

## ЕФЕКТИВНІСТЬ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ МІКОРИЗНИМ ПРЕПАРАТОМ ТА ОРГАНІЧНЕ ВИРОЩУВАННЯ КВАСОЛІ В УМОВАХ ВІДКРИТОГО ҐРУНТУ ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО

**І. М. ДІДУР**, доктор сільськогосподарських наук

**Є. В. ГУК**, здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти  
(доктор філософії)

Вінницький національний аграрний університет

*У статті проведено оцінку передпосівної обробки насіння квасолі та бактерійних препаратів на продуктивність та якість врожаю квасолі в умовах Лісостепу правобережного. Дослідження закладались у 2023–2025 роках за використання ранньостиглого сорту квасолі Галактика та середньостиглого сорту Славія. Насіння сортів висівали у першій-другій декаді травня і обробляли окремо мікоризним препаратом Мікофренд дозою 1,5 кг/т, а в період вегетації рослини оброблялось двічі Азотохелпом 0,3 л/га або Органік баланс 0,5 л/га. Контрольним варіантом слугувало насіння і рослини які не оброблялись мікоризним препаратом та біопрепаратами під час вегетації. Мікоризація та біопрепарати Азотохелп чи Органік баланс викликають позитивні зміни у рослини квасолі.*

**Ключові слова:** сорт, мікориза, біопрепарат, висота, боби, насіння, маса, урожайність, протеїн, суха речовина.

**Вступ.** Мікориза надзвичайно поширений симбіоз, що охоплює понад 250 000 видів рослин і близько 50 000 видів грибів, для багатьох рослин ці відносини є обов'язковими [1, 2]. Важливість цього партнерства є беззаперечною як для виживання окремих рослин і функціонування цілих біогеоценозів, формування наземної рослинності в еволюції [3]. За останні десятиліття спостерігається науковий інтерес до мікоризи у напрямку «повернення до природи». Замість штучних лабораторних умов, дослідники все частіше вивчають ці симбіози безпосередньо в природних екосистемах, намагаючись врахувати всі можливі чинники впливу. Лідером цього підходу у світі є англійський вчений Девід Джон Рід, який опублікував безліч робіт про те, як мікориза допомагає розвиватись рослинам [4].

Коли сприятливі умови, рослини та певні мікроорганізми об'єднуються у взаємовигідне партнерство, яке називають симбіозом. Існує кілька видів такого співробітництва, найвідоміші з яких, це зв'язок між мікоризними грибами і рослинами, а також між бактеріями чи актиноміцетами і рослинами. Мікориза є найпоширенішим типом симбіозу серед рослин. Це тісний фізичний зв'язок між кореневою системою рослини та грибноцею [5].

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Сьогодні вивчення мікоризних симбіозів включає безліч різноманітних напрямів, головні з яких: систематика та

біорізноманіття, або ж встановлення поточного мікоризного статусу рослин, ідентифікація біорізноманіття грибів-партнерів (мікобіонтів) та уточнення їхньої ролі в житті рослин, оцінка специфічності симбіозів та їхнього географічного поширення. Детальне вивчення ролі мікоризи в харчуванні рослин, включаючи функції мікобіонтів та асоційованих мікроорганізмів у перетворенні складних органічних і мінеральних сполук ґрунту на доступні для рослин форми. Одночасно, аналіз взаємодій мікоризи із іншими ґрунтовими мікроорганізмами, визначення як позитивного, так і негативного впливу цих взаємин на встановлення та функціонування симбіозу є досить актуальними [6].

За вивчення дії мікоризи можна встановити виявлення структури мікоризних спільнот та міцеліальних мереж, функціональних зв'язків усередині цих мереж, а також оцінити динаміку мікоризних спільнот у контексті глобальних кліматичних змін та під впливом антропогенного навантаження і вивчення філогенії мікобіонтів, еволюції мікоризи, виявлення на генетичному рівні ознак, які визначають мікоризний спосіб життя [7].

Найдоступнішим методом встановлення наявності мікоризи залишається мікроскопія характерних внутрішньо-тканинних структур. Сучасні дані підтверджують надзвичайно широке поширення мікоризних симбіозів (понад 90 % судинних рослин є мікоризними). Вони вказують на походження арбускулярної мікоризи та багаторазове незалежне виникнення ектомікоризи та мікогетеротрофних асоціацій в ході еволюції [8].

Захисні функції мікоризи є другим за обсягом досліджень напрямком. Розвиток технологій, що дозволяють відстежувати експресію генів та виявляти захисні молекули *in situ*, допоможуть встановити механізми захисту, а саме: пряму конкуренцію або інгібування патогенів; вплив на ріст, живлення та морфологію кореневої системи рослини; активацію власних захисних систем рослини та індукцію системної стійкості; відбір мікробіоти в мікоризосфері, антагоністичної щодо патогенів [9].

Традиційно виділяють три основні морфологічні типи мікоризи: ектотрофну (зовнішню), ендотрофну (внутрішню) та екто-ендотрофну (змішану). Ектотрофна мікориза спостерігається тоді, коли гіфи гриба обплітають корінь рослини зовні, формуючи щільний чохол (мантію) і, проникають у простір між клітинами кори, проте не інвазують самі клітини. Ендотрофна мікориза – грибні гіфи проникають всередину клітин корової паренхіми, утворюючи специфічні структури, клубочки. Екто-ендотрофна мікориза поєднує ознаки обох типів, із частковим проникненням гіф у клітини кори. Однак у сучасній мікологічній літературі класифікація є більш детальною і включає сім основних типів: арбускулярну, ектомікоризу, ерикоїдну, орхідеїдну, арбутоїдну, монотропоїдну та ектендомікоризу [1, 4, 5]. Більшість досліджень зосереджено на двох найбільш поширених та економічно важливих типах: арбускулярній мікоризі та ектомікоризі [6].

