

## ВПЛИВ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ НА ПОСІВНІ ЯКОСТІ НАСІННЯ ГІСОПУ ЛІКАРСЬКОГО

І.В. Сашко<sup>1</sup>, Н.В. Приведенюк<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Полтавський державний аграрний університет (м. Полтава, Україна)  
e-mail: [ihor.sashko@pdau.edu.ua](mailto:ihor.sashko@pdau.edu.ua); ORCID: 0009-0002-4411-8425

<sup>2</sup>Дослідна станція лікарських рослин Інституту агроєкології і природокористування НААН  
(с. Березоточа, Полтавська обл., Україна)  
e-mail: [privedenyuk1983@gmail.com](mailto:privedenyuk1983@gmail.com); ORCID: 0000-0002-0748-8083

Метою досліджень було оцінити вплив передпосівної обробки насіння гісопу лікарського (*Hyssopus officinalis* L.) біологічними препаратами та органо-мінеральним добривом на основні показники його посівних якостей. Об'єктом дослідження слугувало насіння сорту «Blankyt». У досліді використовували мікробіологічні препарати на основі грибів-антагоністів *Trichoderma lignorum* і *Trichoderma virens*, а також ризосферних бактерій *Pseudomonas fluorescens*. Додатково застосовували органо-мінеральне добриво ШЕДРОДАР К ТМ та варіант комплексної обробки, що поєднував усі зазначені препарати. Контролем було насіння, оброблене дистильованою водою. Передпосівну обробку насіння здійснювали шляхом зволоження у відповідних робочих розчинах із подальшою експозицією протягом 24 год та підсушуванням до сухого стану. Пророщування проводили в чашках Петрі у кліматичній камері за температури  $24 \pm 1^\circ\text{C}$  упродовж 14 діб. Визначали енергію проростання, схожість насіння та довжину проростків за загальноприйнятими методиками. Результати досліджень засвідчили, що застосування мікробіологічних препаратів істотно впливало на посівні якості насіння гісопу лікарського. Найвищу енергію проростання (73%) забезпечувала обробка насіння препаратом на основі *Trichoderma lignorum*. Використання *Trichoderma virens* сприяло досягненню максимальної схожості насіння (92%) та істотному збільшенню довжини проростків до 31,2 мм. Внесення лише органо-мінерального добрива характеризувалося обмеженим впливом на досліджувані показники. Найбільшу довжину проростків (32,2 мм) зафіксовано у варіанті комплексної обробки, що свідчить про синергічний ефект досліджуваних препаратів і позитивний вплив на інтенсивність початкового росту рослин. Отримані результати підтверджують доцільність використання біологічних препаратів для підвищення якості посівного матеріалу гісопу лікарського.

**Ключові слова:** *Hyssopus officinalis* L., *Trichoderma lignorum*, *Trichoderma virens*, *Pseudomonas fluorescens*, органо-мінеральне добриво, схожість насіння, енергія проростання, довжина проростків.

### ВСТУП

Передпосівна обробка насіння є одним із ключових елементів сучасних технологій вирощування сільськогосподарських і лікарських культур, оскільки саме на початкових етапах онтогенезу закладаються передумови для формування продуктивного та стійкого рослинного організму. Якість насіння, рівень його схожості та енергія проростання значною мірою визначають густоту посівів, рівномірність сходів і подальший розвиток рослин, що в підсумку безпосередньо впливає на врожайність, а також на якість отриманої продукції [1–4].

Особливої актуальності ці питання набувають у контексті вирощування лікарських і ароматичних культур, для яких стабільність біохімічного складу та екологічна безпека сировини мають першочергове значення.

В умовах інтенсифікації агровиробництва та зростання вимог до екологічної безпечності технологій дедалі більшої уваги надають біологічним методам стимулювання проростання насіння і захисту рослин. Передпосівна інюкуляція насіння мікробіологічними препаратами та застосування органо-мінеральних добрив розглядаються як ефективна альтернатива або доповнення

до хімічних засобів, оскільки вони сприяють активізації фізіолого-біохімічних процесів, покращують засвоєння поживних елементів і знижують негативний вплив абіотичних та біотичних стресів. Використання корисних мікроорганізмів на ранніх етапах розвитку рослин допомагає формувати сприятливу мікробіоту навколо проростка, що позитивно позначається на його рості та розвитку [4–8].

