

DOI: 10.32636/01308521.2024-(75)-1-2

**Оригінальна наукова стаття**

УДК 633.84:631.559:57.063.8

**ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ НАСІННЯ ГІРЧИЦІ БІЛОЇ  
ЗАЛЕЖНО ВІД РІВНЯ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ РОСЛИН\*****М. Ю. Волощук**

Інститут сільського господарства  
Карпатського регіону НААН  
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине,  
Львівський р-н, Львівська обл.,  
81115

Про автора:

Марія ВОЛОЩУК,  
аспірант  
ORCID: 0000-0001-5740-272X

Для листування:

Марія Волощук  
e-mail: maria.savchak81@gmail.com

Інформація про фінансування:  
Національна академія аграрних  
наук України

Отримано:  
23 листопада 2023 р.  
Погоджено до друку:  
19 грудня 2023 р.

Забезпечення рослин гірчиці білої елементами живлення протягом вегетації є обов'язковим технологічним агрозаходом, який сприяє отриманню високого та якісного врожаю насіння. Система удобрення базується на знанні біологічних особливостей сорту та ґрунтово-кліматичних умов зони вирощування. За оптимального рівня мінерального живлення рослин фосфорно-калійними добривами формується добре розвинута коренева система, азотні добрива більш потрібні для підсилення ростових процесів.

Висвітлено результати досліджень з формування врожайності насіння гірчиці білої сортів: Аріадна (оригінатор – Прикарпатська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН) і Біла Принцеса (Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН»).

Дослідження проводили впродовж 2021–2023 рр. на сірих лісових поверхнево оглеєних ґрунтах Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН.

Встановлено, що норми внесення мінеральних добрив достовірного впливу на польову схожість висіяного насіння гірчиці білої не мали. Вегетаційний період сортів залежав як від їх біологічних особливостей, так і норм внесення мінеральних добрив. Вони впливали на тривалість етапів органогенезу рослин, подовжуючи їх до формування насіння і скорочуючи до повної стиглості. Збільшення норм внесення мінеральних добрив з  $N_{30}P_{30}K_{35} + N_{30}$  (ВВСН 14–16) до  $N_{30}P_{90}K_{100} + N_{50}$  (ВВСН 14–16) +  $N_{30}$  (ВВСН 52–53) забезпечувало зростання площі листової поверхні на 3,1–5,6 тис.  $m^2/га$  та чистої продуктивності фотосинтезу на 0,30–0,53  $г/м^2$  за добу. Найвищий приріст урожайності насіння до контролю (без добрив) – 2,46 т/га – забезпечила норма внесення мінеральних добрив  $N_{30}P_{90}K_{100} + N_{50}$  (ВВСН 14–16) +  $N_{30}$  (ВВСН 52–53) за рахунок вищої на 1,85 г маси 1000 насінин. Насіннева продуктивність сортів Біла Принцеса і Аріадна була рівнозначна, відмінності за врожайністю – в межах похибки.

**Ключові слова:** гірчиця біла, сорт, мінеральні добрива, врожайність, маса 1000 насінин.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

\*Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, член-кореспондент НААН О. Ф. Стасів.

© Волощук М. Ю., 2024

## Formation of yield of white mustard seeds depending on the level of mineral nutrition of plants

Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS  
Hrushevskoho street, 5, Obroshyne village, Lviv district, Lviv region, 81115

### About autor:

Mariia VOLOSHCHUK  
ORCID: 0000-0001-5740-272X

### For corresponding:

Mariia Voloshchuk  
e-mail: maria.savchak81@gmail.com

### Funding information:

National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

### Received:

November 23, 2023

### Accepted:

December 19, 2023

Providing white mustard plants with nutrients during the vegetation is a mandatory technological agro-measure that contributes to obtaining a high yield with a high-quality seeds. The fertilizer system is based on the knowledge of biological characteristics of the variety and the soil- climatic conditions of the growing area. With an optimal level of mineral nutrition of plants with phosphorus-potassium fertilizers, a well-developed root system is formed, while nitrogen fertilizers are more necessary to enhance growth processes.

The article reflects the results of research on the formation of the yield of white mustard seeds of the following varieties: Ariadna (originator – Precarpathian State Agricultural Experimental Station of the Institute of Agriculture of the Carpathian Region of the NAAS) and Bila Pryncesa (National Scientific Center “Institute of Agriculture of the NAAS”).

The research was carried out during 2021–2023 on gray forestal surface-gleyed soils of the Institute of Agriculture of the Carpathian region of the NAAS.

It was established that the application rates of mineral fertilizers did not have a significant effect on the field germination of white mustard seeds. The vegetation period of the varieties depended both on their biological characteristics and the rates of application of mineral fertilizers. They influenced the duration of the stages of plant organogenesis, lengthening them until seed formation and shortening them until full ripeness. An increase in the rates of application of mineral fertilizers from  $N_{30}P_{30}K_{35} + N_{30}$  (BBCH 14–16) to  $N_{30}P_{90}K_{100} + N_{50}$  (BBCH 14–16) +  $N_{30}$  (BBCH 52–53) ensured an increase in leaf surface area by 3.1–5.6 thousand  $m^2/ha$  and net photosynthetic productivity by 0.30–0.53  $g/m^2$  per day. The highest increase in seed yield compared to the control (without fertilizers) – 2.46 t/ha was provided by the rate of application of mineral fertilizers  $N_{30}P_{90}K_{100} + N_{50}$  (BBCH 14–16) +  $N_{30}$  (BBCH 52–53) due to a 1.85 g higher mass 1000 seeds. The seed productivity of the Bila Pryncesa and Ariadna varieties was equivalent, the differences in yield were within the error.

**Keywords:** white mustard, variety, mineral fertilizers, yield, weight of 1000 seeds.

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

**Вступ.** Одним із найважливіших елементів сучасної технології вирощування є забезпечення раціональних режимів живлення рослин, яке досягається ефективними нормами добрив. Збалансоване живлення рослин – це фундамент високої врожайності гірчиці білої. Питанню застосування мінеральних добрив під гірчицю присвятили свої праці вітчизняні вчені: П. С. Вишнівський, О. Г. Жуйков, Н. П. Жернова, В. Ф. Сайко та ін. [3, 6, 9, 11, 13, 19, 22].