Арбускулярна мікориза формується більшістю трав'яних рослин із грибами відділу *Glomeromycota*. Для цих грибів симбіоз є обов'язковою стадією розвитку. Така мікориза підвищує адаптацію рослин до несприятливих умов і ефективність засвоєння мінеральних речовин, зокрема фосфору. Ектомікориза

характерна переважно для багатьох дерев, чагарників і деяких трав'яних рослин помірних широт. Її утворюють переважно гриби відділу *Basidiomycota* [7].

Арбускулярна мікориза найпоширеніший тип партнерства між грибами та рослинами, яка охоплює велику кількість видів по всій планеті [8]. Ці гриби відіграють ключову роль у тому, як рослини взаємодіють з екосистемою. Така мікориза була відкрита наприкінці XIX століття. Швидко з'ясувалося, що вони присутні майже у всіх рослинних відділах по всьому світу. Проте їхні функції залишалися загадкою аж до середини минулого століття. Однак деякі родини, як *Chenopodiaceae*, *Brassicaceae*, *Caryophyllaceae*, *Polygonaceae*, *Juncaceae*, *Proteaceae* зазвичай уникають цього симбіозу.

Більшість експериментів з арбускулярною мікоризою проводять на трав'янистих рослинах, що дозволяє легко контролювати умови вирощування. Проте науковці також почали вивчали дану мікоризу на багатьох плодкових та цінних деревних породах (цитрусові, яблуні, кава, тополі тощо). Використання живцювання допомагає в отриманні ідентичних з генетичної точки зору дерев, що робить дослідження більш точними, незважаючи на тривалий час росту. Вивчення цитрусових демонструє, як розуміння симбіозу може допомогти підвищити врожайність комерційно важливих культур [2].

Гіфи або сформований міцелій у ґрунті можуть ініціювати колонізацію кореневої системи рослини. Міцеліальні мережі здатні виживати в посушливих і холодних умовах, що має суттєве значення для колонізації на початку вегетаційного сезону. Мікоризація позитивно впливає на рослину завдяки низці механізмів, а саме: збільшення площі контакту (площа зіткнення кореневої системи з ґрунтом зростає у 10–50 разів); оптимізація живлення сприяє в дозованому живленні рослин мінеральними елементами; використання БАР, що продукуються грибом; мікробні взаємодії покращують сприйняття інших симбіотичних мікроорганізмів у ґрунті; здійснюється утилізація корневих ексудатів та покращується виділення біологічно активних відходів; забезпечується захист кореневої системи від захворювань (фітофтора, фузаріоз) та стимулюється синтез власних захисних речовин рослини.

Окрім прямого впливу на корінь, мікоризація покращує розвиток рослини загалом: збільшується концентрація фітогормонів, що активізує ріст; утворення більшої кількості квіток та зав'язей сприяє зростанню врожайності; рослини легше переносять несприятливі природні умови (посуху, заморозки, рясні опади); коренева система стає стійкою до ґрунтових патогенів; створюються мікоризні спільноти з бульбочковими бактеріями та іншими мікроорганізмами; придушуються конкуруючі рослини, які не беруть участі в мікоризному партнерстві [10].

Мікоризне партнерство позитивно впливає на якість ґрунту, що проявляється у покращенні аерації та вологоємності, накопиченні глікопротеїну, збереженню вуглецю (мікоризальні гриби сприяють довгостроковому зберіганню вуглецю в ґрунті шляхом зміни якості та кількості органічної речовини) [7, 8].

Біологічні засоби захисту рослин являють собою інноваційну категорію препаратів, призначених для контролю чисельності шкідливих організмів

(фітофагів та фітопатогенів), ключовою основою яких є агенти біологічного генезису (живі мікроорганізми та їхні метаболіти). Фундаментальна екологічна диференціація мікробіологічних препаратів від синтетичних аналогів полягає в їхньому комплексному впливі на агроєкосистему. Застосування їх не тільки забезпечує протекцію культури, але й супроводжується збільшенням об'єму біотичного середовища та стабілізацією біоценотичних взаємозв'язків в агроценозах, а також зняттям абіотичного стресу рослин та індукцією ростових процесів через синтез специфічних біологічно активних речовин [4, 11].

Інтеграція біопрепаратів у системи захисту рослин активує механізми екологічно безпечного контролю шкідливих організмів. У синергії з ентомофагами, що виконують функцію сезонних біорегуляторів, біопрепарати можуть стати повноцінною імплементацією хімічного захисту, гарантуючи збереження врожаю з мінімізацією економічних витрат та відсутністю негативних екологічних наслідків. Застосування цих засобів не вимагає значних енергетичних і фінансових інвестицій, не призводить до забруднення навколишнього середовища та сільськогосподарської продукції, підтримуючи екологічну рівновагу. За цільовим функціоналом біологічні препарати класифікуються на групи, які виконують наступні ключові функції: захист рослин від широкого спектру біотичних стресорів, включаючи фітопатогени, фітофаги та мишоподібних гризунів; покращення режиму мінерального живлення (азотного, фосфорного, калійного) та підвищення показників врожайності культури; стимуляція онтогенезу рослин за рахунок вмісту фітогормонів та інших біологічно-активних сполук; підвищення системної стійкості рослин до шкідливих організмів [5].