Особливий інтерес у цьому контексті становлять гриби-антагоністи та ризосферні бактерії, здатні поєднувати стимулювальну та захисну дію. Їх застосування в системі передпосівної обробки насіння відкриває нові можливості для підвищення посівних якостей і забезпечення стабільних сходів без надмірного антропогенного навантаження на агроєкосистеми [8; 9]. З огляду на це, вивчення впливу біологічних препаратів на показники енергії проростання, схожості та початкового росту насіння гісопу лікарського є важливим і актуальним науковим завданням, що має як теоретичне, так і практичне значення для розвитку екологічно орієнтованих технологій вирощування лікарських культур.

**Метою досліджень** було встановити вплив передпосівної обробки насіння гісопу лікарського мікробіологічними препаратами та органо-мінеральним добривом на його посівні якості.

## АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Гісоп лікарський (*Hyssopus officinalis* L.) є перспективною лікарською та ароматичною культурою, що привертає увагу науковців завдяки високому вмісту біологічно активних сполук, зокрема ефірних олій, флавоноїдів і фенольних речовин. Значний внесок у дослідження біологічних особливостей, продуктивності та технології вирощування гісопу лікарського зробили як вітчизняні, так і зарубіжні вчені, зокрема М. Федорчук, Є. Ткачова, П. Добровольський, А. Moro, А. Zalacain, F. Fathiazad, S. Hamedeyazdan, M. Naemi, S. Mijani, D. Karimian, A. Barzgar та ін. Більшість досліджень учених зосереджені на вивченні

хімічного складу рослинної сировини, продуктивності культури, особливостей росту, розвитку та адаптації до різних ґрунтово-кліматичних умов [10–14]. Водночас значна кількість робіт присвячена питанням насінневого розмноження гісопу, оскільки рівень схожості та енергії проростання насіння істотно впливають на рівномірність сходів і подальше формування врожаю сировини [15–19]. Дослідження з питань ефективності застосування біологічних препаратів у рослинництві виконано низкою вчених, зокрема Л. Гаврилюк, О. Кічигіна, Ю. Туровнік, І. Мосійчук, І. Безноско, В. Мудрак, В. Fazeli-Nasab, R. Sayyed, R. Yadav, S. Woo, R. Hermosa, F. Ferreira та ін.

У науковій літературі відзначається, що насіння гісопу лікарського характеризується відносно повільним і нерівномірним проростанням, що зумовлює необхідність застосування різних методів передпосівної обробки [17; 18]. Дослідники вивчали вплив температурних режимів, освітлення, термінів зберігання насіння, а також використання регуляторів росту та біологічно активних речовин із метою підвищення його посівних якостей. Доведено дослідженнями, що передпосівна обробка насіння допомагає активізувати обмінні процеси, покращити водопоглинання та прискорити появу дружних сходів культури [15–19].

Окремим напрямом досліджень є захист рослин від шкідливих організмів мікробіологічними препаратами. Науковці підкреслюють, що біологічний контроль грибних захворювань є багатокомпонентною системою, ефективність якої визначається не лише властивостями окремих біоагентів, а й характером їх взаємодії з рослиною-господарем, фітопатогенами та ґрунтовою мікробіотою. Наголошується, що успішне застосування мікробіологічних препаратів, зокрема на основі антагоністичних грибів і бактерій, потребує ретельного добору ефективних штамів та розуміння механізмів їх дії в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах. У зв'язку зі складністю ґрунтових мікробіотних угруповань доцільним є екологічний підхід до розроблення систем

біологічного контролю, який передбачає оцінку взаємодії біоагента з патогеном, культурною рослиною та навколишнім середовищем [20]. Такий підхід особливо важливий для лікарських культур, зокрема гісопу лікарського, де ефективність передпосівної обробки насіння біопрепаратами значною мірою залежить від адаптованості використаних мікроорганізмів до конкретних агроекологічних умов.

