agroscience.2024-(3)-2-5.

5. Voloshuk M. Yu. Formation of white mustard seed yield depending on the level of mineral nutrition of plants. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2024. Issue 75 (1). P. 18–29. DOI: 10.32636/01308521.2024-(75)-1-2.

6. The effect of microbiological preparations on mustard productivity / N. M. Lys et al. *Zbirnyk nauk. prats NNTs Instytut zemlerobstva NAAN.* 2015. Issue 2. P. 143–151.

7. The influence of growth regulators on mustard productivity in the conditions of the north-eastern Forest-Steppe of Ukraine / A. V. Melnyk et al. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Ahronomiia i biolohiia.* 2015. No. 9. P. 173–175.

8. DSTU 4138-2002. Seeds of agricultural crops. Methods of determining quality. (Effective from 2004-01-010). Kyiv : Derzhspozhivstandard of Ukraine, 2023. 177 p. URL: https://www.agrodialog.com.ua/wp-content/uploads/2018/04/dstu-4138_2002.pdf (last accessed: 27.12.2024).

9. Kyryliuk V. P., Tymoshchuk T. M. White mustard yield depending on the main tillage and fertilization systems. *Naukovi horyzonty*. 2019. No. 2 (75). P. 27–33. DOI: 10.332491/2663-2144-2019-75-2-27-33.

10. Marenych M. M., Yurchenko S. O. Sowing properties of agricultural crop seeds depending on the use of growth stimulants. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii. Silske hospodarstvo. Roslynnytstvo*. 2016. No. 1–2. P. 18–21. DOI**:** https://doi.org/10.31210/visnyk2016.1-2.03.

11. Melnyk T. I., Ali Sh., Kolosok V. H. Quality of white mustard seeds depending on the variety and sowing rates in the conditions of the north-eastern Forest-Steppe of Ukraine. *Tavriiskyi naukovyi visnyk. Zemlerobstvo, roslynnytstvo, ovochivnytstvo ta bashtannytstvo.* 2020. No. 113. P. 92–97. DOI: doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.13.

12. Field Experiment Methodology (Irrigated Agriculture) : [navchalnyi posibnyk] / V. O. Ushkarenko et al. Kherson, 2014. 448 p.

13. Fundamentals of seed science (theory, methodology, practice) : monohrafiia / V. D. Palamarchuk et al. Vinnytsia : Drukarnia TOV «Druk», 2022. 392 p.

в умовах Передкарпаття / Т. В. Мельничук та ін. *Таврійський науковий вісник. Землеробство, рослинництво, овочівництво та баштанництво.* 2023. № 134. С. 88–97. DOI: https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.134.13.

15. Продуктивність сої культурної за використання препаратів рістрегулюючого типу / В. В. Шевчук та ін. / *The scientific heritage : Biological sciences.* Budapest, Hungary. 2021. Vol. 61, no. 1. P. 6–10. DOI: 10.24412/9215-0365-2021-61-1-6-10.

16. Сендецький В. М. Вплив гумінових препаратів на врожайність і якісні показники насіння соняшнику в умовах Лісостепу Західного. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Агрономія*. Київ : НУБіП України, 2018. Вип. 294. С. 32–41. URL: file:///C:/Users/Admin/Downloads/nvnau_agr_2018_294_6.pdf (дата звернення: 27.12.2024 р.).

17. Урожайність і посівні якості гірчиці білої залежно від обробки насіння фізіологічно активними препаратами / А. О. Рожков та ін. *Селекція і насінництво*. 2018. Вип. 113. С. 208–217. DOI: 10.30835/2413-7510.2018.134381.

18. Формування посівних якостей насіння зернобобових культур / А. В. Баган. *Аграрні інновації. Меліорація, землеробство, рослинництво.* 2023. № 19. С. 7–11. DOI: https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.19.1.

19. Agrobiological features of growing the brown mustard under the conditions of left-bank forest-steppe of Ukraine / A. V. Melnik et al. *AgroFor International Jornal*. 2019. Vol. 4. No. 1. P. 93–12. DOI: 10.7251/AGRENG1901093M.

20. Assessment of ecological plasticity and stability of sunflower hybrids (*Helianthus annuus* L.) in Ukrainian Steppe / O. A. Yeremenko et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. №. 8 (1). P. 289–296. DOI: 10.15421/2018_214.

21. Current state of white mustard production and its national value / O. M. Sluchak et al. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2021. Вип. 70 (2). С. 49–59. DOI: 10.32636/01308521.2021-(70)-2-4.