Макроеlementи потрібні рослинам у

найбільшій кількості, оскільки вони є складовими багатьох їх компонентів, включаючи білки, нуклеїнові кислоти і хлорофіл. Вони важливі для таких фізіологічних процесів, як дихання, фотосинтез, підтримання осмотичного тиску. Водночас кожний макроеlement виконує властиві тільки йому одному специфічні функції, тому важливо підтримувати впродовж вегетації в живленні рослин оптимальне співвідношення між азотом, фосфором і калієм, нестача яких призводить до

зниження продуктивності, а надлишок – погіршення якості насіння [7, 19, 20, 31].

Особливо рослини гірчиці потребують поживних речовин з моменту появи сходів. За нестачі елементів живлення послаблюється розвиток рослин, що призводить до зниження врожаю як насіння, так і зеленої маси. У процесі зростання та розвитку рослин споживання поживних речовин збільшується, досягаючи максимуму перед цвітінням, у фазі досягання знижується, а потім припиняється. У цей період рослини використовують азот, фосфор, калій та інші елементи живлення, накопичені в стеблі, листках та кореневій системі [27, 30].

На формування 1 т насіння гірчиця біла споживає 55–60 кг азоту, 25–30 фосфору та 25–35 кг калію. Винос поживних речовин на одиницю врожаю не є постійною величиною і коливається залежно від ґрунтово-кліматичних умов, попередників, агротехніки, добрив і сорту. Фосфорно-калійні добрива рекомендовано вносити під основний обробіток ґрунту. Культура позитивно реагує на органічні добрива, але їх краще вносити під попередник, оскільки пряме їх застосування збільшує забур'яненість та затягує дозрівання культури. На кислих дерново-підзолистих ґрунтах ефективно сумісне внесення мінеральних добрив та вапна. Під зяблеву оранку рекомендовано вносити  $N_{45-60}P_{45-60}$ . На ґрунтах, бідних калієм, додають  $K_{45-60}$ . При сівбі в рядки вносять фосфорні добрива в нормі  $P_{15-20}$ , які підвищують урожайність насіння та вихід олії на 20–22 %, і  $N_{15-20}$ . Доцільно робити два підживлення: перше – по сходах ( $N_{15}$ ), а друге – у фазі розетки – стеблуння ( $N_{30}$ ) [28].

В умовах Північно-Східного Лісостепу України, за даними досліджень Алі Шахіда, виявлено позитивний вплив мінеральних добрив на ріст і розвиток рослин гірчиці білої сортів Запоріжанка, Еталон, Ослава. Зокрема зафіксовано збільшення періоду вегетації на 2–5 діб та підвищення морфологічних параметрів (кількості гілок 1-го порядку на 3,6–5,1 %,

маси рослин – 6,3–9,3 %, площі листкової поверхні – 9,5–15,8 % порівняно з контролем) [25].

За дослідженнями Л. В. Губенко, О. Я. Любич, проведеними у Державному підприємстві дослідному господарстві «Чабани» в 2016–2018 рр., найвищу врожайність насіння гірчиці білої (2,58 т/га), найбільший вихід олії (1,12 т/га) та максимальний прибуток (32–158 грн/га) одержали при внесенні мінеральних добрив у нормі  $N_{45}P_{60}K_{90}$  і підживленні рослин у фазі розетки препаратом тропікел (1,0 кг/га) [8].

В. П. Кирилук, Т. М. Тимошук, М. М. Кальчук стверджують, що система удобрення гірчиці білої в умовах Правобережного Лісостепу України залежала від способів основного обробітку ґрунту. На фоні мінерального удобрення в нормі  $N_{60}P_{60}K_{60}$  найвищу врожайність гірчиці білої (2,06 т/га) отримали за полицевої системи основного обробітку ґрунту. На фоні органічно-мінерального удобрення (із залишенням у полі соломи попередника та додаванням  $N_{30}P_{30}K_{30}$ ) найвищу врожайність гірчиці (2,05 т/га) забезпечила плоскорізна система основного обробітку ґрунту. За органічно-мінерального удобрення, де на фоні залишення соломи попередника вносили  $N_{30}P_{30}K_{30}$ , рентабельність зростала на 93–128 % порівняно з мінеральною системою удобрення [10].

Дослідження ряду вчених показали, що внесення мінеральних добрив, незалежно від виду і дози, сприяло збільшенню як надземної, так і підземної маси хрестоцвітих сидеральних культур. Із підвищенням їх урожайності кількість корневих решток збільшувалася, але частка у загальній біомасі знижувалася. Співвідношення корневих решток із надземною масою було неоднакове і залежало від ґрунтово-кліматичних умов зони, рівня врожаїв, біологічних особливостей культур, агротехнології їх вирощування. На чорноземах близько 28 % усієї біомаси сидеральних культур займали кореневі системи рослин, а на сірих лісових

грунтах – 19 % [5, 14, 23, 29].

Рослини гірчиці білої в умовах теплої вологої погоди найінтенсивніше споживають поживні елементи у фазі бутонізації – цвітіння і зміщуються до зеленої стиглості в прохолодну і дощову погоду [2, 21, 24].

Високий рівень урожайності, її стабільність та якість отриманої продукції є основними вимогами виробництва до впровадження нових сортів, потенціал продуктивності яких за інтенсивної технології вирощування дозволяє формувати високий рівень урожаю насіння, проте його реалізація в виробничих умовах ще досить низька [1, 4, 12, 18, 26, 32].

Отже, аналіз літературних даних підтвердив систематичне проведення досліджень щодо встановлення оптимальних рівнів живлення рослин за вирощування цієї культури, але отримані дані значно різняться в різних ґрунтово-кліматичних зонах.

Мета наших досліджень полягала в науковому обґрунтуванні ефективності застосування норм мінеральних добрив для отримання стабільно високої врожайності насіння гірчиці білої.

**Матеріали і методи.** Дослідження виконували впродовж 2021–2023 рр. у відділі насінництва та насіннезнавства Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН.