У наукових публікаціях значну увагу приділено ролі *Pseudomonas fluorescens* як ризосферної бактерії з вираженими властивостями стимуляції росту рослин і біологічного контролю фітопатогенів. Показано, що цей аеробний мікроорганізм є повсюдно поширеним у сільськогосподарських ґрунтах і добре адаптованим до колонізації ризосфери та спермосфери завдяки здатності швидко використовувати кореневі й насінневі екsudати. *Pseudomonas fluorescens* продукує широкий спектр біоактивних метаболітів, зокрема антибіотики, сидерофори, леткі сполуки, гідролітичні ферменти та речовини, що стимулюють ріст рослин, а також індукує системну стійкість рослин до грибних, бактеріальних і вірусних патогенів. Встановлено, що штами цієї бактерії здатні ефективно пригнічувати ґрунтові патогени та проявляють синергічну дію у складі консорціумів із іншими ризобактеріями або як ендofіти, що підвищує їхню практичну цінність. Завдяки швидкому росту *in vitro* та можливості масового культивування *Pseudomonas fluorescens* розглядається як перспективний компонент біопрепаратів для передпосівної обробки насіння, зокрема лікарських культур, з метою поліпшення посівних якостей і посилення стійкості рослин до стресових чинників [21].

Гриби роду *Trichoderma* є повсюдно поширеними ґрунтовими мікроорганізмами та виконують комплекс важливих функцій у сільськогосподарських екосистемах. Вони можуть ефективно обмежувати розвиток фітопатогенних організмів, активізувати захисні реакції рослин, стимулювати їх ріст і розвиток, покращувати поглинання макро- та мікроелементів, а також поліпшити

адаптивність рослин до абіотичних стресів [6–8]. Одним із ключових механізмів біологічного контролю за участю *Trichoderma* є індукція систем захисту рослин у процесі їхньої взаємодії з грибом [9]. Завдяки високій метаболічній різноманітності та здатності пристосовуватися до різних екологічних умов представники цього роду вивчаються як перспективні агенти для використання в широкому спектрі агро-систем. Окремі штами, зокрема *Trichoderma lignorum*, *Trichoderma virens*, уже впроваджені у виробництво біофунгіцидів, що підкреслює їхню важливу роль у системах інтегрованого захисту рослин і сталого землеробства.

У сучасних дослідженнях особливу увагу приділяють передпосівній обробці насіння біопрепаратами, що передбачає використання корисних мікроорганізмів або біологічних агентів для стимуляції росту рослин і контролю захворювань. Доведено, що гриби роду *Trichoderma* у процесі передпосівної обробки продукують регулятори росту, які прискорюють проростання насіння та збільшують масу коренів і надземної частини рослин, зокрема за умов дефіциту вологи. Колонізація кореневої системи рослин грибами *Trichoderma* сприяє її інтенсивному розвитку, підвищенню доступності фосфору та мікроелементів, посиленню стійкості до абіотичних стресів і фітопатогенів. Загалом, передпосівна обробка насіння біопрепаратами аналізується як екологічно безпечний та ефективний передпосівний прийом, який сприяє оптимізації фізіолого-біохімічних процесів, посиленню життєздатності проростків і стійкості рослин до стресових чинників середовища [22].

Тому, аналіз літературних джерел свідчить, що передпосівна обробка насіння гісопу лікарського біологічно активними речовинами, зокрема хітозаном і мікробіологічними препаратами, є успішним напрямом поліпшення посівних якостей насіння та стійкості рослин до несприятливих умов вирощування. Втім, питання порівняльної ефективності різних біологічних агентів та їх комплексного застосування щодо

насіння гісопу залишаються недостатньо вивченими, що зумовлює актуальність подальших досліджень у цьому напрямі.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Розробку схеми лабораторного дослідження та вибір основних показників оцінювання посівних якостей насіння здійснювали відповідно до методичних підходів, викладених у працях М.М. Гаврилюк, М.М. Макрушина, С.М. Каленської та ін. [23–25]. Лабораторні визначення схожості та енергії проростання насіння проводили згідно з чинними національними стандартами, зокрема ДСТУ 3657-97, ДСТУ 7160:2020 та ДСТУ 4138-2002 [26–28].

Об'єктом досліджень було насіння гісопу лікарського сорту «Blankyt». У досліді використовували мікробіологічні препарати на основі грибів-антагоністів *Trichoderma lignorum* (препарат Триходермін М) та *Trichoderma virens* (синоніми – *Gliocladium virens*, препарат Гліокладін М), а також ризосферних бактерій *Pseudomonas fluorescens* (препарат Планриз М). Окрім того, застосовували органо-мінеральне добриво ЩЕДРОДАР К ТМ, яке містить комплекси мікроелементів у хелатній формі та комплекс біологічно активних речовин. Окремим варіантом дослідження було поєднане використання всіх зазначених мікробіологічних препаратів разом з органо-мінеральним добривом. Контрольним варіантом слугувало насіння, оброблене дистильованою водою.

