

## **ПОЛЬОВА СХОЖІСТЬ НАСІННЯ ГІРЧИЦІ БІЛОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД АГРОТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ ВИРОЩУВАННЯ\***

Важливим резервом у поліпшенні родючості як зелене добриво, збагаченні органічною речовиною, дренаванні важких солонцюватих ґрунтів є гірчиця біла. Ця культура здатна засвоювати фосфор із малодоступних форм, є фітомеліорантом – її кореневі й пожнивні рештки пригнічують розвиток багатьох хвороб, збудники яких живуть у ґрунті. Застосування гірчичних сидератів дає можливість компенсувати значну частку біологічних форм та мінеральних фосфорно-калійних добрив. Залишає близько 10 т/га пожнивних решток у повітряно-сухій масі, які за правильного залучення в ґрунтово-поглинальний комплекс можуть поліпшити показники наявності органічної речовини. Це перспективна повністю ліквідна культура, оскільки біологія рослини дає змогу використовувати її не тільки як добрий попередник, що здатний поліпшити агрофізичні та фітосанітарні властивості ґрунту, а й як зелене добриво, насіння застосовують у багатьох галузях виробництва, а із сухих рослинних решток формують паливні пелети. Гірчичний шрот як побічний продукт після знежирення та подрібнення перетворюється на гірчичний порошок, що ціниться на вітчизняному та зовнішньому ринках на рівні з олією. Він є основним компонентом столової гірчиці та майонезу, різноманітних соусів та приправ, маринадів та сумішей для консервування. Високий вміст біологічно активних речовин, потрібних нашому організмові (вітаміни (А, D, Е, К, Р), поліненасичені жирні кислоти, фітостерол, хлорофіли, фітонциди, глікозиди тощо) вирізняє гірчичну олію.

Представлено результати досліджень, проведених у відділі насінництва та насіннезнавства, на сірих лісових поверхнево оглєсних ґрунтах зони Західного Лісостепу за 2021–2023 рр. Виявлено різний вплив на польову схожість насіння гірчиці білої стимуляторів росту, застосованих у передпосівній обробці насіння, мінеральних добрив, способів сівби й норм висіву насіння. Встановлено, що процес проростання насіння нерозривно пов'язаний з запасами продуктивної вологи посівного шару ґрунту (0–10 см) у період сівби – сходи та температурним режимом. Обґрунтовано, що стимулятори росту, під впливом яких проходило інтенсивне поглинання вологи та активація ферментів в обробленому насінні, забезпечували підвищення польової схожості на 0,9–2,9 %. Найбільш ефективною була передпосівна обробка баковою сумішшю протруйника модесто, 48 % т. к. с. (12,5 л/т) з стимулятором росту плантаген у нормі 0,4 л/т, за якої в роки

\*Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, О. Ф. Стасів.

© Волощук М. Ю., 2023

досліджень середній відсоток польової схожості становив 95,4. Способи сівби і норми висіву насіння не мали достовірного впливу на польову схожість, цей показник переважно залежав від якості посівного матеріалу. Під впливом збільшення норм внесення фосфорно-калійних добрив відмінності між варіантами досліду були несуттєві.

**Ключові слова:** гірчиця біла, сорт, стимулятори росту, мінеральні добрива, способи сівби, норми висіву насіння, польова схожість.

**Mariia Voloshchuk**

Institute of Agriculture of the Carpathian Region NAAS

**Field germination of white mustard seeds depending on agrotechnical measures**

White mustard is an important reserve as a green fertilizer in improving soil fertility, enriching it with organic matter and draining heavy alkaline soils. This culture is able to assimilate phosphorus from inaccessible forms, is a phytomeliorant – root and stubble remains suppress the development of many diseases, the pathogens, many of which live in the soil. The use of mustard green manures makes it possible to compensate for a significant proportion of biological forms and mineral phosphorus-potassium fertilizers. It leaves about 10 t/ha of crop residues in the air-dry mass, which, if properly incorporated into the soil-absorbing complex, can improve the presence of organic matter. This is a promising one hundred percent liquid crop, since the biology of the plant allows it to be used not only as a good predecessor that can improve the agrophysical and phytosanitary properties of the soil, but also as a green fertilizer. Seeds are used in many industries and fuel pellets are formed from dry plant residues. Mustard meal as a by-product after degreasing and grinding turns into mustard powder – it is valued on the domestic and foreign markets on a par with a sunflower oil. It is the main component of table mustard and mayonnaise, sauces and seasonings, marinades and canning mixes. The high content of biologically active substances required by our body (vitamins (A, D, E, K, P), polyunsaturated fatty acids, phytosterol, chlorophylls, phytoncides, glycosides, etc.) distinguishes mustard oil.