Ґрунт дослідних ділянок – сірий лісовий поверхнево оглесний легкосуглинковий, який характеризується такими середньозваженими агрохімічними показниками: вміст гумусу (за Тюрнімом) – 2,3 %, сума ввібраних основ – 13,7 мг-екв на 100 г ґрунту, легкогідролізний азот (за Корнфілдом) – 89,6 мг/кг ґрунту, рухомий фосфор і обмінний калій (за Кірсановим) – відповідно 69,5 і 68,0 мг/кг ґрунту. За градацією такий ґрунт має дуже низьке забезпечення азотом і калієм та середнє – фосфором. Реакція ґрунтового розчину (рНсол – 5,4) – слабокисла.

Погодні умови за роки досліджень були контрастними. Третя декада квітня (період сівби ярих культур) 2021 р. була

дещо холоднішою (на 1,2 °С) порівняно з середньобагаторічними даними (7,4 °С) і сухою (51,0 %). Продуктивна вологість ґрунту становила 24,3 мм і була забезпечена більшою кількістю опадів, яка випала в другій декаді, – 24,5 мм проти 16 мм. Повні сходи гірчиці білої відзначено на 6-ту добу після сівби. Температурні умови травня і червня відповідали середньобагаторічним з меншим (65 %) вологозабезпеченням. Перша декада липня була дощовою – 166 % до середньобагаторічних даних з вищою на 4,1 °С температурою повітря. У другій декаді також спостерігали вищий температурний режим на 5,3 °С з меншою (91 %) кількістю опадів. У 2022 р. перехід через 5 °С відбувся раніше – у третій декаді березня. Квітень був холодним з середньомісячною температурою 6,5 °С (середньобагаторічний показник 7,4 °С). У першій і третій декаді випала велика кількість опадів (31,0 за 16 мм і 44,9 за 19 мм), місячна їх кількість переважала на 31 мм. Зростання температурного режиму в другій декаді квітня 2023 р. до 9,8 °С, а в третій – до 10 °С та достатня кількість опадів (22,9 і 20,0 мм) сприяли проведенню сівби гірчиці білої в третій декаді квітня. Запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 0–10 см становили 16,5 мм і були достатніми для отримання дружних сходів.

Агротехніка вирощування гірчиці білої включала: обробіток ґрунту – лущення стерні (10–12 см), оранку (20–22 см). Попередник – кукурудза звичайна. Строк сівби – III декада квітня. У досліді 1 і 3 норма висіву насіння гірчиці білої (*Sinapis alba* L.) – 2,5 млн схож. нас./га (15–16 кг/га).

Обробка насіння: протруйник – модесто, 48 % т.к.с. (інсектицидно-фунгіцидної дії, 12,5 л/т). Глибина загортання насіння – 2–4 см. Спосіб сівби – звичайний рядковий (15 см). Гербіциди: раундап, 48 % в. р. (за 2–3 тижні до оранки), бутізан, 40 % к.с. (1,75–2,50 л/га); інсектицид (від прихованохоботника та квіткоїда) – каліпсо, 48 % к. с. (0,25–0,40 л/га).

Об'єктом досліджень були сорти гірчиці білої: Аріадна (Прикарпатська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН) і Біла Принцеса (Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН»).

Дослідження проводили з використанням методики проведення експертизи сортів гірчиці білої (*Sinapis alba* L.) на відмінність, однорідність і стабільність [16]; густоту рослин визначали методом облікових площадок; польову схожість насіння – за відношенням рослин, які проросли, до висіяного насіння; статистичний аналіз результатів – методом дисперсійного аналізу за методикою В. О. Ушкаренка та ін. [15] з використанням програми Microsoft Excel.

**Результати та обговорення.** Одним з найважливіших і найскладніших завдань при вирощуванні гірчиці білої є одержання вирівняних і одночасних сходів. Ефективні способи підвищення польової схожості

гарантують приріст урожайності, зменшення витрат насіння та пестицидів, і таким чином вирішують надзвичайно важливі проблеми економічного та екологічного характеру.

Досліджуючи вплив мінеральних добрив на польову схожість насіння гірчиці білої, ми встановили, що в 2021 р. вона була на рівні 90,4–91,0 % у сорту Аріадна і 90,6–91,1 % – в Біла Принцеса (табл. 1). За  $HP_{0,05} = 0,4–0,7$  % достовірної різниці за варіантами досліду не спостерігали. У 2022 р. польова схожість висіяного насіння цих сортів коливалася в межах 92,2–92,5 і 92,3–92,6 %, а в 2023 р. – відповідно 94,3–94,8 і 94,6–94,9 %. Середній за роки досліджень показник варіював від 92,5 % на контролі (без добрив) до 92,8 % за норми  $N_{30}P_{60}K_{70}$ . Збільшення норм внесення мінеральних добрив під гірчицю білу з  $N_{30}P_{30}K_{35}$  до  $N_{30}P_{90}K_{100}$  не мало впливу на польову схожість, різниця між варіантами була несуттєвою

### 1. Польова схожість насіння гірчиці білої (*Sinapis alba* L.) залежно від норм внесення мінеральних добрив (2021–2023 рр.), %

Основне удобрення	Підживлення в фази:		Сорт								Середнє	± до контролю
	розетки	бутонізації	Аріадна				Біла Принцеса					
			Рік									
			2021	2022	2023	середнє	2021	2022	2023	середнє		
Контроль (без добрив)	-	-	90,6	92,2	94,3	92,4	90,7	92,3	94,6	92,5	92,5	-
$N_{30}P_{30}K_{35}$	$N_{30}$ (ВВСН 14–16)	-	90,8	92,5	94,7	92,7	90,6	92,6	94,9	92,7	92,7	0,2
$N_{30}P_{60}K_{70}$	$N_{40}$ (ВВСН 14–16)	$N_{20}$ (ВВСН 52–53)	91,0	92,5	94,8	92,8	90,7	92,5	94,6	92,7	92,8	0,3
$N_{30}P_{90}K_{100}$	$N_{50}$ (ВВСН 14–16)	$N_{30}$ (ВВСН 52–53)	90,4	92,3	94,5	92,4	91,1	92,5	94,7	92,8	92,6	0,1
$HP_{0,05}$			0,6	0,5	0,7		0,7	0,4	0,6			