Передпосівну обробку насіння виконували шляхом зволоження у відповідних робочих розчинах препаратів. Оброблене насіння витримували в герметично закритій тарі протягом 24 год для забезпечення адгезії та проникнення діючих речовин. Після цього насіння підсушували до сипучого стану на фільтрувальному папері впродовж 1 год за кімнатної температури.

Для визначення посівних якостей насіння закладали по 100 насінин у чашки Петрі, вистелені двома шарами фільтрувального паперу, попередньо зволоженого дистильованою водою. Пророщування здійснювали

в кліматичній камері протягом 14 діб за постійної температури  $24 \pm 1^\circ\text{C}$ , а також періодичне зволоження фільтрувального паперу дистильованою водою.

Енергію проростання насіння спостерігали на 4-ту добу шляхом підрахунку кількості пророслих насінин, виражаючи показник у відсотках від загальної кількості закладеного насіння. Схожість насіння проводили на 14-ту добу пророщування відповідно до загальноприйнятих методик. Додатково вимірювали довжину проростків для оцінки інтенсивності початкового росту рослин.

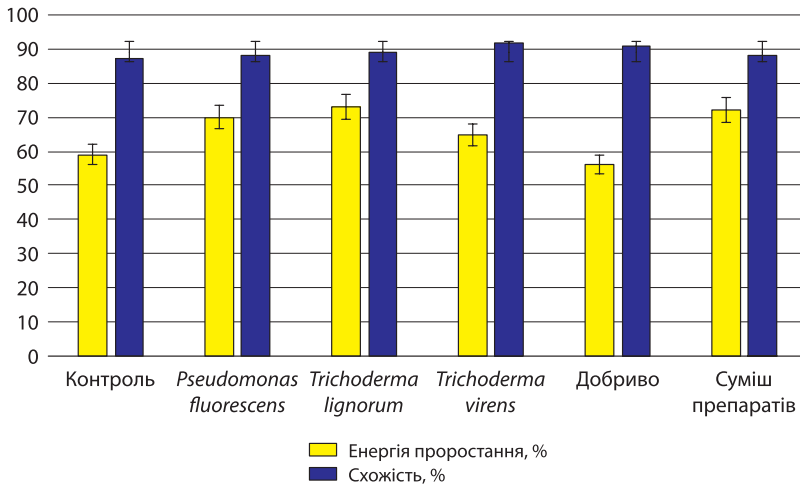
Отримані експериментальні дані використовували для оцінки ефективності окремих мікробіологічних препаратів та їх комплексного застосування з органо-мінеральним добривом із метою обґрунтування екологічно безпечних технологій вирощування гісопу лікарського.

Математичну обробку результатів виконували методами варіаційної статистики за допомогою дисперсійного аналізу. Істотність різниці між середніми значеннями оцінювали за  $HP_{0,05}$ , за рівня значущості  $p \leq 0,05$ . Розрахунки виконували в програмі Statistica.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Отримані експериментальні дані переконливо свідчать про те, що передпосівна обробка насіння гісопу лікарського біологічними препаратами та органо-мінеральним добривом істотно впливає на формування його посівних якостей, зокрема на енергію проростання, лабораторну схожість і морфометричні показники проростків. Виявлені відмінності між варіантами обробки вказують на різний механізм дії застосованих препаратів та їхню здатність активізувати фізіолого-біохімічні процеси на початкових етапах онтогенезу рослин (рис.).

У контрольному варіанті, де насіння оброблялося дистильованою водою, енергія проростання становила 59%, а лабораторна схожість – 87%, що є базовим рівнем життєздатності насіння гісопу лікарського



Залежність енергії проростання та схожості насіння гісопу лікарського від передпосівної обробки насіння мікробіологічними препаратами та органо-мінеральним добривом

(табл.). Середня довжина проростків на контролі сягала 28,4 мм, що відображає помірну інтенсивність початкового росту за відсутності стимулювальних чинників.

Передпосівна обробка насіння препаратом на основі *Pseudomonas fluorescens* позитивно впливала насамперед на енергію проростання, яка зростає до 70%, перевищивши контрольний показник на 11%, що є статистично достовірним з огляду на величину  $HP_{0,05}$ . Це свідчить про здатність даного мікроорганізму активізувати процеси початкового проростання насіння. Водночас схожість насіння у цьому варіан-

ті зростає лише на 1% і перебувала в межах статистичної похибки, а довжина проростків практично не відрізнялася від контролю (28,5 мм), що вказує на обмежений вплив препарату на подальший лінійний ріст проростків.