У агротехнологіях ключова роль відводиться впровадженню вискоєфективних біологічних препаратів, які не чинять негативного антропогенного впливу на довкілля, сприяють оздоровленню екосистем та одночасно оптимізують показники врожайності, редукуючи собівартість кінцевої продукції [4]. Нині спостерігається значне поширення в сільськогосподарському виробництві застосування різноманітних мікробних препаратів, спрямованих на оптимізацію мінерального живлення культивованих рослин. Зокрема, біопрепарати, що містять азотфіксуючі бактерії та застосовуються для культивування бобових, злакових та овочевих культур, забезпечують фіксацію атмосферного азоту в обсягах, еквівалентних внесенню 20–50 кг/га діючої речовини мінеральних азотних добрив [10, 11].

Мікробні препарати на основі фосформобілізуючих бактерій каталізують трансформацію важкорозчинних фосфатів ґрунтового комплексу в легкодоступні для рослин форму. Здатність до перетворення фосфоровмісних сполук, як мінерального, так і органічного походження, з подальшим вивільненням рухомих форм фосфору, є характерною властивістю більшості ґрунтових мікроорганізмів, зокрема актиноміцетів, спороутворюючих бактерій, а також представників неспороносних бактерій родів *Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Corinebacterium*, *Alcaligenes* [9]. Внесення асоціацій корисних мікроорганізмів сприяє підвищенню адаптивного потенціалу (стійкості) рослини до несприятливих кліматичних факторів, зниженню рівня патогенної мікрофлори.

Для широкого спектра сільськогосподарських культур розроблено специфічні біомікробні препарати [3]. Виробництво органічної продукції вимагає використання специфічних знань та адекватних технологічних рішень для їхньої практичної реалізації. Мікробні препарати створені для переважної більшості агрокультур, при цьому максимальна ефективність їхнього застосування досягається шляхом обробки насінневого матеріалу перед посівом та впродовж вегетаційного періоду рослин [1].

**Метою дослідження** було визначення впливу мікоризації насіння квасолі та застосування біопрепаратів на її продуктивність і якість врожаю в умовах Лісостепу правобережного.

**Методика дослідження.** В умовах відкритого ґрунту Вінницького національного аграрного університету дослідження закладались у 2023–2025 роках за використання ранньостиглого сорту квасолі Галактика та середньостиглого сорту Славія. Насіння сортів висівали у першій-другій декаді травня і обробляли окремо мікоризним препаратом Мікофренд дозою 1,5 кг/т, а в період вегетації рослини оброблялись двічі Азотохелпом 0,3 л/га або Органік баланс 0,5 л/га. Сівба виконувалась широкорядним способом з міжряддям 45 см, на 1 м<sup>2</sup> розміщували 22 рослини. Контрольним варіантом слугувало насіння і рослини які не оброблялись мікоризним препаратом та біопрепаратами під час вегетації. Ефективність застосування мікоризації та біопрепаратів оцінювали за такими параметрами, як висота прикріплення нижніх бобів, кількість бобів на рослині, кількість насінин у бобі, маса бульбочок на рослинах, загальна врожайність та якість продукції. Дослідження закладено рендомезовано в триразовій повторності на чорноземі опідзоленому важкосуглинковому з гумусовим горизонтом товщиною 40–45 см. Погодні умови були сприятливими у період проведення досліджень для вирощування квасолі. Спостереження за посівами проводилися відповідно до стандартної методики польових дослідів [12]. Отримані дані оброблялися методом дисперсійного аналізу за допомогою спеціального програмного забезпечення на персональному комп'ютері.

**Результати досліджень.** Для встановлення ефективності елементів технології на продуктивність квасолі овочевої, особлива увага в досліді, зверталась на показники біометрії рослини. Оскільки, у досліді використано сорти квасолі, які належать до різних груп стиглості, тому отримані дані різнилися за величиною. Відомо, що висота прикріплення нижніх бобів є однією з важливих ознак, яка визначає технологічність сорту і подальшу придатність його до механізованого збирання. У цілому, даний показник коливався від 14,7 до 16,0 см по сорту Галактика та від 13,2 до 14,8 см по сорту Славія. Отримані величини вказують на те, що сорт Славія належить до ранньостиглих сортів квасолі з більш нижчим кріпленням нижнього боба, а сорт Галактика до середньостиглих сортів.

Одночасно, мікоризація та досліджувані біопрепарати викликають позитивні зміни у сортів квасолі, що впливає на показник прикріплення нижніх бобів. Так, у варіанті, де застосовано Мікофренд окремо, а також із застосуванням Азотохелпу чи Органік баланс, досліджуваний показник перевищував показник рослин контрольного варіанту.

Однак, за сумісного застосування Мікофренд і препаратів Азотохелп та Органік баланс двічі за період вегетації висота прикріплення нижніх бобів значно перевищувала величину контрольного варіанту. Очевидно, комплекс агрономічно цінних мікроорганізмів, а саме мікоризоутворюючий гриб *Glomus sp.*, бактерії *Trichoderma harzianum*, *Pseudomonas fluorescens*, *Streptomyces sp.*, фосфатмобілізує та каліймобілізує бактерії і бактерії з фунгіцидними та бактерицидними властивостями *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium var. phosphaticum*, *Bacillus muciloginosus*, *Enterobacter sp.* збільшують площу поглинання кореневою системою елементів живлення і вологи за рахунок розвитку мікоризи, забезпечується утримання вологи в кореневій зоні рослини, а рослину вітамінами, фітогормонами, амінокислотами, що в подальшому значно покращує біометричні показники квасолі.