Внесення мінеральних добрив з підживленням гірчиці білої за етапами

органогенезу суттєво впливало на проходження фаз вегетації сортів. На

контролі (без добрив) за сівби гірчиці білої 04.05 повні сходи відзначено на 10-ту добу. Тривалість від повних сходів до фази формування 9 листків (ВВСН 19) становила 35 діб у сорту Аріадна і 39 діб – Біла Принцеса. Фаза цвітіння (ВВСН 69) наступала через 41–47 діб, а фаза початок розвитку бобів – повне досягання (ВВСН 79) – 79–84 доби. Вегетаційний період у сорту Аріадна на контролі становив 85 діб, у сорту Біла Принцеса – 100 діб. Тривалість утворення 9 справжнього листка (ВВСН 19) скоротилася на 1–2 доби в сорту Аріадна і на 1–3 доби – в Білої Принцеси. Утворення стручків найшвидше проходило за норми внесення мінеральних добрив  $N_{30}P_{90}K_{100}$  з поетапним підживленням  $N_{50}$  (ВВСН 14–16) та  $N_{30}$  (ВВСН 52–53). Однак період дозрівання насіння порівняно з контролем був довшим на 3–6 діб у Аріадни і на

2–5 діб – у Білої Принцеси.

Встановлено пряму залежність впливу мінеральних добрив на площу листової поверхні рослин (табл. 2). Порівняно з контролем (без добрив) у 2021 р. цей показник у сорту Аріадна збільшувався з 27,2 до 32,7 тис.  $m^2/га$ , у Білої Принцеси – з 26,1 до 31,1 тис.  $m^2/га$ . У 2022 р. за внесення мінеральних добрив у сортів площа листової поверхні достовірно зростала до 38,1 (сорт Аріадна) і 40,9 тис.  $m^2/га$  (сорт Біла Принцеса). У 2023 р. спостерігали таку ж залежність. Середній показник сортів за роки досліджень варіював з 29,8 (контроль – без добрив) до 35,4 тис.  $m^2/га$  за норми внесення  $N_{30}P_{90}K_{100}$  + підживлення аміачною селітрою  $N_{50}$  у фазі розетки (ВВСН 14–16) та бутонізації  $N_{30}$  (ВВСН 52–53).

## 2. Площа листової поверхні сортів гірчиці білої (*Sinapis alba* L.) залежно від норм внесення мінеральних добрив (2021–2023 рр.), тис. $m^2/га$

Основне удобрення	Підживлення в фази:		Сорт								Середнє	± до контролю
	розетки	бутонізації	Аріадна				Біла Принцеса					
			Рік									
			2021	2022	2023	середнє	2021	2022	2023	середнє		
Контроль (без добрив)	-	-	27,2	32,9	28,9	29,7	26,1	34,0	29,2	29,8	29,8	-
$N_{30}P_{30}K_{35}$	$N_{30}$ (ВВСН 14–16)	-	29,4	36,5	31,8	32,6	28,3	38,9	32,1	33,1	32,9	3,1
$N_{30}P_{60}K_{70}$	$N_{40}$ (ВВСН 14–16)	$N_{20}$ (ВВСН 52–53)	31,5	37,4	32,8	33,9	30,7	40,2	33,4	34,8	34,4	4,6
$N_{30}P_{90}K_{100}$	$N_{50}$ (ВВСН 14–16)	$N_{30}$ (ВВСН 52–53)	32,7	38,1	34,7	35,2	31,1	40,9	34,9	35,6	35,4	5,6
НІР <sub>0,05</sub>			0,7	0,5	0,8	1,0	0,8	0,9				

Середня чиста продуктивність фотосинтезу в сорту Аріадна зростала з 1,29 до 1,82  $г/м^2$  за добу, у Білої Принцеси – від 1,33 до 1,86  $г/м^2$  за добу (табл. 3). Середній показник на контролі (без добрив) становив

1,31  $г/м^2$  за добу, за норми внесення  $N_{30}P_{30}K_{35}$  + підживлення  $N_{30}$  у фазі розетки (ВВСН 14–16) зростав на 0,30  $г/м^2$  за добу, а за вищої норми  $N_{30}P_{60}K_{70}$  + підживлення в фазі розетки  $N_{40}$  (ВВСН 14–16) та в фазі

бутонізації N<sub>20</sub> (ВВСН 52–53) – на 0,43 г/м<sup>2</sup> за добу. Найвищий приріст (0,53 г/м<sup>2</sup> за добу) отримано від норми внесення

N<sub>30</sub>P<sub>90</sub>K<sub>100</sub> + N<sub>50</sub> (ВВСН 14–16) + N<sub>30</sub> (ВВСН 52–53).

### 3. Чиста продуктивність фотосинтезу сортів гірчиці білої (*Sinapis alba* L.) залежно від норм внесення мінеральних добрив (2021–2023 рр.), г/м<sup>2</sup> за добу

Основне удобрення	Підживлення в фази:		Сорт								Середнє	± до контролю
	розетки	бутонізації	Аріадна				Біла Принцеса					
			Рік									
			2021	2022	2023	середнє	2021	2022	2023	середнє		
Контроль (без добрив)	-	-	1,19	1,33	1,34	1,29	1,23	1,39	1,36	1,33	1,31	-
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>35</sub>	N <sub>30</sub> (ВВСН 14–16)	-	1,38	1,72	1,69	1,60	1,42	1,74	1,70	1,62	1,61	0,30
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>70</sub>	N <sub>40</sub> (ВВСН 14–16)	N <sub>20</sub> (ВВСН 52–53)	1,56	1,82	1,76	1,71	1,62	1,86	1,80	1,76	1,74	0,43
N <sub>30</sub> P <sub>90</sub> K <sub>100</sub>	N <sub>50</sub> (ВВСН 14–16)	N <sub>30</sub> (ВВСН 52–53)	1,64	1,98	1,85	1,82	1,68	2,00	1,89	1,86	1,84	0,53
HP <sub>0,05</sub>			0,09	0,08	0,14		0,10	0,09	0,15			