Більш виражений стимулювальний ефект встановлено за використання препарату на основі *Trichoderma lignorum*. У цьому варіанті енергія проростання насіння досягла 73%, що на 14% перевищувало контрольне значення та істотно переважало  $HP_{0,05}$ . Лабораторна схожість збільшилась до 89%, а середня довжина

**Вплив біопрепаратів та органо-мінерального добрива на посівні якості насіння гісопу лікарського**

Варіанти	Норма внесення, мл/кг	Енергія проростання, %	Схожість, %	Довжина проростків, мм
Контроль	20	59	87	28,4
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	10	70	88	28,5
<i>Trichoderma lignorum</i>	20	73	89	29,8
<i>Trichoderma virens</i>	20	65	92	31,2
Органо-мінеральне добриво	20	56	91	28,3
Суміш: <i>Pseudomonas fluorescens</i> , <i>Trichoderma lignorum</i> , <i>Trichoderma virens</i> , органо-мінеральне добриво	70	72	88	32,2
$HP_{0,05}$		2,1	1,5	1,2

проростків становила 29,8 мм, що на 1,4 мм більше порівняно з контролем і є статистично достовірною різницею. Одержані результати фіксують комплексний вплив препарату як на швидкість проростання насіння, так і на стимуляцію ростових процесів проростків.

У варіанті з передпосівною обробкою насіння препаратом *Trichoderma virens* енергія проростання сягала 65%, що було нижчим показником порівняно з іншими мікробіологічними препаратами, проте все-таки превалювало контроль на 6%. Водночас саме в цьому варіанті виявлено найвищу лабораторну схожість насіння — 92%, що на 5% перевищувало контрольне значення та істотно переважало НР<sub>0,05</sub>. Крім того, довжина проростків досягала 31,2 мм, що на 2,8 мм більше порівняно з контролем і свідчить про виражений стимулювальний ефект препарату на початковий ріст проростків. Це може вказувати на здатність *Trichoderma virens* не лише покращувати життєздатність насіння, а й активізувати синтез ростових речовин, що сприяють подовженню проростків.

Застосування лише органо-мінерального добрива мало неоднозначний вплив на посівні якості насіння гісопу лікарського. Енергія проростання у цьому варіанті знизилася до 56%, що було на 3% менше порівняно з контролем, тоді як схожість насіння, навпаки, збільшилась до 91% і перевищувала контрольне значення на 4%. Довжина проростків залишалася практично на рівні контролю (28,3 мм). Отримані дані вказують на те, що органо-мінеральне добриво здебільшого впливало на кінцеву кількість пророслого насіння, але не забезпечувало стимуляції швидкості проростання та інтенсивності ростових процесів на ранніх етапах розвитку.

Найвираженіший позитивний ефект відзначено у варіанті з комплексним застосуванням суміші *Pseudomonas fluorescens*, *Trichoderma lignorum*, *Trichoderma virens* та органо-мінерального добрива. У цьому варіанті середня довжина проростків досягла 32,2 мм, що на 3,8 мм перевищувало контрольний показник і було статистично до-

стовірним. Енергія проростання становила 72%, а лабораторна схожість — 88%, що доводить про позитивний, хоча й помірний вплив комплексу препаратів на кількісні показники проростання. Водночас істотне збільшення довжини проростків вказує на синергічну дію компонентів суміші, спрямовану передусім на стимулювання інтенсивності початкового росту та формування більш життєздатних проростків.

Тому, результати досліджень підтверджують доцільність використання мікробіологічних препаратів, особливо на основі *Trichoderma* spp., а також їх комплексного поєднання з органо-мінеральним добривом для покращання посівних якостей насіння гісопу лікарського та оптимізації початкових етапів росту рослин.

## ВИСНОВКИ

У ході досліджень встановлено, що передпосівна обробка насіння гісопу лікарського біологічними препаратами сприяє підвищенню енергії проростання, схожості та інтенсивності початкового росту проростків порівняно з контролем. Найбільш виражений вплив на енергію проростання виявив препарат на основі *Trichoderma lignorum*, тоді як *Trichoderma virens* гарантував максимальні показники схожості насіння та стимулював інтенсивність росту проростків. Препарат *Pseudomonas fluorescens* мав помірну стимулювальну дію, а застосування лише органо-мінерального добрива характеризувалося обмеженим ефектом, переважно щодо схожості насіння.