The results of studies carried out in the department of seed production and seed science on gray forestal surface-gleyed soils of the Western Forest-Steppe zone in 2021–2023 are presented. It has been established that the process of seed germination is inextricably linked with the reserves of productive moisture of the sowing soil layer (0–10 cm) during the sowing-shooting period, seeding rates and the temperature regime. It has been substantiated that growth stimulants, under the influence of which intensive moisture absorption and enzyme activation in treated seeds took place, provided an increase in field germination by 0.9–2.9 %. The most effective was the pre-sowing treatment with the tank mixture of the modesto disinfectant, 48 % t. l. s. (12.5 l/t) with plantagen growth stimulator at a rate of 0.4 l/t, at which the average percentage of field germination was 95.4 during the years of research. Sowing methods and seeding rates did not have a significant effect on field germination, this indicator mainly depended on the quality of the seed. Under the influence of an increase in the application rates of phosphorus-potassium fertilizers, the differences between the variants of the experiment were insignificant.

**Keywords:** white mustard, variety, growth stimulants, mineral fertilizers,

sowing methods, seeding rates, field germination.

**Вступ.** Основою для визначення рівномірних сходів у польових умовах є вивчення процесу проростання насіння. Біохімічні зміни в насінині починаються на стадії бубнявіння (ВВСН 00–03), за інтенсивністю якого можна визначити, як швидко розпочнуться та протікатимуть процеси перетворення запасних високомолекулярних речовин у низькомолекулярні і наскільки інтенсивно проходитимуть наступні етапи росту і розвитку паростків, коренів [14].

Найважливішим і найскладнішим завданням у 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 [7].

Схожість є найбільш важливим показником посівних якостей насіння. Вона вказує на його здатність до нормального проростання в польових умовах, а надалі впливає на формування потрібної густоти рослин і врожайності [18].

Польову схожість насіння важко прогнозувати, оскільки вона залежить від постійно мінливих факторів зовнішнього середовища в період проростання та початкового росту рослин. Оптимальною є вологість ґрунту 70 % повної вологості на глибині загортання насіння, тому на сухих і розпушених ґрунтах польова схожість насіння підвищується після коткування, яке сприяє надходженню вологи до висіяного насіння. Насіння зі зниженою лабораторною схожістю у виробництві потрібно замінювати кондиційним [25].

Розширення різноманіття та сталого вирощування якісного насіння олійних культур як у світі в цілому, так і в Україні зокрема, є досить актуальним з огляду на низку чинників: гостру потребу в сировині, зміну погодних, кліматичних умов та структури фітоценозів, а також зважаючи на розвиток та поширення специфічних хвороб і шкідників, адаптивну здатність видів та сортів тощо [2, 4, 17].

Інноваційним напрямом сучасної аграрної науки має бути розробка агротехнологічних прийомів підвищення врожайності олійних культур за зниження собівартості продукції та енерговитрат на її виробництво, екологізації землеробства за рахунок застосування регуляторів росту [8, 21, 24].

Широкое використання регуляторів росту рослин – одне з пріоритетних спрямувань у світовій практиці рослинництва. Законодавство багатьох розвинених країн забороняє або обмежує масове використання в сільському господарстві трансгенних рослин і

хімічних препаратів. Тому на зміну хімічним засобам підвищення врожайності надходять препарати природного походження, які дозволяють повніше реалізувати потенційні можливості рослин, закладені природою та селекцією, регулювати строки дозрівання, поліпшувати якість продукції та підвищувати врожай сільськогосподарських культур. Потрапляючи в рослину, стимулятори росту включаються в обіг речовин, внаслідок чого активізуються біохімічні процеси, що приводить до підвищення рівня життєздатності рослин [16, 23, 28].

Потужний фундамент майбутнього врожаю забезпечує передпосівна обробка насіння стимуляторами росту [27, 30, 31].

Оскільки активна фаза життя рослин починається саме з моменту проростання, то першим етапом у технології вирощування культури є підвищення життєздатності та схожості насіння. Тому для активізації генетичного потенціалу зародків доцільно додавати не тільки засоби захисту, а й біологічно активні речовини, що регулюють подальший розвиток рослини [3, 11, 15].

М. М. Маренич, С. О. Юрченко висвітлюють результати досліджень посівних властивостей насіння, обробленого новими препаратами гумінової природи, які виробляє компанія «Soil-Biotics» (США). Вони встановили, що обробка насіння препаратом seed treatment сприяє швидшому наростанню органічної маси, активації водопоглинальної здатності насіння та інтенсифікує ростові процеси. Відзначено позитивну дію препарату на схожість насіння за умов витримки впродовж 45 діб. Застосування препарату foliar concentrate також посилювало ростові процеси та сприяло наростанню кореневої маси проростків [10].

В умовах Південного Степу О. Г. Жуйков встановив позитивний ефект від застосування в посівах гірчиці стимуляторів росту в контексті їх впливу на насінневу продуктивність і вміст у насінні олії – максимальні значення цих показників виявлено за варіантами використання препаратів гілея-Старт та біотрансформатор [6].

Досліджуючи вплив різних регуляторів росту рослин на ріст, розвиток та формування врожаю соняшнику за умов недостатнього зволоження Південного Степу України, О. А. Єременко, В. В. Калитка, С. М. Каленська встановили, що передпосівна обробка насіння соняшнику сорту Лакомка РРР вимпел та АКМ збільшувала площу листової поверхні відповідно на 18 і 57 %, скорочувала тривалість фенологічних фаз розвитку у середньому на 2–4 доби, підвищувала стійкість рослин до абіотичних стресів та збільшувала врожайність на 12–34 %. Однак частка впливу водного дефіциту року дослідження (60,1 %) значно перевищує частку впливу РРР (37,3 %) [5, 26, 29].