22. Effect of growth stimulants on seed germination and morpho-physiological attributes in pungam (*Pongamia pinnata*) / A. Venkatesh et al. *Journal of Tropical Forest Science.* 2000. Vol. 12, no. 4. P. 643–649. URL: https://www.researchgate.net/publication/289015429_Effect_of_growth_stimulants_on_seed_germination_and_morpho-physiological_attributes_in_pungam_Pongamia_pinnata (дата звернення: 27.12.2024 р.).

23. Effect of plant growth regulators on growth, biochemicaland yield of Indian mustard (*Brassica juncea*) under drought stress condition / N. Nehal et al. *Plant Archives*. 2017. Vol. 17. No. 1. P. 580–584.

24. Effects of seed pre-treatment with plant growth compound regulators on seedling growth under drought

14. Productivity of white mustard under programmed fertilizer application and seeding rates in the conditions of the Pre-Carpathian region / T. V. Melnychuk et al. *Tavriiskyi naukovyi visnyk. Zemlerobstvo, roslynnytstvo, ovochivnytstvo ta bashtannytstvo*. 2023. No. 134. P. 88–97. DOI: https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.134.13.

15. Productivity of cultivated soybeans with the use of growth-regulating drugs / V. V. Shevchuk et al. *The scientific heritage : Biological sciences.* Budapest, Hungary. 2021. Vol. 61, no. 1. P. 6–10. DOI: 10.24412/9215-0365-2021-61-1-6-10.

16. Sendetskyi V. M. The influence of humic preparations on the yield and quality indicators of sunflower seeds in the conditions of the Western Forest-Steppe. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. Ahronomiia.* Kyiv : NUBiP Ukrainy, 2018. Issue 294. P. 32–41. URL: file:///C:/Users/Admin/Downloads/nvnau_agr_2018_294_6.pdf (last accessed: 27.12.2024).

17. Yield and sowing quality of white mustard depending on seed treatment with physiologically active preparations / A. O. Rozhkov et al. *Selektsiia i nasinnytstvo*. 2018. Issue 113. P. 208–217. DOI: 10.30835/2413-7510.2018.134381.

18. Formation of sowing qualities of legume seeds / A. V. Bahan et al. *Ahrarni innovatsii. Melioratsiia, zemlerobstvo, roslynnytstvo.* 2023. No. 19. P. 7–11. DOI: https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.19.1.

19. Agrobiological features of growing the brown mustard under the conditions of left-bank forest-steppe of Ukraine / A. V. Melnik et al. *AgroFor International Jornal*. 2019. Vol. 4. No. 1. P. 93–12. DOI: 10.7251/AGRENG1901093M.

20. Assessment of ecological plasticity and stability of sunflower hybrids (*Helianthus annuus* L.) in Ukrainian Steppe / O. A. Yeremenko et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. No. 8 (1). P. 289–296. DOI: 10.15421/2018_214.

21. Current state of white mustard production and its national value / O. M. Sluchak et al. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2021. Issue 70 (2). P. 49–59. DOI: 10.32636/01308521.2021-(70)-2-4.

22. Effect of growth stimulants on seed germination and morpho-physiological attributes in pungam (*Pongamia pinnata*) / A. Venkatesh et al. *Journal of Tropical Forest Science.* 2000. Vol. 12, no. 4. P. 643–649. URL: https://www.researchgate.net/publication/289015429_Effect_of_growth_stimulants_on_seed_germination_and_morpho-physiological_attributes_in_pungam_Pongamia_pinnata (last accessed: 27.12.2024).

23. Effect of plant growth regulators on growth, biochemicaland yield of Indian mustard (*Brassica juncea*) under drought stress condition / N. Nehal et al. *Plant Archives*. 2017. Vol. 17. No. 1. P. 580–584.

24. Effects of seed pre-treatment with plant growth compound regulators on seedling growth under drought

stress / P. Jia et al. *Agraarteadus*. 2021. Vol. 32, no. 2. P. 251–256. DOI: https://doi.org/10.15159/jas.21.35.

25. Effect of sulfur fertilization, varieties and irrigation scheduling on growth, yield, and heat utilization efficiency of indian mustard (*Brassica Juncea* L.) / K. Rana et al. *Communications in soil science and plant analysis.* 2020. Vol. 51, no. 2. P. 265–275. DOI: https://doi.org/10.1080/00103624.2019.1705325.