Одночасно, азотфіксуючої бактерії *Azotobacter chroococcum*, що складають основу Азотохелпу та біологічно активні продукти їх життєдіяльності, а саме амінокислоти, вітаміни, фітогормони, фунгіцидні речовини підвищують експресію генів квасолі, що забезпечують стресостійкість рослин за несприятливих кліматичних умов та покращує розвиток рослини і засвоєння поживних речовин (табл. 1).

**Табл. 1. Продуктивність рослин квасолі залежно від мікоризації та біопрепарату в 2023-2025 рр.**

Сорт	Препарат	Висота прикріплення нижніх бобів, см	Кількість бобів на рослині, шт	Кількість насінин у бобі, шт	Маса 1000 насінин, г
Галактика	Контроль	14,7 ± 0,2	7,3 ± 0,1	7,6 ± 0,2	257 ± 0,1
	Мікофренд	14,9 ± 0,1	7,4 ± 0,2	7,7 ± 0,3	262 ± 0,2
	Мікофренд + Азотохелп	15,2 ± 0,2	7,3 ± 0,3	7,8 ± 0,4	267 ± 0,3
	Мікофренд + Органік баланс	15,8 ± 0,3	7,5 ± 0,3	7,7 ± 0,5	270 ± 0,1
	Мікофренд + Азотохелп + Органік баланс	16,0 ± 0,1	7,5 ± 0,1	7,9 ± 0,1	274 ± 0,1
Славія	Контроль	13,2 ± 0,2	7,2 ± 0,1	7,1 ± 0,1	292 ± 0,2
	Мікофренд	13,7 ± 0,3	7,2 ± 0,2	7,3 ± 0,2	299 ± 0,3
	Мікофренд + Азотохелп	14,5 ± 0,4	7,3 ± 0,3	7,4 ± 0,3	301 ± 0,4
	Мікофренд + Органік баланс	14,6 ± 0,2	7,3 ± 0,1	7,5 ± 0,2	312 ± 0,2
	Мікофренд + Азотохелп + Органік баланс	14,8 ± 0,1	7,3 ± 0,2	7,6 ± 0,1	324 ± 0,1

Важливим показником біометрії рослини вважають кількість бобів на рослині та кількість насінин у бобі. В цілому, кількість бобів вважають ознакою, яка визначає рівень зернової продуктивності квасолі, а кількість насінин безпосередньо впливає на загальну врожайність рослини. У цілому, досліджувані сорти квасолі Галактика та Славія характеризувались майже однаковою кількістю бобів на рослині та кількістю насінин у бобі. Однак мікоризний препарат Мікофренд з мікоризоутворюючим грибом *Glomus* забезпечує позитивну тенденцію щодо збільшення досліджуваних показників. У варіантах, де застосовували поєднання Мікофренду з Азотохелпом чи Органік баланс або ж бакову суміш вказаних біопрепаратів кількість бобів на рослині та кількість насінин у бобі малу вище значення відносно показника контрольного варіанту.

Насіння у досліді було типовим, виповненим і відповідало сортовим особливостям, однак маса 1000 насінин квасолі по сорту Галактика (266 г) поступалась величиною сорту квасолі Славія (306 г). Маса 1000 насінин квасолі досить вдало характеризує позитивний вплив мікоризації квасолі з одночасним застосуванням біопрепаратів, оскільки кількісне вираження даної ознаки є основою структури врожаю. У результаті застосування мікоризації квасолі маса насіння становила 262 г по сорту Галактика і по сорту Славія 299 г або ж збільшувалась на 2 % відповідно. У варіантах, де разом із мікоризним препаратом Мікофренд застосовували Азотохелп чи Органік баланс, по досліджуваних сортах квасолі, маса насіння перевищувала значення контрольного варіанту на 3–7 %.

У результаті мікоризації насіння квасолі та застосуванні бакової суміші Азотохелпу і Органік баланс маса насіння становила по сорту Галактика 274 г, а по сорту Славія – 324 г, що перевищувало величину контролю на 17 г і 32 г відповідно. Таке збільшення маси сприяло у позитивній дії комплексу мікроорганізмів, які становлять основу препаратів, а саме мікоризоутворюючі гриби *Glomus sp.* та бактерії *Trichoderma harzianum*, *Pseudomonas fluorescens*, *Streptomyces sp.*, фосфатмобілізуючі та каліймобілізуючі бактерії і бактерії з фунгіцидними та бактерицидними властивостями *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium var. phosphaticum*, *Bacillus muciloginosus*, *Enterobacter sp.* Вказані мікроорганізми сприяли кращому засвоєнню поживних елементів з ґрунту та вітамінів, фітогормонів і амінокислот, а відповідно це забезпечило накопиченню більшої кількості сухої речовини в насініні і збільшенні її маси.