За результатами досліджень С. О. Бутенко, Цзя Пей Пей встановлено, що для умов Північно-Східного Лісостепу України для отримання насіння з високими показниками якості для гірчиці білої сорту Біла принцеса доцільно комплексне застосування регуляторів росту біофордж та фаст-Старт, що забезпечує врожайність понад 2,2 т/га насіння та 0,6 т/га олії [1].

Дослідженнями ряду вчених встановлено, що для підвищення лабораторної і польової схожості насіння, зростання вегетативної маси і виживаності рослин протягом вегетації, підвищення показників продуктивності рослин гірчиці білої сорту Талісман доцільно проводити передпосівну обробку насіння фізіологічно активними препаратами. Для стабільного за роками підвищення врожайності гірчиці білої на 0,15–0,27 т/га передпосівну стимуляцію насіння слід проводити препаратами байкал ЕМ IV і вимпел. Позитивний вплив передпосівної обробки насіння препаратами вимпел і байкал ЕМ IV на енергію проростання та лабораторну схожість вирощеного насіння свідчить про можливість їх використання на насінницьких посівах [22].

В. М. Сендецький стверджує, що застосування регуляторів росту вермимаг і вермийодіс уможливує повніше реалізувати генетичний потенціал рослин соняшнику, регулювати строки дозрівання, збільшувати врожайність культури і поліпшувати якість продукції. Використання їх є важливою складовою системи агротехнічних заходів догляду за посівами і не потребує додаткових витрат, крім, звичайно, власної вартості. За таких умов збільшується валове виробництво продукції за зменшення собівартості [19, 20].

За отриманими даними Т. В. Козіної з вивчення особливостей росту, розвитку та формування насінневої продуктивності гірчиці білої сорту Подолянка встановлено, що за обробки посівів регулятором росту вермибіомаг (8 л/га) рівень рентабельності був найвищим – 235,4 %, а собівартість 1 т найнижчою –1491 грн [9].

Отже, застосування рістрегулюючих препаратів є обов'язковим агротехнічним прийомом з вирощування сільськогосподарських культур, зокрема гірчиці білої, який сприяє не лише підвищенню польової схожості насіння, а й урожайності й якості вирощеної продукції.

Мета наших досліджень полягала в науковому обґрунтуванні ефективності застосування стимуляторів росту нового покоління в передпосівній обробці гірчиці білої та їх впливу на польову схожість насіння.

**Матеріали і методи.** Дослідження виконували впродовж 2021–2023 рр. у відділі насінництва та насіннізнавства Інституту сільського

господарства Карпатського регіону НААН.

Ґрунт дослідних ділянок – сірий лісовий поверхнево оглесений легкосуглинковий, який характеризується такими середньозваженими агрохімічними показниками: вміст гумусу (за Тюрнімом) – 2,3 %, сума увібраних основ – 13,7 мг-екв на 100 г ґрунту, легкогідролізного азоту (за Корнфілдом) – 89,6 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору й обмінного калію (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. Період сівби гірчиці білої – третя декада квітня 2021 р. – характеризувався як дещо холодніший (на 1,2 °С) порівняно з середньобагаторічними даними (7,4 °С) і сухий (51,0 %). Запаси продуктивної вологи в посівному шарі (0–10 см) ґрунту становили 24,3 мм і були забезпечені більшою кількістю опадів, яка випала в другій декаді, – 24,5 мм за середньобагаторічного показника 16 мм.

У 2022 р. перехід через 5 °С відбувся раніше – у третій декаді березня. Квітень був холодним із 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).

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. Строк сівби – III декада квітня. 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»).

У досліді 1 вивчали вплив стимуляторів росту, застосованих у передпосівній обробці насіння, на польову схожість рослин гірчиці

білої за схемою: контроль (обробка насіння водою) – 10 л/т, вимпел 2 (1,0 л/т), ентолем (0,25 мл/т), плантаген (0,4 л/т). Фон мінерального живлення –  $N_{30}P_{60}K_{70}$ ; дослід 2 – вплив способів сівби і норм висіву насіння гірчиці білої на польову схожість за схемою: звичайний рядковий – 15 см (1,5 млн схож. нас./га – контроль), звичайний рядковий – 30 см (1,0 млн схож. нас./га), широкорядний – 45 см (0,5 млн схож. нас./га). Фон мінерального живлення –  $N_{30}P_{60}K_{70}$ ; залежність польової схожості насіння сортів гірчиці білої від різних норм внесення мінеральних добрив вивчали в досліді 3. Варіантами досліду були: контроль (без добрив),  $N_{30}P_{30}K_{35}$ ,  $N_{30}P_{60}K_{70}$ ,  $N_{30}P_{90}K_{100}$ .

Дослідження проводили з використанням методики проведення експертизи сортів гірчиці білої (*Sinapis alba* L.) на відмінність, однорідність і стабільність [13]; 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. [12] з використанням програми Microsoft Excel.

**Результати та обговорення.** Вивчаючи ефективність стимуляторів росту, які новозареєстровані на вітчизняному ринку для передпосівної обробки насіння гірчиці білої, ми встановили їх вплив на польову схожість (табл. 1).