Комплексне внесення мікробіологічних препаратів у поєднанні з органо-мінеральним добривом забезпечувало найвищу інтенсивність початкового росту проростків, що свідчить про синергічний характер їх дії. Отримані результати підтверджують доцільність використання біологічних препаратів у системі передпосівної підготовки насіння гісопу лікарського та можуть слугувати науковим підґрунтям для впровадження екологічно безпечних і ефективних технологій вирощування цієї лікарської культури.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Голодна, А. В., & Грицюк, Я. В. (2024). Фотосинтетична продуктивність посіву сої (*Glycine max* L.) за різних систем удобрення та передпосівного оброблення насіння. *Агроекологічний журнал*, 2, 133–142. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2024.305672>.
2. Gutiérrez-Moreno, K., Olgún-Martínez, A. I., Montoya-Martínez, A. C., & de los Santos-Villalobos, S. (2025). *Trichoderma* in sustainable agriculture and the challenges related to its effectiveness. *Diversity*, 17(10), 734. DOI: <https://doi.org/10.3390/d17100734>.
3. Мосійчук, І. І., Безноско, І. В., Туровнік, Ю. А., & Мудрак, В. О. (2022). Вплив біологічних препаратів на посівну якість насіння рослин ячменю ярого (*Hordeum Vulgare* L.). *Збалансоване природо-користування*, 3, 133–143. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.3.2022.266566>.
4. Гаврилюк, Л. В., Кічигіна, О. О., & Туровнік, Ю. А. (2022). Біопрепарати як агроекологічний фактор підвищення біобезпеки в агроценозах. *Збалансоване природокористування*, 4, 105–111. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.4.2022.275037>.
5. Szparaga, A., Czerwińska, E., Kapusta, I., Piepiórka-Stepuk, J., Zagała, G., Szparaga, L., ... Deszcz, E. (2024). The insights into the activity of the extracts from *Polygonum aviculare* L. and *Pseudomonas fluorescens* for enhancing and modeling seed germination and seedling growth of *Melilotus officinalis* L. Lam. *South African Journal of Botany*, 174, 510–524. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2024.09.028>.
6. Ferreira, F. V., & Musumeci, M. A. (2021). *Trichoderma* as biological control agent: Scope and prospects to improve efficacy. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 37(5), 90. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11274-021-03058-7>.
7. Hermosa, R., Viterbo, A., Chet, I., & Monte, E. (2012). Plant-beneficial effects of *Trichoderma* and of its genes. *Microbiology*, 158(1), 17–25. DOI: <https://doi.org/10.1099/mic.0.052274-0>.
8. Woo, S. L., Hermosa, R., Lorito, M., & Monte, E. (2023). *Trichoderma*: a multipurpose, plant-beneficial microorganism for eco-sustainable agriculture. *Nature Reviews Microbiology*, 21(5), 312–326. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41579-022-00819-5>.
9. Li, W. C., Lin, T. C., Chen, C. L., Liu, H. C., Lin, H. N., Chao, J. L., ... Wang, T. F. (2021). Complete genome sequences and genome-wide characterization of *Trichoderma* biocontrol agents provide new insights into their evolution and variation in genome organization, sexual development, and fungal-plant interactions. *Microbiology spectrum*, 9(3), e00663-21. DOI: <https://doi.org/10.1128/Spectrum.00663-21>.
10. Добровольський, П. А. (2021). Параметри продуктивності гісопу лікарського за вирощування в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник. Сер.: Сільськогосподарські науки*, 120, 36–42. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.5>.
11. Ткачова, Е. С., & Федорчук, М. І. (2021). Урожайність гісопу лікарського залежно від площі живлення рослин. *Лікарське рослинництво: від досвіду минулого до новітніх технологій: матеріали 9-ї Міжнар. наук.-практ. конф.* (с. 71–72). Полтава. РВВ ПДАА. DOI: <http://doi.org/10.5281/zenodo.5541344>.
12. Ткачова, Е. С., & Федорчук, М. І. (2019). Особливості вирощування гісопу лікарського (*Hyssopus officinalis* L.) в умовах змін клімату. *Інтродукція рослин: сучасний стан, проблеми та перспективи: матеріали Міжнар. наук. конф.* (с. 58–63). Харків. URL: <https://dspace.mnau.edu.ua>.
13. Moro, A., Zalacain, A., de Mendoza, J. H., & Carmona, M. (2011). Effects of agronomic practices on volatile composition of *Hyssopus officinalis* L. essential oils. *Molecules*, 16(5), 4131–4139. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules16054131>.
14. Fathiazad, F., & Hamedeyazdan, S. (2011). A review on *Hyssopus officinalis* L.: Composition and biological activities. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 5(17), 1959–1966. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJPP11.527>.
15. Naeemi, M., Gholamalipour Alamdari, E., & Mousavi, A. S. (2025). The effect of chitosan bio-stimulator on morphological and physiological characteristics of hyssop under salinity stress. *Journal of Plant Process and Function*, 14(68), 33–46. DOI: <https://doi.org/10.22034/14.68.33>.
16. Mijani, S., Nasrabadi, S. E., Zarghani, H., & Abadi, M. G. (2013). Seed germination and early growth responses of hyssop, sweet basil and oregano to temperature levels. *Notulae Scientia Biologicae*, 5(4), 462–467. DOI: <https://doi.org/10.15835/nsb549164>.
17. Karimian, D. (2011). Seedling vigour variations in Hyssop (*Hyssopus officinalis* L.) by hydropriming method. *Research Journal of Fisheries and Hydrobiology*, 6(4), 499–502. URL: <https://www.cabidigital-library.org/>.
18. Barzgar, A. B. (2006, August). The effects of some environmental stresses on the stimulation of germination of hyssop (*Hyssopus officinalis*). In *XXVII International Horticultural Congress-IHC2006: International Symposium on Seed Enhancement and Seedling Production*, 771 (pp. 51–54). DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2008.771.6>.
19. Shadkam, B., Gharineh, M. H., Lotfi Jalalabadi, A., & Mousavi, S. A. (2023). Investigating the effects of nano and micro iron chelate to alleviate salinity stress damages at hyssop (*Hyssopus officinalis*) germination and seedling stages. *Iranian Journal of Seed Research*, 10(1), 125–144. DOI: <https://doi.org/10.61186/yujis.10.1.125>.
20. Yadav, R. S., Mandal, D., & Shukla, A. C. (2018). Fungal diseases of medicinal and aromatic plants and their biological management. In *Sustainable Horticulture*, 2 (pp. 291–312). Apple Academic Press. URL: <https://www.taylorfrancis.com/>.
21. David, B. V., Chandrasehar, G., & Selvam, P. N. (2018). *Pseudomonas fluorescens*: a plant-growth-promoting rhizobacterium (PGPR) with potential role in biocontrol of pests of crops. In *Crop improve-*