Оптимальний процес проходження фотосинтезу, накопичення важливих біохімічних показників впливає позитивно і на загальну врожайність рослини. На основі отриманих даних, встановлено, що мікоризація та застосування біопрепаратів істотно впливають за досліджуваній показник. За період ведення досліджень показник врожайності був досить високий та коливався від 10,8 до 13,7 т/га, що є досить задовільною величиною. Під час проведення аналізу врожайності, її значення по рокам не було сталим показником. Більш низькою врожайністю характеризувався 2023 рік вирощування, що підтверджується нестабільним випаданням опадів в період вегетації рослини. За вирощування квасолі у 2024–2025 рр. врожайність рослини підвищувалась, незалежно від сортових особливостей квасолі.

У результаті проведеної мікоризації, в середньому за роки ведення

досліджень, загальна врожайність квасолі збільшилась на 2–3 % і становила відповідно по сорту Славія 11,0 т/га, а по сорту Галактика – 11,6 т/га. Застосування мікоризного препарату сприяло в тому, що мікоризний гриб *Glomus sp.* та фосфатмобілізуючі та каліймобілізуючі бактерії збільшують площу поглинання кореневою системою елементів живлення і вологи за рахунок розвитку мікоризи, а бактерії *Trichoderma harzianum*, *Pseudomonas fluorescens*, *Streptomyces sp.*, і бактерії з фунгіцидними та бактерицидними властивостями *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium var. phosphaticum*, *Bacillus muciloginosus*, *Enterobacter sp.* підвищують стійкість рослини до шкочочинних обектів, що сприяє у збільшенні врожайності.

Одночасно, застосування мікоризного препарату Мікофренд і обробка рослини двічі в період вегетації Азотохелпом чи Органік баланс сприяє у підвищенні загальної врожайності по сорту Галактика на 0,3–0,5 т/га, а по сорту Славія на 0,6–0,8 т/га. У зазначених варіантах, в умовах відкритого ґрунту, врожайність квасолі може підвищуватись до 11,8 та 11,3 т/га. Проте, застосування мікоризації насіння та бакової суміші Азотохелп і Органік баланс, врожайність квасолі може збільшуватись до 12,6 т/га по сорту Галактика і 11,6 т/га по сорту Славія. Позитивна дія мікроорганізмів, що становлять основу біопрепаратів, забезпечує оптимальне забезпечення рослини вологою, поживними речовинами і захищає її від корневих гнилей та істотно сприяє у збільшенні врожайності на 7-8 % відповідно (табл. 2).

**Табл. 2. Урожайність квасолі залежно від елементів технології, т/га**

Сорт (фактор А)	Препарат (фактор В)	Урожайність квасолі, т/га			Середнє	Відхилення від контролю		Коефіцієнт стабільності Левіса
		2023 р.	2024 р.	2025 р.		±	%	
Галактика	Контроль	11,9	12,9	12,2	11,9	–	–	1,1
	Мікофренд	11,6	13,6	12,9	11,6	0,4	3	1,2
	Мікофренд + Азотохелп	11,3	13,7	12,7	11,3	0,3	2	1,2
	Мікофренд + Органік баланс	11,8	13,4	13,2	11,8	0,5	4	1,1
	Мікофренд + Азотохелп + Органік баланс	12,6	13,7	13,3	12,6	0,9	7	1,1
Славія	Контроль	10,8	11,9	11,6	10,8	–	–	1,1
	Мікофренд	11,0	12,1	11,7	11,0	0,2	2	1,1
	Мікофренд + Азотохелп	11,3	12,8	12,0	11,3	0,6	5	1,1
	Мікофренд + Органік баланс	11,0	13,1	12,5	11,0	0,8	7	1,2
	Мікофренд + Азотохелп + Органік баланс	11,6	12,6	12,7	11,6	0,9	8	1,1
<i>НІР<sub>05</sub> (А)</i>		<i>0,1</i>	<i>0,1</i>	<i>0,1</i>	–			
<i>НІР<sub>05</sub> (В)</i>		<i>0,2</i>	<i>0,3</i>	<i>0,2</i>				
<i>НІР<sub>05</sub> (АВ)</i>		<i>0,4</i>	<i>0,4</i>	<i>0,5</i>				

Отримані величини коефіцієнта Левіса визначають те, що мікоризація, як окремо, так і в поєднанні з біопрепаратами під час вегетації рослини квасолі забезпечують стабільну врожайність рослини. Незалежно від мікоризації чи способу застосування біопрепаратів значення коефіцієнту Левіса становило 1,1–1,2.

Якісні показники квасолі визначають її конкурентоспроможність серед представників родини Бобових. Із збільшенням величин біохімічного складу збільшується попит продукції на споживчому ринку. У дослідженнях уміст основних показників залежав як від сортових властивостей квасолі, а також від мікоризації та застосованих біопрепаратів. Дослідженнями встановлено, що якісні показники квасолі сорту Галактика були дещо вищими відносно сорту Славія, що обґрунтовується належністю сортів до різних груп стиглості та тривалості вегетаційного періоду. Сорт квасолі Галактика відноситься до ранньостиглої групи де, фізіологічні процеси відбуваються більш інтенсивніше за дещо кращих кліматичних умов та відповідного забезпечення рослини поживними речовинами, тому і більше накопичується сухої речовини, а досліджуваний показник знаходився в межах 88,18–88,32 % (табл. 3).