У 2021 р. на контролі (обробка водою, 10 л/т) польова схожість насіння гірчиці білої становила 90,6 (у сорту Аріадна) – 90,8 % (Біла принцеса). За застосування стимулятора вимпел 2 в нормі 1,0 л/т цей показник зростав на 0,6–0,8 %. Обробка ентолемом у нормі 0,25 мл/т забезпечувала вищу польову схожість насіння до контролю на 1,6–1,8 %. Ефективність плантагену в нормі 0,4 л/т була найвищою, що обумовлювало підвищення цього показника на 2,7–3,0 % до контрольного варіанта.

У 2022 р. польова схожість насіння сортів гірчиці білої на контролі (обробка водою, 10 л/т) становила 92,5–92,4 %; за передпосівної обробки насіння вимпел 2 зростала на 0,7 (Біла принцеса) – 0,8 % (Аріадна). Найвищий відсоток (95,2–95,4) встановили за використання стимулятора росту плантаген (0,4 л/т). Краще вологозабезпечення і вищий температурний режим періоду сівба – сходи, а також ефективний вплив стимуляторів росту сприяв вищому відсотку польової схожості насіння цієї культури в 2023 р. порівняно з 2021 і 2022 рр. На контролі цей показник був у межах 94,3–94,5 %, за застосування вимпел 2 – 95,5–95,7, ентолему – 96,4–96,9, плантагену – 97,4–97,6 %.

Середній показник польової схожості насіння за три роки досліджень на контролі становив 92,5 % і достовірно зростав на 0,9–

2,9 % за застосування стимуляторів росту. Ефективність їх впливу також була різною. За передпосівної обробки насіння плантагеном у нормі 0,4 л/т польова схожість було найвищою (на 2,9 %).

### 1. Польова схожість насіння гірчиці білої (*Sinapis alba* L.) залежно від передпосівної обробки стимуляторами росту (2021–2023 рр.), %

Передпосівна обробка насіння	Норма внесення	Сорт								Середнє за сортами	± до контролю
		Ариадна				Біла принцеса					
		2021	2022	2023	середнє	2021	2022	2023	середнє		
Контроль (обробка водою)	10 л/т	90,6	92,5	94,5	92,5	90,8	92,4	94,3	92,5	92,5	-
Вимпел 2	1,0 л/т	91,2	93,3	95,7	93,4	91,6	93,1	95,5	93,4	93,4	0,9
Ентолем	0,25 мл/т	92,2	94,8	96,9	94,6	92,6	94,6	96,4	94,5	94,6	2,1
Плантаген	0,4 л/т	93,3	95,2	97,4	95,3	93,5	95,4	97,6	95,5	95,4	2,9

НІР<sub>05</sub>

0,4 0,5 0,6 0,4 0,5 0,7

Примітка: фон мінерального живлення – N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>70</sub>.

Зміну польової схожості висіяного насіння під впливом способів сівби і норм висіву гірчиці білої ми не встановили (табл. 2).

### 2. Польова схожість насіння гірчиці білої (*Sinapis alba* L.) залежно від способу сівби і норм висіву насіння (2021–2023 рр.), %

Спосіб сівби	Норма висіву насіння, млн схож. нас./га	Рік			Середнє	± до контролю
		2021	2022	2023		
Звичайний рядковий – 15 см (контроль)	1,5	90,8	92,6	94,7	92,7	-
Звичайний рядковий – 30 см	1,0	91,1	92,8	94,8	92,9	0,2
Широкорядний – 45 см	0,5	91,3	92,4	95,0	92,9	0,2

НІР<sub>0,05</sub>

0,5 0,6 0,4

Примітка: фон мінерального живлення – N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>70</sub>.

У 2021 р. на контролі (звичайний рядковий спосіб сівби – 15 см,



норма висіву насіння 1,5 млн схож. нас./га) польова схожість насіння становила 90,8 %. За такого ж способу сівби, але меншої норми висіву – 1,0 млн схож. нас./га – була вищою на 0,3 %, а за широкорядного (45 см, 0,5 млн схож. нас./га) – на 0,5 %, що було недостовірним до  $HP_{0,05} = 0,5$  %.

У 2022 р. на контролі польова схожість була вищою порівняно з попереднім 2021 р. на 1,8 %, що обумовлено кращими посівними якостями висіяного насіння. Різниця між варіантами дослідів становила 0,2 % і була недостовірною щодо  $HP_{0,05} = 0,6$  %. Таку ж закономірність спостерігали і в 2023 р. За звичайного рядкового способу сівби шириною міжрядь 15 см та нормою висіву насіння 1,5 млн схож. нас./га (контроль) середній показник польової схожості в сортів становив 94,7 % і недостовірно вищим (на 0,1–0,3 %) був на інших варіантах дослідів ( $HP_{0,05} = 0,4$  %).

За три роки досліджень на контролі (звичайний рядковий спосіб сівби – 15 см, норма висіву насіння 1,5 млн схож. нас./га) польова схожість становила 92,7 %, за звичайного рядкового – 30 см, норми висіву насіння 1,0 млн схож. нас./га та широкорядного (45 см, 0,5 млн схож. нас./га) підвищувалася на 0,2 %, що в межах похибки.