Морфометричні параметри рослин гірчиці білої залежали як від біологічних властивостей сорту, так і від рівня живлення рослин, на що впливали норми внесення мінеральних добрив. На варіантах з їх застосуванням висота рослин порівняно з контролем зростала на 9,0–19,0 см у сорту Аріадна і на 11,0–23,0 – в сорту Біла Принцеса, кількість стебел на рослині – 1,2–1,9 і 1,2–1,8 шт. За вищого фону живлення кількість стручків на рослині збільшувалася на 37–47 шт. (Аріадна) – 39–55 шт. (Біла Принцеса). Порівняно з контролем (без добрив) максимальні значення довжини стручка (3,1 і 3,3 см), насінин у стручку (по 5,0 шт.), кількості насінин з рослини (680 і 685 шт.), маси насіння з рослини (3,86 і 3,92 г) та маси 1000 насінин (5,67 і 5,72 г) забезпечила норма основного внесення N<sub>30</sub>P<sub>90</sub>K<sub>100</sub> з підживленням 50 кг д. р. у ВВСН 14–16 (розетки) і 30 кг д. р. у ВВСН 52–53 (бутонізації).

Основними вимогами виробництва до впровадження нових сортів є високий рівень урожайності, її стабільність та якість отриманої продукції. Сучасні сорти гірчиці завдяки генетичним особливостям та ефективним системам живлення здатні формувати високу врожайність насіння. На контролі (без добрив) насіннєва продуктивність гірчиці білої формувалася на природній родючості ґрунту, тому була низькою. У 2021 р. вона становила 1,19 т/га (Аріадна) – 1,24 т/га (Біла Принцеса) (табл. 4). За основного внесення мінеральних добрив у нормі N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>35</sub> та додаткового – підживлення аміачною селітрою в нормі N<sub>30</sub> у фазі ВВСН 14–16 (розетки) урожайність зростала до 3,27 т/га (Аріадна) – 3,35 т/га (Біла Принцеса). Збільшення норми фосфорно-калійних добрив – N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>70</sub> та підживлення N<sub>40</sub> у фазі ВВСН 14–16 (розетки) + N<sub>20</sub> (ВВСН 52–53 (бутонізації) забезпечило вищу врожайність сортів (до 3,49–3,78 т/га і

3,62–3,94 т/га). У 2022 р. ми зафіксували, що на контролі (без добрив) насіннева продуктивність гірчиці становила 1,75 т/га (Аріадна) – 1,95 т/га (Біла Принцеса). За основного внесення мінеральних добрив у нормі  $N_{30}P_{30}K_{35}$  та додаткового – підживлення аміачною селітрою в нормі  $N_{30}$  у фазі ВВСН 14–16 урожайність зростала до 3,48 т/га (Аріадна) – 3,74 т/га (Біла Принцеса), за норми  $N_{30}P_{60}K_{70}$  та підживлення  $N_{40}$  у фазі ВВСН 14–16 +  $N_{20}$  (ВВСН 52–53) була вищою – 3,78 т/га (Аріадна) і 4,07 т/га (Біла Принцеса). За

внесення найвищої норми  $N_{30}P_{90}K_{100}$  і підживлень аміачною селітрою у ці ж фази в нормі  $N_{50} + N_{30}$  цей показник сягав відповідно 4,13 і 4,42 т/га. У 2023 р. на контролі (без добрив) урожайність насіння гірчиці білої становила 1,53 т/га (Аріадна) – 1,62 т/га (Біла Принцеса). За основного внесення мінеральних добрив у нормі  $N_{30}P_{30}K_{35}$  та додаткового – підживлення аміачною селітрою в нормі  $N_{30}$  у фазі ВВСН 14–16 цей показник зростав до 3,35 т/га (Аріадна) – 3,48 т/га (Біла Принцеса).

#### 4. Урожайність насіння сортів гірчиці білої залежно від норм внесення мінеральних добрив (2021–2023 рр.), т/га

Основне удобрення	Підживлення в фази:		Сорт								Середнє	± до контролю
	розетки	бутонізації	Аріадна				Біла Принцеса					
			Рік									
			2021	2022	2023	середнє	2021	2022	2023	середнє		
Контроль (без добрив)	-	-	1,19	1,75	1,59	1,51	1,24	1,95	1,62	1,60	1,56	-
$N_{30}P_{30}K_{35}$	$N_{30}$ (ВВСН 14–16)	-	3,27	3,48	3,30	3,35	3,35	3,74	3,34	3,48	3,42	1,86
$N_{30}P_{60}K_{70}$	$N_{40}$ (ВВСН 14–16)	$N_{20}$ (ВВСН 52–53)	3,49	3,78	3,56	3,61	3,62	4,07	3,70	3,80	3,71	2,15
$N_{30}P_{90}K_{100}$	$N_{50}$ (ВВСН 14–16)	$N_{30}$ (ВВСН 52–53)	3,78	4,13	3,89	3,93	3,94	4,42	3,93	4,10	4,02	2,46
HP <sub>0,05</sub>			0,16	0,25	0,20		0,15	0,30	0,24			

Збільшення норми внесення фосфорно-калійних добрив –  $N_{30}P_{60}K_{70}$  та підживлення  $N_{40}$  у фазі ВВСН 14–16 +  $N_{20}$  (ВВСН 52–53) забезпечило вищу врожайність сортів: 3,56 т/га (+1,97 т/га) – Аріадна і 3,70 т/га (+2,08 т/га) – Біла Принцеса. За найвищої норми врожайність насіння зростала до 3,89 і 3,93 т/га. Середній показник сортів на контролі становив 1,56 т/га і збільшувався на 1,86–2,46 т/га за внесення мінеральних добрив.