**Табл. 3. Якісні показники квасолі від мікоризації та біопрепарату, (середнє 2023-2025 рр.)**

Сорт	Препарат	Суша речовина, %	Сирий протеїн, %	Вміст жиру, %	Вміст N, г/кг на суху речовину	Вміст P г/кг на суху речовину	Вміст золи, %
Галактика	Контроль	88,18±0,05	24,75±0,03	1,38±0,01	44,91±0,01	6,80±0,03	4,14±0,04
	Мікофренд	88,20±0,08	24,79±0,02	1,41±0,01	44,91±0,02	6,80±0,01	4,14±0,02
	Мікофренд + Азотохелп	88,21±0,06	24,73±0,04	1,39±0,02	44,92±0,01	6,82±0,02	4,14±0,02
	Мікофренд + Органік баланс	88,25±0,09	24,77±0,01	1,42±0,01	44,94±0,03	6,83±0,02	4,15±0,01
	Мікофренд + Азотохелп + Органік баланс	88,32±0,12	24,80±0,04	1,42±0,01	44,96±0,01	6,84±0,01	4,17±0,01
Славія	Контроль	88,06±0,03	18,56±0,02	1,15±0,01	33,73±0,01	6,41±0,03	3,89±0,03
	Мікофренд	88,09±0,02	18,67±0,01	1,20±0,02	33,73±0,02	6,41±0,02	3,89±0,03
	Мікофренд + Азотохелп	88,12±0,09	18,74±0,02	1,23±0,01	33,74±0,03	6,42±0,01	3,91±0,02
	Мікофренд + Органік баланс	88,15±0,12	19,23±0,03	1,32±0,02	33,75±0,01	6,44±0,03	3,92±0,02
	Мікофренд + Азотохелп + Органік баланс	88,22±0,13	19,33±0,06	1,40±0,02	33,76±0,02	6,45±0,01	3,94±0,01

На основі отриманих даних мікоризація сприяє у збільшенні як сухої речовини, так і вмісту протеїну по обох сортах квасолі. У вказаних варіантах показники сухої речовини підвищувались по сорту Галактика до 88,20 та 24,79 % та по сорту Славія 88,09 і 18,67 % відповідно. Проте, застосування мікоризації та біопрепаратів Азотохелп чи Органік баланс призводить до збільшення вмісту сухої речовини чи протеїну на 1–4 % лише по сорту Славія. Також, за використання мікоризації та бакової суміші біопрепаратів під час вирощування сорту Славія уміст протеїну теж може збільшуватись на 4 % і становити 19,33 %.

Джерело енергії та компонент збалансованого харчування, що підтримує структурну цілісність клітини, гормональний баланс та загальне здоров'я людини належить рослинному жиру. Тому їх уміст є важливим показником для квасолі. Значення жиру збільшується як від застосування окремо мікоризації так і за використання біопрепаратів Азотохелп чи Органік баланс, проте максимального значення досягається за використання мікоризації та бакової суміші біопрепаратів по сортах Галактика і Славія. У вказаних варіантах уміст жиру підвищується від 1,40 % по сорту Славія до 1,42 % по сорту Галактика, або ж на 22 %. Уміст N і P також залежав від сортових особливостей та елементів технології. Застосування мікоризації та біопрепаратів сприяє у збільшенні азоту та фосфору, однак максимальну величину отримано за використання мікоризації та бакової суміші. У вказаному варіанті досліджуване значення становило 44,96 та 6,84 г/кг сухої речовини по сорту Галактика і 33,76 та 6,45 г/кг сухої речовини по сорту Славія. Аналогічну тенденцію позитивного впливу мікоризації та біопрепаратів і застосування бакової суміші отримано і за визначення золи.

**Висновки.** Висота прикріплення нижніх бобів є важливою ознакою технологічності сорту і може коливатись від 14,7 до 16,0 см по сорту Галактика та від 13,2 до 14,8 см по сорту Славія. Мікоризація та досліджувані біопрепарати Азотохелп чи Органік баланс викликають позитивні зміни у рослини квасолі, що впливає на висоту прикріплення нижніх бобів на рослині. За сумісного застосування Мікофренду і бакової суміші препаратів висота прикріплення нижніх бобів збільшується, а також збільшується кількість бобів на рослині та кількість насінин у бобі. Маса 1000 насінин квасолі по сорту Галактика становить 266 г, що поступається величиною сорту квасолі Славія (306 г). Мікоризація квасолі сприяє у збільшенні маси насіння на 2 %, а від мікоризації та Азотохелпу чи Органік баланс маса насіння збільшується на 3–7 %. Маса насіння за мікоризації квасолі та застосування бакової суміші Азотохелпу і Органік баланс може становити по сорту Галактика 274 г, а по сорту Славія 324 г, або ж збільшуватись на 17 г і 32 г відповідно.

Мікоризація та біопрепарати забезпечують стабільну врожайність квасолі, що становить у сорту Славія 11,0 т/га, у сорту Галактика – 11,6 т/га. Застосування мікоризного препарату Мікофренд і обробка рослини двічі в період вегетації Азотохелпом чи Органік баланс забезпечує збільшення врожайності сорту Галактика на 0,3–0,5 т/га, сорту Славія на 0,6–0,8 т/га. Проте, мікоризація насіння і бакова суміш Азотохелпу та Органік баланс підвищує врожайність квасолі на 7–8 % до 12,6 т/га у сорту Галактика і до 11,6 т/га у сорту Славія, а значення коефіцієнту Левіса може становити 1,1–1,2.

