МОН УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(УНУ)

Факультет агрономії
Кафедра рослинництва

Допущено до захисту
„_____” _____ 2025 р.
Зав. Кафедри, к. с.-г. н, доцент
_____Віталій КРАВЧЕНКО

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ступеня вищої освіти магістр

ПРОДУКТИВНІСТЬ БОБІВ КІНСЬКИХ ЗА ІНОКУЛЯЦІЇ НАСІННЯ В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ

Виконав: студент ІІ курсу, групи 21м-з-а
Спеціальності 201 Агрономія
БЕНЬ Олег Ярославович

Керівники: **Вячеслав ЯЦЕНКО**, д.с.-г.н., ст. викладач

Умань – 2025

Зміст

ВСТУП 6

РОЗДІЛ 1. БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ, АЗОТФІКСУЮЧА ДІЯЛЬНІСТЬ, ВРОЖАЙНІСТЬ І ЯКІСТЬ НАСІННЯ КОРМОВИХ БОБІВ ЗАЛЕЖНО ВІД ЗАСТОСУВАННЯ БІОПРЕПАРАТІВ (огляд літератури) 9

1.1. Біологічні особливості і значення і розповсюдження бобу кормового. 9

1.1. Особливості симбіотичної азотфіксації обу кормового. 11

РОЗДІЛ 2 ХАРАКТЕРИСТИКА ДОСЛІДЖУВАНИХ СОРТІВ ТА МІКРОБІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ 14

РОЗДІЛ 3 УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ 16

3.1. Характеристика ґрунту дослідної ділянки 16

3.2. Погодні умови 16

3.3. Схема досліду 20

3.4. Технологічні особливості вирощування кормових бобів у досліді. 22

3.5. Методика проведених досліджень 24

РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ 27

4.1. Проходження фенологічних фаз росту і розвитку рослин сої овочевої залежно від сорту 27

4.2. Розвиток листкового апарату та біометричні показники рослин кормових бобів залежно від сорту та мікробіологічних препаратів 29

4.3. Структура врожаю кормових бобів та його якість залежно від сорту та мікробіологічних препаратів. 37

4.4. Розвиток нодуляційного апарату бобу кормового залежно від сорту та мікробіологічних препаратів. 42

РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ КОРМОВИХ БОБІВ БІОІНОКУЛЯНТАМИ ТА МІКОРИЗОУТВОРЮВАЧЕМ 47

РОЗДІЛ 6 ОРГАНІЗАЦІЯ УМОВ ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ПРИ ВИРОЩУВАННІ БОБІВ КОРМОВИХ 52

6.1. **ОРГАНІЗАЦІЯ УМОВ ОХОРОНИ ПРАЦІ** 52

6.2. Оцінка екологічної небезпеки та вимоги до вирощування кормових бобів 53

ВИСНОВКИ 54

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ 55

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ 56

ВСТУП

Актуальність теми. Однією з найважливіших проблем сучасного агропромислового комплексу є дефіцит кормового білка. Нині потреба тваринництва України в перетравному протеїні становить близько 5,5 млн т, тоді як фактичне виробництво не перевищує 3,6 млн т. Такий дисбаланс призводить до порушення структури годівлі, що зумовлює перевитрати кормів до 50 % і, відповідно, посилює нестачу фуражного зерна в державі.

Не менш актуальною є недостатня забезпеченість населення продуктами харчування з високим вмістом білка. За сучасними оцінками, добова нестача білка в раціоні людини сягає близько 35 %, що негативно позначається на продовольчій безпеці країни. У зв'язку з цим зернобобові культури, зокрема кормові боби, набувають особливого значення як джерело високоякісного рослинного білка для харчових і кормових цілей. На відміну від зернових культур, бобові мають високу протеїнову поживність і здатні істотно поліпшити баланс амінокислот у комбікормах.

З екологічного погляду, у Правобережному Лісостепу України вирощування кормових бобів є доцільним і перспективним напрямом. Проте на практиці ця культура ще не набула належного поширення серед товаровиробників. Кормові боби мають високу агроекологічну цінність, покращують структуру ґрунту, збагачують його атмосферним азотом (до 100 кг/га) і органічною речовиною, забезпечуючи надходження до 4 т/га соломи та близько 2 т/га повітряно-сухої маси коренів. Це дає змогу зменшити застосування мінеральних добрив, особливо азотних, і сприяє покращенню екологічного стану агроекосистем.

Одним із найефективніших напрямів розв'язання білкової проблеми є активізація біологічної фіксації атмосферного азоту. Оскільки рослини не здатні самостійно засвоювати азот із повітря, перспективним шляхом є використання азотфіксуючих мікроорганізмів, які вступають у симбіотичні зв'язки з бобовими культурами. Особливу роль у цьому процесі відіграють

ризобіальні бактерії та мікоризоутворюючі гриби, що мешкають у верхніх шарах ґрунту та забезпечують підвищення азотного живлення рослин.

Симбіотична азотфіксація — економічно вигідний і природоощадний спосіб постачання посівів азотом упродовж усього вегетаційного періоду. У цьому контексті важливим науковим завданням є визначення комплексу факторів, які зумовлюють максимальну активність цього процесу в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах, а також підбір ефективних біоінокулянтів і мікоризоутворюючих препаратів, що стимулюють симбіотичну діяльність, продуктивність і якість урожаю кормових бобів.