Крупне насіння гірчиці білої за масою 1000 насінин є гарантією отримання більш дружних сходів за рахунок забезпечення корневих пагінців на початкових етапах росту і розвитку кращими умовами живлення. Вивчаючи зміну маси 1000 насінин, ми виявили достовірний вплив на її формування як погодних умов року, так і системи живлення рослин (табл. 5). У 2021 р. цей показник у сорту Аріадна був у межах 2,11–4,01 г, в Білої Принцеси – 2,17–3,81 г, у 2022 р. вона становила 2,99–4,96 і 3,05–5,00 г, а в 2023 р. –



2,38–4,11 і 2,55–4,45 г. Середній за роки досліджень показник сортів на контролі (без добрив) становив 2,54 г і зростав на 1,24–1,85 г за внесення мінеральних добрив. За  $HP_{0,05} = 0,5$  г між варіантами внесення  $N_{30}P_{90}K_{100} + N_{50}$  (ВВСН 14–16) +

$N_{30}$  (ВВСН 52–53) і  $N_{30}P_{60}K_{70} + N_{40}$  (ВВСН 14–16) +  $N_{20}$  (ВВСН 52–53) різниця становила 0,61 г і була достовірною та недостовірною (0,13 г) з нормою  $N_{30}P_{60}K_{70} + N_{40}$  (ВВСН 14–16) +  $N_{20}$  (ВВСН 52–53).

### 5. Маса 1000 насінин сортів гірчиці білої залежно від норм внесення мінеральних добрив (2021–2023 рр.), г

Основне удобрення	Підживлення в фази:		Сорт								Середнє	± до контролю
	розетки	бутонізації	Ариадна				Біла Принцеса					
			Рік									
			2021	2022	2023	середнє	2021	2022	2023	середнє		
Контроль (без добрив)	-	-	2,11	2,99	2,38	2,49	2,17	3,05	2,55	2,59	2,54	-
$N_{30}P_{30}K_{35}$	$N_{30}$ (ВВСН 14–16)	-	3,49	4,02	3,65	3,72	3,63	4,08	3,81	3,84	3,78	1,24
$N_{30}P_{60}K_{70}$	$N_{40}$ (ВВСН 14–16)	$N_{20}$ (ВВСН 52–53)	3,78	4,82	3,92	4,17	3,96	4,90	4,06	4,35	4,26	1,72
$N_{30}P_{90}K_{100}$	$N_{50}$ (ВВСН 14–16)	$N_{30}$ (ВВСН 52–53)	4,01	4,96	4,11	4,36	3,81	5,00	4,45	4,42	4,39	1,85
$HP_{0,05}$			0,2	0,4	0,3		0,3	0,5	0,4			

#### Висновки

1. Норми внесення мінеральних добрив достовірного впливу на польову схожість висіяного насіння гірчиці білої не мали.

2. Вегетаційний період сортів залежав як від біологічних особливостей, так і рівня мінерального живлення рослин, що впливали на тривалість етапів органогенезу рослин, подовжуючи їх до формування насіння і скорочуючи до повної стиглості.

3. Збільшення норм внесення мінеральних добрив з  $N_{30}P_{30}K_{35} + N_{30}$  (ВВСН 14–16) до  $N_{30}P_{90}K_{100} + N_{50}$  (ВВСН 14–16) +  $N_{30}$  (ВВСН 52–53) забезпечувало

зростання площі листової поверхні на 3,1–5,6 тис.  $m^2/га$  та чистої продуктивності фотосинтезу на 0,30–0,53  $г/м^2$  за добу.

4. На сірих лісових поверхнево оглеєних ґрунтах найвищий приріст урожайності насіння до контролю (без добрив) – 2,46 т/га – забезпечила норма внесення мінеральних добрив  $N_{30}P_{90}K_{100} + N_{50}$  (ВВСН 14–16) +  $N_{30}$  (ВВСН 52–53) за рахунок вищої на 1,85 г маси 1000 насінин.

5. За вирощування сортів гірчиці білої Ариадна і Біла Принцеса отримали рівнозначну продуктивність, достовірної різниці за врожайністю насіння не спостерігали.

#### Список використаної літератури

1. Блащук М. І., Терещенко Н. М. Вплив строків сівби та доз мінеральних добрив на продуктивність гірчиці білої. *Науково-технічний бюлетень*

#### References

1. Blashchuk M. I., Tereshchenko N. M. The influence of sowing dates and mineral fertilizers on the productivity of white mustard. *Naukovo-tekhnichnyi*

Інституту олійних культур НААН. 2014. № 21. С. 65–74.

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

3. Вишнівський П. С., Вишневський В. С. Вплив рівня удобрення та позакореневого підживлення на формування продуктивності різних видів гірчиці. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2015. № 22. С. 99–109.

4. Вовченко Ю. В. Особливості росту й розвитку видів гірчиці залежно від погодних умов періоду вегетації. *Вісник Харківського національного аграрного університету*. 2009. № 4. С. 65–73.

5. Вплив добрив на мікрофлору ґрунту і ризофлору гірчиці / С. Ю. Булигін та ін. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 3. С. 13–19.

6. Гірчиця : посібник / В. О. Мазур та ін. Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2009. 88 с.

7. Господаренко Г. М., Карнаух О. Б. Мікроелементи і добрива в живленні рослин : навч. посіб. Кам'янець-Подільський : Рута, 2020. 348 с.

8. Губенко Л. В., Любич О. Я. Вплив добрив на продуктивність гірчиці білої. *Зернові культури*. 2020. Т. 4, № 2. С. 289–295. DOI: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0137>.

9. Жуйков О. Г., Жуйков Г. Є. Економіко-енергетична ефективність виробництва насіння гірчиці в зоні Південного Степу. *Бізнес-навігатор*. 2014. № 3. С. 188–194.

10. Кирилук В. П., Тимошук Т. М., Кальчук М. М. Урожайність гірчиці білої залежно від систем основного обробітку ґрунту та удобрення. *Scientific Horizons*. 2019. № 2 (75). С. 27–33. DOI: [10.332491/2663-2144-2019-75-2-27-33](https://doi.org/10.332491/2663-2144-2019-75-2-27-33).

11. Льон олійний, гірчиця. Стратегія виробництва олійної сировини в Україні (малопоширені культури) / І. А. Шевченко та ін. ; Інститут олійних культур Національної академії аграрних наук України. Запоріжжя : СТАТУС, 2017. 44 с.

12. Марчук І. У., Розстальний В. М., Макаренко В. Є. Добрива та їх використання : довідник. Київ : Арістей, 2010. 254 с.