Вплив різних норм мінеральних добрив на польову схожість висіяного насіння гірчиці білої був несуттєвим. Відсоток польової схожості в 2021 р. був на рівні 90,4–91,0 % у сорту Аріадна і 90,6–91,1 % – Біла принцеса (табл. 3). За  $HP_{0,05} = 0,4–0,6$  % достовірної різниці за варіантами дослідів 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 %.

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

Основне удобрення (фактор А)	Сорт (фактор С)								Середнє за сортами	± до контролю
	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 <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>35</sub>	90,8	92,5	94,7	92,7	90,6	92,6	94,9	92,7	92,7	0,2
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>70</sub>	91,0	92,5	94,8	92,8	90,7	92,5	94,6	92,7	92,8	0,3
N <sub>30</sub> P <sub>90</sub> K <sub>100</sub>	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			

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 достовірного впливу на польову схожість, оскільки на перших етапах проростання зародок живився за рахунок поживних речовин ендосперму.

**Висновки.** Проростання насіння є першим етапом і активною фазою життєдіяльності рослин, від якої залежить кінцевий результат – урожайність та якість вирощеної продукції, тому технологія вирощування гірчиці білої має включати ефективні агрозаходи, які сприяють підвищенню польової схожості висіяного насіння:

– факторами, що впливали на проростання насіння, були запаси продуктивної вологи посівного шару ґрунту (0–10 см), температурні умови і стимулятори росту, під впливом яких проходило інтенсивне поглинання вологи та активація ферментів в обробленому насінні;

– передпосівна обробка насіння з одночасним протруюванням та стимуляторами росту забезпечувала підвищення польової схожості на 0,9–2,9 %;

– найбільш ефективною була бакова суміш протруйника модесто, 48 % т. к. с. (12,5 л/т) з стимулятором росту плантаген у нормі 0,4 л/т, за якої в роки досліджень середній відсоток польової схожості становив 95,4;

– способи сівби і норми висіву насіння не мали достовірного впливу на польову схожість. Цей показник переважно залежав від якості посівного матеріалу, запасів продуктивної вологи ґрунту та температури повітря;

– польова схожість насіння гірчиці білої під впливом збільшення норм фосфорно-калійних добрив суттєво не зростала, оскільки на перших етапах насіння живилася монотрофно за рахунок поживних речовин зародка.

#### Список використаної літератури

1. 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>.

2. Вивчення ефективності допосівної обробки насіння стимуляторами росту рослин / О. О. Олійник та ін. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування*. Серія: Сільськогосподарські науки. 2013.

#### References

1. Butenko S. O., Tszia Pei Pei. Influence of plant growth regulators on the quality of mustard seeds in the conditions of the North-Eastern Forest-Steppe of Ukraine. *Tavriyskyi naukovyi visnyk*. 2022. No 124. P. 10–18. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.124.2>.

2. Study of the effectiveness of pre-sowing seed treatment with plant growth stimulants / O. O. Oliinyk et al. *Visnyk Natsionalnoho universytetu vodnoho hospodarstva ta pryrodokorystuvannia*.

Вип. 4 (64). С. 112–118. URL: <https://ep3.nuwm.edu.ua/1281/1/Vs6414.pdf> (дата звернення: 12.06.2023).

3. Вплив регуляторів росту на продуктивність гірчиці в умовах Північно-Східного Лісостепу України / А. В. Мельник та ін. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2015. № 9. С. 173–175.

4. Гончар Л. М., Щербакова О. М. Вплив передпосівного оброблення насіння нуту на польову схожість та густоту стояння рослин. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2016. № 3. С. 46–49. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/VPDAA\\_2016\\_3\\_1\\_2](http://nbuv.gov.ua/UJRN/VPDAA_2016_3_1_2) (дата звернення: 12.06.2023).

5. Єременко О. А., Калитка В. В., Каленська С. М. Вплив регулятора росту на ріст, розвиток рослин і формування врожаю гібридів соняшнику (F1) в умовах Південного Степу України. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2017. Т. 13, № 2. С. 141–149. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/stopnsr\\_2017\\_13\\_2\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/stopnsr_2017_13_2_7) (дата звернення: 14.06.2023).

6. Жуйков О. Г. Агроекологічні передумови вирощування гірчиці чорної в незрошуваних сівозмінах Півдня України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2013. Вип. 1. С. 149–156. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vanp\\_2013\\_1\\_23](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vanp_2013_1_23) (дата звернення: 14.06.2023).

7. Калитка В. В., Капінос М. В. Вплив регуляторів росту і активних штамів ризобій на пігментний комплекс та продуктивність гороху посівного (*Pisum sativum* L.). *Вісник Харківського національного аграрного університету*. Серія : Рослинництво, селекція і насінництво, плодовоочивництво і зберігання. 2015. № 2. С. 8–18. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhnau\\_roslyn\\_2015\\_2\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhnau_roslyn_2015_2_3) (дата звернення: 12.06.2023).

8. Козаренко Д. О. Застосування гуматів – перспективний метод зменшення хімічного навантаження на агроценози. *Карантин і захист рослин*. 2013. № 8. С. 14–16. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Kizr\\_2013\\_8\\_8](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Kizr_2013_8_8) (дата звернення: 12.06.2023).