26. Ieremenko O., Kalitka V. Productivity of sunflower hybrids (*Helianthus annuus* L.) under the effect of AKM plant growth regulator in the conditions low moisture of southern Steppe of Ukraine. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science.* 2016. Vol. 9, no. 1. P. 59–64. DOI: 10.9790/2380-0909015964.

27. Influence of Growth Regulators with Anti–Stress Activity on Productivity Parameters of *Sinapis alba* L. / S. Butenko et al. *Journal of Ecological Engineering*. 2022. Vol. 23, no. 9. P. 128–135. DOI: https://doi.org/10.12911/22998993/151780.

28. Interactive Effects of Foliar Application of Zinc, Iron and Nitrogen on Productivity and Nutritional Quality of Indian Mustard (*Brassica juncea* L.) / S. S. Dhaliwal et al. *Agronomy*. 2021. Vol. 11, no. 11. Article 2333. DOI: https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.121.6.

29. Rika Ya. A. Effect on Growth and Yield of Mustard (*Brassica juncea*) to Addition of Coal Bottom Ash and Organic Matter. *Agrosainstek. Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian*. 2018. Vol. 2. No. 1. P. 40–43. DOI: https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v2i1.17.

30. *Sinapis alba* L. important green manure and fodder crop in the conditions of the Carpathian region of Ukraine / I. Voloshchuk et al. *Scientific Horizons.* 2024. Vol. 27, no. 7. 45–51. DOI: 10.48077/scihor7.2024.45.

31. The Effect of Different Rates of Nitrogen and Plant Density on Qualitative and Quantitative traits of Indian mustard / S. Keivanrad et al. *Advances in Environmental Biology*. 2012. Vol. 6. No. 1. P. 145–152. URL: https://www.researchgate.net/publication/221676610_The_Effect_of_Different_Rates_of_Nitrogen_and_Plant_Density_on_Qualitative_and_Quantitative_traits_of_Indian_mustard#full-text (дата звернення: 26.12.2024 р.).

stress / P. Jia et al. *Agraarteadus*. 2021. Vol. 32, no. 2. P. 251–256. DOI: https://doi.org/10.15159/jas.21.35.

25. Effect of sulfur fertilization, varieties and irrigation scheduling on growth, yield, and heat utilization efficiency of indian mustard (*Brassica Juncea* L.) / K. Rana et al. *Communications in soil science and plant analysis.* 2020. Vol. 51, no. 2. P. 265–275. DOI: https://doi.org/10.1080/00103624.2019.1705325.

26. Ieremenko O., Kalitka V. Productivity of sunflower hybrids (*Helianthus annuus* L.) under the effect of AKM plant growth regulator in the conditions low moisture of southern Steppe of Ukraine. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science.* 2016. Vol. 9, no. 1. P. 59–64. DOI: 10.9790/2380-0909015964.

27. Influence of Growth Regulators with Anti–Stress Activity on Productivity Parameters of *Sinapis alba* L. / S. Butenko et al. *Journal of Ecological Engineering*. 2022. Vol. 23, no. 9. P. 128–135. DOI: https://doi.org/10.12911/22998993/151780.

28. Interactive Effects of Foliar Application of Zinc, Iron and Nitrogen on Productivity and Nutritional Quality of Indian Mustard (*Brassica juncea* L.) / S. S. Dhaliwal et al. *Agronomy.* 2021. Vol. 11, no. 11. Article 2333. DOI: https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.121.6.

29. Rika Ya. A. Effect on Growth and Yield of Mustard (*Brassica juncea*) to Addition of Coal Bottom Ash and Organic Matter. *Agrosainstek.* Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian. 2018. Vol. 2. No. 1. P. 40–43. DOI: https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v2i1.17.

30. *Sinapis alba* L. important green manure and fodder crop in the conditions of the Carpathian region of Ukraine / I. Voloshchuk et al. *Scientific Horizons.* 2024. Vol. 27, no. 7. 45-51. DOI: 10.48077/scihor7.2024.45.

31. The Effect of Different Rates of Nitrogen and Plant Density on Qualitative and Quantitative traits of Indian mustard / S. Keivanrad et al. *Advances in Environmental Biology*. 2012. Vol. 6. No. 1. P. 145–152. URL: https://www.researchgate.net/publication/221676610_The_Effect_of_Different_Rates_of_Nitrogen_and_Plant_Density_on_Qualitative_and_Quantitative_traits_of_Indian_mustard#full-text (last accessed: 26.12.2024).