13. Маслак О. Основні тенденції ринку олійного насіння. *Пропозиція*. 2013. № 2. С. 4–7.

14. Мельник А. В., Жердецька С. В. Вплив доз мінеральних добрив на врожайність гірчиці ярої сизої в умовах Північно-Східного Лісостепу України. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2017. № 269. С. 177–185.

15. Методика польового досліду (Зрошуване землеробство) : навч. посіб. / В. О. Ушкаренко та ін. Херсон, 2014. 448 с.

16. Методика проведення експертизи сортів рослин групи олійних на відмінність, однорідність і стабільність / Костенко Н. П. та ін. ; за ред. Ткачик

*biuleten Instytutu oliinykh kultur NAAN*. 2014. No 21. P. 65–74.

2. Butenko S. O., Tszia Pei Pei. The influence of plant growth regulators on the quality of mustard seeds in 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>.

3. Vyshnivskiy P. S., Vyshnevskiy V. S. The influence of the level of fertilizer and foliar feeding on the formation of productivity of different types of mustard. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu oliinykh kultur NAAN*. 2015. No 22. P. 99–109.

4. Vovchenko Yu. V. Features of growth and development of mustard species depending on weather conditions during the growing season. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. 2009. No 4. P. 65–73.

5. Impact of fertilizers on soil microflora and mustard rhizoflora / S. Yu. Bulyhin et al. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2020. No 3. P. 13–19.

6. Mustard : manual / V. O. Mazur et al. Івано-Франківськ : Symfoniia forte, 2009. 88 p.

7. Hospodarenko H. M., Karnaukh O. B. Microelements and fertilizers in plant nutrition : textbook. Kamianets-Podilskiy : Ruta, 2020. 348 p.

8. Hubenko L. V., Liubchych O. Ya. Effect of fertilizers on white mustard productivity. *Zernovi kultury*. 2020. Vol. 4, No 2. P. 289–295. DOI: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0137>.

9. Zhuikov O. H., Zhuikov H. Ye. Economic and energy efficiency of mustard seed production in the Southern Steppe zone. *Biznes-navihator*. 2014. No 3. P. 188–194.

10. Kyryliuk V. P., Tymoshchuk T. M., Kalchuk M. M. White mustard yield depending on main soil cultivation systems and fertilizers. *Scientific Horizons*. 2019. No 2 (75). P.27–33. DOI: [10.332491/2663-2144-2019-75-2-27-33](https://doi.org/10.332491/2663-2144-2019-75-2-27-33).

11. Oilseed flax, mustard. Strategy for the production of oilseeds in Ukraine (less common crops) / I. A. Shevchenko et al. ; Instytut oliinykh kultur Natsionalnoi akademii ahrarnykh nauk Ukrainy. Zaporizhzhia : STATUS, 2017. 44 p.

12. Marchuk I. U., Rozstalnyi V. M., Makarenko V. Ye. Fertilizers and their use : a guide. Kyiv : Aristei, 2010. 254 p.

13. Maslak O. Key trends in the oilseed market. *Propozytsiia*. 2013. No 2. P. 4–7.

14. Melnyk A. V., Zherdetska S. V. The influence of doses of mineral fertilizers on the yield of spring blue mustard in the North-Eastern Forest-Steppe of Ukraine. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy*. 2017. No 269. P. 177–185.

15. Methodology of field experiment (Irrigated agriculture) : textbook / V. O. Ushkarenko et al. Kherson, 2014. 448 p.

16. Methodology for conducting examination of oilseed plant varieties for difference, uniformity and stability / N. P. Kostenko et al. ; za red. Tkachyk S. O.

С. О. 2-ге вид., випр. і доп. Вінниця : ФОП Корзун Д. Ю., 2016. 178 с.

17. Могилянська Н. Сучасний стан і перспективи переробки олійних культур. *Зернові продукти і комбікорми*. 2014. № 1 (53). С. 22–25.

18. Оптимізація системи живлення гірчиці сизої в умовах Північно-Східного Лісостепу України / А. В. Мельник та ін. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2018. № 9 (36). С. 60–63.

19. Основи насіннезнавства (теорія, методологія, практика) / В. Д. Паламарчук та ін. Вінниця : Друк, 2022. 392 с.

20. Петерс Я. Мікроелементи в живленні озимих. Доцільність застосування. *Агронам*. 2021. № 2. С. 34–36. URL: <https://www.agronom.com.ua/mikroelementy-v-zhyvlenni-ozymyh-dotsilnist-zastosuvannya/> (дата звернення: 21.11.2023).

21. Поливаній С. В., Голунова Л. А. Анатомічні особливості будови листкового апарату рослин гірчиці білої за дії стимуляторів росту. *Біологія та екологія*. 2020. Т. 6, № 1/2. С. 48–50. DOI: <https://doi.org/10.33989/2020.6.1-2.225041>.

22. Сайко В. Ф., Вишневський В. С. Вплив елементів технології на формування продуктивності гірчиці білої сорту Еталон. *Збірник наукових праць Національного наукового центру "Інститут землеробства НААН"*. 2015. Вип. 4. С. 72–78.

23. Трембіцька О. І. Біологічна активність ґрунту в залежності від систем добрив в короткоротаційній сівозміні. *Вісник Житомирського національного агроecологічного університету*. 2011. № 1 (28). С. 441–449.

24. Урожайність гірчиці залежно від погодних умов та норми висіву на чорноземах південних / В. В. Гамаюнова та ін. *Таврійський науковий вісник*. 2014. Вип. 88. С. 50–56.

25. Шахід А. Вплив норм мінеральних добрив на ріст та розвиток рослин гірчиці білої в умовах Північно-Східного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2018. № 101. С. 136–140. URL: [http://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/101\\_2018/23.pdf](http://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/101_2018/23.pdf) (дата звернення: 18.08.2023).

26. Agroecological methods of improving the productivity of niche leguminous crops / N. Telekalo et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. No 9 (1). P. 169–175. URL: <https://www.ujecology.com/articles/agroecological-methods-of-improving-the-productivity-of-niche-leguminous-crops.pdf> (last accessed: 18.08.2023).