Мікоризація сприяє у збільшенні сухої речовини та вмісту протеїну по сорту Галактика до 88,20 та 24,79 % та по сорту Славія 88,09 і 18,67 % відповідно. Проте, мікоризація та біопрепарати Азотохелп чи Органік баланс призводить до збільшення вмісту сухої речовини чи протеїну тільки на 1–4 % лише по сорту Славія, а мікоризація і бакова суміш біопрепаратів під час вирощування сорту Славія збільшує уміст протеїну до 19,33 %, збільшує значення жиру від 1,40 % по сорту Славія до 1,42 % по сорту Галактика, або ж на 22 %. Максимальну величину азоту та фосфору можна отримано за використання мікоризації та бакової суміші біопрепаратів Азотохелпу і Органік баланс до 44,96 та 6,84 г/кг сухої речовини по сорту Галактика і 33,76 та 6,45 г/кг сухої речовини по сорту Славія. Аналогічна тенденція позитивного впливу мікоризації та бакової суміші біопрепаратів встановлена за визначення золи.

### Література:

1. Vdovenko S. A., Pansyryeva G. V., Palamarchuk I. I., Lytvyniuk H. V. Symbiotic potential of snap beans (*Phaseolus vulgaris* L.) depending on biological products in agrocoenosis of the Right-Bank Forest-steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology. Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. Vol. 8, № 3. P. 270–274.
2. Didur I., Vdovenko S., Tkachuk O., Palamarchuk I., Pansyryeva H., Chabaniuk Ya., Shkatula Yu., Zabarna T., Gucol G. Cultivation of tomatoes using mycorrhizal biological preparations. *Modern Phytomorphology*. 2024. Vol. 18. P. 133–138. DOI: 10.5281/zenodo.200121
3. Панцирева Г. В. Розробка біоорганічної технології вирощування сільськогосподарських культур за використання біодобрих, позакореневих підживлень та фізіологічно-активних речовин. *Аграрні інновації*. 2025. № 29. С. 101–106. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.17>
4. Monarkh V. V., Pansyryeva H. V. Stages of the Environmental Risk Assessment. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. Vol. 9, № 4. P. 484–492. DOI: 10.15421/2019\_779
5. Mazur V., Didur I., Tkachuk O., Pansyryeva H., Ovcharuk V. Agroecological stability of cultivars of sparsely distributed legumes in the context of climate change. *Scientific Horizons*. 2021. Vol. 24, № 1. P. 54–60. [https://doi.org/10.48077/scihor.24\(1\).2021.54-60](https://doi.org/10.48077/scihor.24(1).2021.54-60)
6. Mazur V., Tkachuk O., Pansyryeva H., Demchuk O. Quality of pea seeds and agroecological condition of soil when using structured water. *Scientific Horizons*. 2021. Vol. 24, № 7. P. 53–60. DOI: [https://10.0.187.205/scihor.24\(7\).2021.53-60](https://10.0.187.205/scihor.24(7).2021.53-60)
7. Petrychenko V., Lykhochvor V., Didur I., Pansyryeva H. Scientific aspects of organic soy production in Ukraine. *Chemistry-Didactics-Ecology-Metrology*. 2024. Vol. 29, Issue 1–2. P. 111–121. DOI: 10.2478/cdem-2024-0008
8. Pansyryeva H. Economic aspects of organic soy production in Ukraine. *Baltic Journal of Economic Studies*. 2024. Vol. 10, №5. P. 324–331. <https://doi.org/10.30525/2256-0742/2024-10-5-324-331>
9. Petrychenko V., Didur I., Pansyryeva H., Volynets Ye. Agroecological assessment of technologies for growing legumes. *Ecological Engineering &*

*Environmental Technology*. 2025. Vol. 26 (3). P. 393–403. <https://doi.org/10.12912/27197050/200442>

10. Didur I., Lutkovska S., Pansyryeva H. European prospects for the development of crop production technologies in Ukraine. *Baltic Journal of Economic Studies*. 2025. Vol. 11, Issue 3. P. 353–360. <https://doi.org/10.30525/2256-0742/2025-11-3-353-360>

11. Hospodarenko H., Liubych V., Oliinyk O., Polianetska I., Silifonov T. Influence of fertilization on the crop rotation productivity and the balance of essential nutrients in the soil. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín* 2022. Vol. 75(2). P. 9919–9928. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v75n2.98290>

12. Бондаренко Г. Л., Яковенко К. І. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві. 3 вид. Харків: Основа, 2001. 369 с.

### References:

1. Vdovenko, S. A., Pansyryeva, G. V., Palamarchuk, I. I., & Lytvyniuk, H. V. (2018). Symbiotic potential of snap beans (*Phaseolus vulgaris* L.) depending on biological products in agrocoenosis of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8(3), 270–274.

2. Didur, I., Vdovenko, S., Tkachuk, O., Palamarchuk, I., Pansyryeva, H., Chabaniuk, Ya., Shkatula, Yu., Zabarna, T., & Gucol, G. (2024). Cultivation of tomatoes using mycorrhizal biological preparations. *Modern Phytomorphology*, 18, 133–138. <https://doi.org/10.5281/zenodo.200121>.

3. Pansyryeva, H. V. (2025). Development of bio-organic technology for growing agricultural crops using biofertilizers, foliar fertilization, and physiologically active substances. *Agrarian Innovations*, 29, 101–106. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.17>. [in Ukrainian].

4. Monarkh, V. V., & Pansyryeva, H. V. (2019). Stages of the environmental risk assessment. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9(4), 484–492. [https://doi.org/10.15421/2019\\_779](https://doi.org/10.15421/2019_779).