9. Козіна Т. В. Економічна ефективність вирощування гірчиці білої

Seriia: Silskohospodarski nauky. 2013. Issue 4 (64). P. 112–118. URL: <https://ep3.nuwm.edu.ua/1281/1/Vs6414.pdf> (last accessed: 12.06.2023).

3. Influence of growth regulators on the productivity of mustard in the conditions of the North-Eastern Forest-Steppe of Ukraine / A. V. Melnyk et al. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. 2015. No 9. P. 173–175.

4. Honchar L. M., Shcherbakova O. M. Influence of presowing treatment of chickpea seeds on field germination and plant density. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2016. No 3. P. 46–49. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/VPDAA\\_2016\\_3\\_12](http://nbuv.gov.ua/UJRN/VPDAA_2016_3_12) (last accessed: 12.06.2023).

5. Yeremenko O. A., Kalytka V. V., Kalenska S. M. Influence of the growth regulator on the growth, development of plants and the formation of the yield of sunflower hybrids (F1) in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. *Sortovyvchennia ta okhorona prav na sorty roslyn*. 2017. Vol. 13, No 2. P. 141–149. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/stopnsr\\_2017\\_13\\_2\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/stopnsr_2017_13_2_7) (last accessed: 14.06.2023).

6. Zhuikov O. H. Agro-ecological prerequisites for growing black mustard in non-irrigated crop rotations in the south of Ukraine. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomor'ia*. 2013. Issue 1. P. 149–156. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vanp\\_2013\\_1\\_23](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vanp_2013_1_23) (last accessed: 14.06.2023).

7. Kalytka V. V., Kapinos M. V. Influence of growth regulators and active strains of rhizobia on the pigment complex and productivity of sowing peas (*Pisum sativum* L.). *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. Seriiia : Roslynnytstvo, selektsiia i nasinnytstvo, plodoovochivnytstvo i zberihannia. 2015. No 2. P. 8–18. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhnau\\_roslyn\\_2015\\_2\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhnau_roslyn_2015_2_3) (last accessed: 12.06.2023).

8. Kozarenko D. O. The use of humates is a promising method for reducing the chemical load on agroecosystems. *Karantyn i zakhyst roslyn*. 2013. No 8. P. 14–16. URL:

- в умовах Лісостепу Західного. *Агробіологія*. 2014. № 2. С. 46–49. URL: [agrobiologiya.btsau.edu.ua/sites/default/files/visnyku/agrobiologiya/kozina\\_2\\_2014.pdf](http://agrobiologiya.btsau.edu.ua/sites/default/files/visnyku/agrobiologiya/kozina_2_2014.pdf) (дата звернення: 15.06.2023).
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: 10.31210/visnyk2016.1-2.03.
11. Мельник А. В., Жердецька С. В., Алі Ш. Вплив регуляторів росту на морфологічні параметри гірчиці в умовах Північно-Східного Лісостепу України. *Природне агровиробництво в Україні: проблеми становлення, перспективи розвитку* : Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Дніпропетровськ, 22–23 жовт. 2015 р.). Дніпропетровськ : РВВ ДДАЕУ, 2015. 393 с.
12. Методика польового досліду (зрошуване землеробство) : навч. посіб. / В. О. Ушкаренко та ін. Херсон : Грінш Д. С., 2014. 448 с.
13. Методика проведення експертизи сортів гірчиці білої (*Sinapis alba* L.) на відмінність, однорідність і стабільність. *Методика проведення експертизи сортів рослин групи олійних на відмінність, однорідність і стабільність* / Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України, Український інститут експертизи сортів рослин. С. 19–30. URL: <https://minagro.gov.ua/storage/app/sites/1/uploaded-files/metodika-provedennya-ekspertizi-sortiv-roslin-grupi-oliynikh-na-vidminnist-odnoridnist-i-stabilnist.pdf> (дата звернення: 08.06.2023).
14. Мусієнко М. М., Капінос М. В. Фізіолого-біохімічні реакції в насінні та рослинах гороху посівного (*Pisum sativum* L.) на початкових етапах онтогенезу за дії біопрепаратів і регуляторів росту рослин. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 7 (784). С. 11–17. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201807-02>.
15. Передпосівна обробка насіння біостимуляторами: застосовувати, не варто [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Kizr\\_2013\\_8\\_8](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Kizr_2013_8_8) (last accessed: 12.06.2023).
9. Kozina T. V. Economic efficiency of growing white mustard in the conditions of the Western Forest-Steppe. *Ahrobiolohiia*. 2014. No 2. P. 46–49. URL: [agrobiologiya.btsau.edu.ua/sites/default/files/visnyku/agrobiologiya/kozina\\_2\\_2014.pdf](http://agrobiologiya.btsau.edu.ua/sites/default/files/visnyku/agrobiologiya/kozina_2_2014.pdf) (last accessed: 15.06.2023).
10. Marenych M. M., Yurchenko S. O. Sowing properties of seeds of agricultural crops depending on the use of growth stimulants. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrmoi akademii. Silske hospodarstvo. Roslynnystvo*. 2016. No 1/2. P. 18–21. DOI: 10.31210/visnyk2016.1-2.03.
11. Melnyk A. V., Zherdetska S. V., Ali Sh. Influence of growth regulators on the morphological parameters of mustard in the conditions of the northeastern Forest-Steppe of Ukraine. *Pryrodne ahrovyrobnytstvo v Ukraini: problemy stanovlennia, perspektyvy rozvytku* : Mizhnar. nauk.-prakt. conf. (m. Dnipropetrovsk, 22–23 zhovt. 2015 r.). Dnipropetrovsk : RVV DDAEU, 2015. 393 p.
12. Methodology of the field experiment (irrigated agriculture) : textbook / V. O. Ushkarenko et al. Kherson : Hrin D. S., 2014. 448 p.
13. Methodology for the examination of varieties of white mustard (*Sinapis alba* L.) for difference, uniformity and stability. *Metodyka provedennia ekspertyzy sortiv roslyn hrupy oliynikh na vidminnist, odnoridnist i stabilnist* / Ministerstvo rozvytku ekonomiky, torhivli ta silskoho hospodarstva Ukrainy, Ukrainskyi instytut ekspertyzy sortiv roslyn. P. 19–30. URL: <https://minagro.gov.ua/storage/app/sites/1/uploaded-files/metodika-provedennya-ekspertizi-sortiv-roslin-grupi-oliynikh-na-vidminnist-odnoridnist-i-stabilnist.pdf> (last accessed: 08.06.2023).
14. Musiienko M. M., Kapinos M. V. Physiological and biochemical reactions in seeds and plants of common pea (*Pisum sativum* L.) at the initial stages of ontogenesis under the action of biological preparations and plant growth regulators. *Visnyk ahrmoi nauky*. 2018. No 7 (784). P. 11–17. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201807-02>.