27. Effect of sulphur fertilizer on sulphur uptake and forage yield of Brassica juncea in condition of different regimes of irrigation / I. Piri et al. *African Journal of Agricultural Research*. 2012. Vol. 7 (6). P. 958–963. DOI: 10.5897/AJAR11.125.

28. Effects of grought and rehydration on the growth and physiological features of mustard seedlings

2-he vyd., vypr. i dop. Vinnytsia : FOP Korzun D. Yu., 2016. 178 p.

17. Mohylianska N. Current state and prospects for oilseed processing. *Zernovi produkty i kombikormy*. 2014. No 1 (53). P. 22–25.

18. Optimization of the nutritional system of blue mustard in the North-Eastern Forest-Steppe of Ukraine / A. V. Melnyk et al. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. 2018. No 9 (36). P. 60–63.

19. Fundamentals of seed science (theory, methodology, practice) / V. D. Palamarchuk et al. Vinnytsia : Druk, 2022. 392 p.

20. Peters Ya. Microelements in the nutrition of winter crops. Feasibility of application. *Ahronom*. 2021. No 2. P. 34–36. URL: <https://www.agronom.com.ua/mikroelementy-v-zhyvlenni-ozymyh-dotsilnist-zastosuvannya/> (last accessed: 21.11.2023).

21. Polyvanyi S. V., Holunova L. A. Anatomical features of the structure of the leaf apparatus of white mustard plants under the influence of growth stimulants. *Biolojiia ta ekolojiia*. 2020. Vol. 6, No 1/2. P. 48–50. DOI: <https://doi.org/10.33989/2020.6.1-2.225041>.

22. Saiko V. F., Vyshnevskiy V. S. The impact of technology elements on the formation of productivity of white mustard variety Etalon. *Zbirnyk naukovykh prats Natsionalnoho naukovoho tsestru "Instytut zemlerobstva NAAN"*. 2015. Issue 4. P. 72–78.

23. Trembitska O. I. Biological activity of soil depending on fertilizer systems in short-rotation crop rotation. *Visnyk Zhytomyrskoho natsionalnoho ahroecologichnoho universytetu*. 2011. No 1 (28). P. 441–449.

24. Mustard yield depending on weather conditions and seeding rates on southern chernozems / V. V. Hamaiunova et al. *Tavriiskiyi naukovyi visnyk*. 2014. Issue 88. P. 50–56.

25. Shakhid A. The influence of mineral fertilizer rates on the growth and development of white mustard plants in the North-Eastern Forest-Steppe of Ukraine. *Tavriiskiyi naukovyi visnyk*. 2018. No 101. P. 136–140. URL: [http://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/101\\_2018/23.pdf](http://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/101_2018/23.pdf) (last accessed: 18.08.2023).

26. Agroecological methods of improving the productivity of niche leguminous crops / N. Telekalo et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. No 9 (1). P. 169–175. URL: <https://www.ujecology.com/articles/agroecological-methods-of-improving-the-productivity-of-niche-leguminous-crops.pdf> (last accessed: 18.08.2023).

27. Effect of sulphur fertilizer on sulphur uptake and forage yield of Brassica juncea in condition of different regimes of irrigation / I. Piri et al. *African Journal of Agricultural Research*. 2012. Vol. 7 (6). P. 958–963. DOI: 10.5897/AJAR11.125.

28. Effects of grought and rehydration on the growth and physiological features of mustard

/ P. Jia et al. *Journal of Central European Agriculture*. 2021. Vol. 22 (4). P. 836–847. DOI: <https://doi.org/10.5513/JCEA01/22.4.3246>.

29. Effects of seed pre-treatment with plant growth compound regulators on seedling growth under drought stress / P. Jia et al. *Agraarteadus*. 2021. Vol. 32 (2). P. 251–256. DOI: <https://doi.org/10.15159/jas.21.35>.

30. 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 (9). P. 128–135. DOI: <https://doi.org/10.12911/22998993/151780>.

31. Influence of sowing date on growth and productivity of rapeseed-mustard: a review / R. Bhagat et al. *Journal of Oilseed Brassica*. 2023. No. 14 (1). P. 1–10. URL: [https://www.researchgate.net/publication/368780220\\_Influence\\_of\\_sowing\\_date\\_on\\_growth\\_and\\_productivity\\_of\\_rapeseed-mustard\\_a\\_review#full-text](https://www.researchgate.net/publication/368780220_Influence_of_sowing_date_on_growth_and_productivity_of_rapeseed-mustard_a_review#full-text) (last accessed: 21.08.2023).

32. Masierowska M. L. Floral nectaries and nectar production in brown mustard (*Brassica juncea*) and white mustard (*Sinapis alba*) (*Brassicaceae*). *Plant Systematics and Evolution*. 2003. Vol. 238. P. 97–107. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00606-002-0273-2>.

seedlings / P. Jia et al. *Journal of Central European Agriculture*. 2021. Vol. 22 (4). P. 836–847. DOI: <https://doi.org/10.5513/JCEA01/22.4.3246>.

29. Effects of seed pre-treatment with plant growth compound regulators on seedling growth under drought stress / P. Jia et al. *Agraarteadus*. 2021. Vol. 32 (2). P. 251–256. DOI: <https://doi.org/10.15159/jas.21.35>.

30. 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 (9). P. 128–135. DOI: <https://doi.org/10.12911/22998993/151780>.

31. Influence of sowing date on growth and productivity of rapeseed-mustard : a review / R. Bhagat et al. *Journal of Oilseed Brassica*. 2023. No 14 (1). P. 1–10. URL: [https://www.researchgate.net/publication/368780220\\_Influence\\_of\\_sowing\\_date\\_on\\_growth\\_and\\_productivity\\_of\\_rapeseed-mustard\\_a\\_review#full-text](https://www.researchgate.net/publication/368780220_Influence_of_sowing_date_on_growth_and_productivity_of_rapeseed-mustard_a_review#full-text) (last accessed: 21.08.2023).

32. Masierowska M. L. Floral nectaries and nectar production in brown mustard (*Brassica juncea*) and white mustard (*Sinapis alba*) (*Brassicaceae*). *Plant Systematics and Evolution*. 2003. Vol. 238. P. 97–107. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00606-002-0273-2>.