5. Mazur, V., Didur, I., Tkachuk, O., Pansyryeva, H., & Ovcharuk, V. (2021). Agroecological stability of cultivars of sparsely distributed legumes in the context of climate change. *Scientific Horizons*, 24(1), 54–60. [https://doi.org/10.48077/scihor.24\(1\).2021.54-60](https://doi.org/10.48077/scihor.24(1).2021.54-60).

6. Mazur, V., Tkachuk, O., Pansyryeva, H., & Demchuk, O. (2021). Quality of pea seeds and agroecological condition of soil when using structured water. *Scientific Horizons*, 24(7), 53–60. [https://doi.org/10.48077/scihor.24\(7\).2021.53-60](https://doi.org/10.48077/scihor.24(7).2021.53-60).

7. Petrychenko, V., Lykhochvor, V., Didur, I., & Pansyryeva, H. (2024). Scientific aspects of organic soy production in Ukraine. *Chemistry-Didactics-Ecology-Metrology*, 29(1–2), 111–121. <https://doi.org/10.2478/cdem-2024-0008>.

8. Pansyryeva, H. (2024). Economic aspects of organic soy production in Ukraine. *Baltic Journal of Economic Studies*, 10(5), 324–331. <https://doi.org/10.30525/2256-0742/2024-10-5-324-331>.

9. Petrychenko, V., Didur, I., Pansyryeva, H., & Volynets, Ye. (2025). Agroecological assessment of technologies for growing legumes. *Ecological Engineering & Environmental Technology*, 26(3), 393–403. <https://doi.org/10.12912/27197050/200442>.

10. Didur, I., Lutkovska, S., & Pansyryeva, H. (2025). European prospects for the development of crop production technologies in Ukraine. *Baltic Journal of Economic Studies*, 11(3), 353–360. <https://doi.org/10.30525/2256-0742/2025-11-3-353-360>.

11. Hospodarenko, H., Liubych, V., Oliinyk, O., Polianetska, I., & Silifonov, T. (2022). Influence of fertilization on crop rotation productivity and the balance of essential nutrients in the soil. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 75(2), 9919–9928. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v75n2.98290>.
12. Bondarenko, H. L., & Yakovenko, K. I. (2001). *Methodology of experimental work in vegetable and melon growing* (3rd ed.). Kharkiv: Osnova. [in Ukrainian].

### **Annotation**

**Didur I. M., Guk E. V.**

***Effectiveness of pre-sowing seed treatment with mycorrhizal preparation and organic growing of bean in open soil conditions of the Right-Bank Forest-Step***

*The article evaluates the pre-sowing treatment of bean seeds and bacterial preparations on the productivity and quality of the bean crop in the conditions of the Right Bank Forest-Steppe. The studies were carried out in 2023–2025 using the early-ripening bean variety Galaktika and the mid-ripening variety Slaviya. The seeds of the varieties were sown in the first or second decade of May and treated separately with the mycorrhizal preparation Mycofriend at a dose of 1.5 kg/t, and during the growing season the plants were treated twice with Azotohelp 0.3 l/ha or Organic Balance 0.5 l/ha.*

*Mycorrhization and biological preparations Azotohelp or Organic Balance cause positive changes in the bean plant, which affects the attachment of the lower beans on the plant. With the combined use of Mycofriend and a tank mixture of drugs, the height of attachment of the lower beans increases, and the number of beans on the plant and the number of seeds in the bean also increases. The mass of 1000 beans of the Galaktika variety is 266 g, inferior to the size of the Slaviya bean variety (306 g). The mass of seeds with mycorrhization of beans and the use of a tank mixture of Azotohelp and Organic Balance can be 274 g for the Galaktika variety, and 324 g for the Slaviya variety, or increase by 17 g and 32 g, respectively. The studied elements of the technology provide a stable bean yield, where the indicator can increase by 2–3 % and be 11.0 t/ha for the Slaviya variety, and 11.6 t/ha for the Galaktika variety. The use of the mycorrhizal drug Mycofriend and the treatment of the plant twice during the growing season with Azotohelp or Organic Balance provides an increase in the yield of the Galaktika variety by 0.3–0.5 t/ha, and of the Slaviya variety by 0.6–0.8 t/ha.*

*The qualitative indicators of bean seeds determine its competitiveness. Mycorrhization contributes to an increase in the dry matter and protein content of the Galaktika variety to 88.20 and 24.79 % and of the Slaviya variety to 88.09 and 18.67 %, respectively. The use of mycorrhiza and biological preparations Azotohelp or Organic Balance leads to an increase in the dry matter or protein content by only 1–4% only for the Slavia variety, and mycorrhiza and a tank mixture of biological preparations during the cultivation of the Slavia variety increases the protein content by 4 % and amounts to 19.33 % and increases the maximum fat content from 1.40 % for the Slavia variety to 1.42 % for the Galaktika variety, or by 22 %. The maximum amount of nitrogen and phosphorus can be obtained using mycorrhiza and a tank mixture of biological preparations Azotohelp and Organic Balance to 44.96 and 6.84 g/kg of dry matter for the Galaktika variety and 33.76 and 6.45 g/kg of dry matter for the Slavia variety. A similar trend of the positive effect of mycorrhiza and a tank mixture of biological preparations was established for the determination of ash.*

**Key words:** *variety, mycorrhiza, biological product, height, beans, seeds, mass, yield, protein, dry matter.*