- ігнорувати. *Експерти з живлення рослин*. URL: <https://plantagroup.com/news/62-peredposivna-obrobka> (дата звернення: 08.06.2023).
16. Поливаний С. В., Кур'ята В. Г. Дія емістиму С на морфогенез та насіннєву продуктивність маку олійного. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка*. Серія : Біологія. 2015. № 1. С. 117–123. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/NZTNPU\\_2015\\_1\\_22](http://nbuv.gov.ua/UJRN/NZTNPU_2015_1_22) (дата звернення: 14.06.2023).
17. Продуктивність сої культурної за використання препаратів ристрегулюючого типу / V. Shevchuk et al. *The scientific heritage* (Budapest, Hungary). 2021. Vol. 1, № 61 (61). P. 6–10. URL: <http://repository.vsau.vin.ua/getfile.php/27959.pdf> (дата звернення: 12.06.2023).
18. Рожков А. О., Труш О. К. Польова схожість насіння та збереженість рослин квасолі залежно від норми висіву насіння. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 4. С. 30–36. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.04.04>.
19. 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. 2018. Вип. 294. С. 32–41.
20. Сендецький В. М. Передпосівне оброблення насіння соняшнику регуляторами росту і його вплив на формування врожайності в умовах Лісостепу Західного. *Збірник ПДАТУ «Подільський вісник»*. 2017. Вип. 26, ч. I. С. 175–179.
21. Сергієнко В. П. Ристрегулюючий та захисний ефект гумінових речовин. *Агробізнес сьогодні*. 2013. 29 квіт. URL: <http://agro-business.com.ua/ahrami-kultury/item/320-ristrehuliuiuchy-i-ta-zakhysnyi-efekt-huminovykh-rechovyn.html> (дата звернення: 12.06.2023).
22. 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: [https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201807-02](https://doi.org/10.30835/2413-https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201807-02).
15. Pre-sowing treatment of seeds with biostimulants: apply, should not be ignored. *Eksperty z zhyvlennia rostlyn*. URL: <https://plantagroup.com/news/62-peredposivna-obrobka> (last accessed: 08.06.2023).
16. Polyvanyi S. V., Kuriata V. H. The effect of emistym C on morphogenesis and seed productivity of oil poppy. *Naukovi zapysky Ternopilskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatiuka*. Seria : Biolohiia. 2015. No 1. P. 117–123. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/NZTNPU\\_2015\\_1\\_22](http://nbuv.gov.ua/UJRN/NZTNPU_2015_1_22) (last accessed: 14.06.2023).
17. Productivity of soybeans when using restrictive preparations / V. Shevchuk et al. *The scientific heritage* (Budapest, Hungary). 2021. Vol. 1, No 61 (61). P. 6–10. URL: <http://repository.vsau.vin.ua/getfile.php/27959.pdf> (last accessed: 12.06.2023).
18. Rozhkov A. O., Trush O. K. Field germination of seeds and the safety of bean plants depending on the seeding rate. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2018. No 4. P. 30–36. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.04.04>.
19. 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. *Naukovi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy*. Ahronomiia. 2018. Issue 294. P. 32–41.
20. Sendetskyi V. M. Presowing treatment of sunflower seeds with growth regulators and its effect on the formation of yield in the conditions of the Western Forest-Steppe. *Zbirnyk PDAU «Podilskyi visnyk»*. 2017. Issue 26, part I. P. 175–179.
21. Serhiienko V. P. Growth regulating and protective effect of humic substances. *Ahrobiznes sohodni*. 2013. 29 kvit. URL: <http://agro-business.com.ua/ahrami-kultury/item/320-ristrehuliuiuchy-i-ta-zakhysnyi-efekt-huminovykh-rechovyn.html> (last accessed: 12.06.2023).
22. Productivity and sowing qualities of white mustard depending on seed

7510.2018.134381.