- ment through microbial biotechnology* (pp. 221–243). DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63987-5.00010-4>.
22. Fazeli-Nasab, B., Sayyed, R. Z., Piri, R., & Rahmani, A. F. (2021). Biopriming and nanoprimering: green revolution wings to increase plant yield, growth, and development under stress condition and forward dimensions. In *Antioxidants in plant-microbe interaction* (pp. 623–655). DOI: [https://doi.org/10.1007/978-981-16-1350-0\\_29](https://doi.org/10.1007/978-981-16-1350-0_29).
  23. Гаврилюк, М. М. (2004). *Основи сучасного насінництва*. Київ: ННЦ ІАЕ.
  24. Каленська, С. М., Новицька, Н. В., Жемойда, В. Л., Качура, Є. В., Макрушин, М. М., Полішук, І. С., ... Остренко, М. В. (2013). *Насіннєзнавство та методи вивчення якості насіння сільськогосподарських культур: підруч.* Вінниця: ТОВ «Нілан ЛТД».
  25. Макрушин, М. М., & Макрушина, Є. М. (2011). *Насінництво: підруч.* Сімферополь: ВД «Аріал».
  26. ДСТУ 3657-97. Насіння ефіроолійних культур: Метод визначення схожості. (1997). [Чинний від 1999-07-01]. Київ: Держстандарт України.
  27. ДСТУ 7160:2020. Насіння овочевих, баштанних, кормових і пряно-ароматичних культур. Сортові та посівні якості. Технічні умови. (2020). [Чинний від 2021-09-01]. Київ: Держстандарт України.
  28. ДСТУ 4138-2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. (2002). [Чинний від 2004-01-01]. Київ: Держстандарт України.

Дата першого надходження рукопису до редакції: 29.12.2025  
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 21.01.2026  
Дата публікації: 27.02.2026

---