23. Ходаніцька О. О., Кур'ята В. Г. Вплив суміші регуляторів росту хлормекватхлориду і трептолему на якість олії льону сорту Орфей. *Питання біоіндикації та екології*. 2013. Вип. 18, № 2. С. 77–88. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/pbte\\_2013\\_18\\_2\\_15](http://nbuv.gov.ua/UJRN/pbte_2013_18_2_15) (дата звернення: 14.06.2023).

24. Юрченко С. О., Баган А. В., Омеліч М. В. Формування посівних якостей насіння сортів арахісу залежно від обробки стимулятором росту “1R Seed treatment”. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 117. С. 164–171. DOI: 10.32851/2226-0099.2021.117.22.

25. Agrobiological features of mustard (*Brassica juncea* L.) in Ukraine under current climate change conditions / A. Melnyk et al. *AgroFor International Journal*. 2019. Vol. 4, issue 1. P. 93–101. DOI: 10.7251/AGRENG1901093M.

26. 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.

27. 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.jstor.org/stable/i40142548> (last accessed: 14.06.2023).

28. Effects of drought and rehydration on the growth and physiological characteristics of mustard seedlings / P. Jia et al. *Journal of Central European Agriculture*. 2021. Vol. 22, No 4. P. 836–847. DOI: <https://doi.org/10.5513/JCEA01/22.4.3246>.

29. 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. *Journal of Agriculture and Veterinary Science*. 2016. No 9. P. 59–64. DOI: <https://doi.org/10.9790/2380-0909015964>.

30. Influence of pre-sowing seed treatments on germination properties and seedling vigor of wheat / T. Shah et al.

treatment with physiologically active preparations / A. O. Rozhkov et al. *Seleksiia i nasimystvo*. 2018. Issue 113. P. 208–217. DOI: <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2018.134381>.

23. Khodanitska O. O., Kuriata V. H. The effect of a mixture of growth regulators chlormequat chloride and treptolem on the quality of Orpheus variety flax oil. *Pytannia bioindykatsii ta ekolohii*. 2013. Issue 18, No 2. P. 77–88. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/pbte\\_2013\\_18\\_2\\_15](http://nbuv.gov.ua/UJRN/pbte_2013_18_2_15) (last accessed: 14.06.2023).

24. Yurchenko S. O., Bahan A. V., Omelych M. V. Formation of sowing qualities of seeds of peanut varieties depending on the treatment with a growth stimulator “1R Seed treatment”. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. 2021. No 117. P. 164–171. DOI: 10.32851/2226-0099.2021.117.22.

25. Agrobiological features of mustard (*Brassica juncea* L.) in Ukraine under current climate change conditions / A. Melnyk et al. *AgroFor International Journal*. 2019. Vol. 4, issue 1. P. 93–101. DOI: 10.7251/AGRENG1901093M.

26. 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.

27. 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.jstor.org/stable/i40142548> (last accessed: 14.06.2023).

28. Effects of drought and rehydration on the growth and physiological characteristics of mustard seedlings / P. Jia et al. *Journal of Central European Agriculture*. 2021. Vol. 22, No 4. P. 836–847. DOI: <https://doi.org/10.5513/JCEA01/22.4.3246>.

29. 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

*Journal of Agriculture and Veterinary Science*. 2017. Vol. 1, No 1. P. 62–70. URL: <file:///C:/Users/Admin/Downloads/A.Z.Khan.pdf> (last accessed: 14.06.2023).

31. Wang Ju., Cheng Jun-Hu, Sun Da-Wen. Enhancement of Wheat Seed Germination, Seedling Growth and Nutritional Properties of Wheat Plantlet Juice by Plasma Activated Water. *Journal of Plant Growth Regulation*. 2023. Vol. 42. P. 2006–2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00344-022-10677-3>.

Steppe of Ukraine. *Journal of Agriculture and Veterinary Science*. 2016. No 9. P. 59–64. DOI: <https://doi.org/10.9790/2380-0909015964>.

30. Influence of pre-sowing seed treatments on germination properties and seedling vigor of wheat / T. Shah et al. *Journal of Agriculture and Veterinary Science*. 2017. Vol. 1, No 1. P. 62–70. URL: <file:///C:/Users/Admin/Downloads/A.Z.Khan.pdf> (last accessed: 14.06.2023).

31. Wang Ju., Cheng Jun-Hu, Sun Da-Wen. Enhancement of Wheat Seed Germination, Seedling Growth and Nutritional Properties of Wheat Plantlet Juice by Plasma Activated Water. *Journal of Plant Growth Regulation*. 2023. Vol. 42. P. 2006–2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00344-022-10677-3>.

Отримано 21 червня 2023 р.  
Погоджено до друку 1 серпня 2023 р.