Мета та завдання дослідження

Метою роботи є наукове обґрунтування ефективності вирощування кормових бобів із застосуванням інокулянтів та мікоризоутворюючих препаратів у умовах Лісостепу України для активізації бобово-ризобіального симбіозу, підвищення врожайності та покращення якості насіння.

Для досягнення мети передбачалося:

- оцінити вплив біоінокулянтів і мікоризоутворюючих препаратів на ріст, розвиток і фотосинтетичну активність рослин;
- дослідити особливості формування та функціонування бобово-ризобіального симбіозу;
- встановити залежність між інтенсивністю азотфіксації, врожайністю та якістю насіння кормових бобів;
- здійснити економічну оцінку ефективності запропонованої технології.

Наукова новизна – вперше для умов Лісостепу України отримано експериментальні дані про комплексний вплив біоінокулянтів і мікоризоутворюючих препаратів на основні фізіолого-біохімічні процеси у кормових бобів, зокрема на симбіотичну активність, фотосинтетичну діяльність, формування врожаю та якість насіння. Встановлено закономірності

взаємодії препаратів та їхню роль у підвищенні ефективності азотного живлення й продуктивності посівів.

Особистий внесок здобувача. Автором самостійно виконано польові та лабораторні дослідження, проведено статистичну обробку отриманих даних, економічні розрахунки, а також аналіз і систематизацію літературних джерел за тематикою дослідження.

Апробація результатів. Основні положення та результати досліджень оприлюднені та обговорені на засіданнях студентського наукового гуртка кафедри рослинництва і під час наукових студентських конференцій (див. додаток Б).

Структура і обсяг роботи. Дипломна робота обсягом 64 сторінки машинописного тексту складається з усіх необхідних розділів, містить 2 додатки, 3 таблиці та 15 рисунків. Список використаних джерел налічує 55 найменувань.

РОЗДІЛ 1.
БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ, АЗОТФІКСУЮЧА ДІЯЛЬНІСТЬ, ВРОЖАЙНІСТЬ І ЯКІСТЬ НАСІННЯ КОРМОВИХ БОБІВ ЗАЛЕЖНО ВІД ЗАСТОСУВАННЯ БІОПРЕПАРАТІВ (огляд літератури)

1.2. Біологічні особливості і значення і розповсюдження бобу кормового.

Кормові боби (Faba vulgaris Moensh, Vicia faba L.) — однорічна зернобобова культура, що належить до родини Fabaceae. Стебло міцне, чотиригранне, прямостояче, не вилягає, порожнисте всередині, з 30–200 листками. Висота рослин варіює від 50 см до 2 м. Листки парноперисті, без опушення, сизо-зелені, з великими прилистками; у нижній частині стебла переважно однопарні, у середній — двопарні, у верхній — три- або чотирипарні [1 – 4].

Квітки зібрані у короткі китиці (по 2–12 у вузлі), білі або рожевуваті, з характерною чорною плямою на крилах. Цвітіння настає через 30–35 днів після сходів і триває до наливу нижніх бобів. Плід — крупний бархатистий біб завдовжки до 30 см, у якому формується 3–6 насінин. Зерно різниться за формою, розміром (0,7–3 см) і забарвленням (жовте, зелене, буре, фіолетово-чорне) [5 – 7].

За крупністю насіння кормові боби поділяються на три різновиди:

дрібнонасіннєві (v. minor Beck) — маса 1000 насінин 200–450 г, пізньостиглі, урожайні, кормового призначення;

середньонасіннєві (v. equina Pers.) — маса 1000 насінин 500–700 г, середньо- та пізньостиглі, з високою продуктивністю;

великонасіннєві (v. major Harz.) — маса 1000 насінин 800–2500 г, скоростиглі, але з низьким прикріпленням бобів, що ускладнює механізоване збирання.

Кормові боби — цінна білкова, кормова, овочева та сидеральна культура. Вони характеризуються високим вмістом білка — 22,6–35,0 % у зерні та 13,8–21,5 % у зеленій масі. У складі білка переважають водорозчинні фракції (до 78%), містяться всі незамінні амінокислоти (лізин, метіонін, триптофан, тирозин, гістидин тощо), а також вітаміни (С, Е, B_1, B_2, РР) і мікроелементи (Fe, Mn, Zn, Cu, Co) [8 – 10].

Зерно має 1,29 кормових одиниць і 230–300 г перетравного протеїну на 1 кг. Перетравлюваність сухої речовини становить 86% у зерні та 72% у зеленій масі. За кількістю білка кормові боби займають провідне місце серед зернобобових культур, а за якісним складом білка не поступаються тваринному [11].

Потенціал урожайності культури надзвичайно високий — до 10–11 т/га зерна за результатами сортовипробувань. У виробничих умовах урожайність сягає 6–8 т/га зерна або до 40 т/га зеленої маси, що забезпечує вихід 0,66–0,98 т/га сирого протеїну [12].

Кормові боби мають високу екологічну та агрономічну цінність. Завдяки симбіозу з бульбочковими бактеріями вони фіксують до 300 кг/га атмосферного азоту, залишаючи в ґрунті понад 100 кг/га біологічно зв’язаного азоту, що знижує потребу у мінеральних добривах і покращує родючість. Крім того, культура покращує структуру ґрунту, переводить важкорозчинні фосфати в доступну форму, а також ефективно захищає ґрунти від ерозії завдяки потужній кореневій системі [13 – 17].

Як попередник, кормові боби значно підвищують урожайність зернових і технічних культур — зокрема, врожай озимої пшениці після бобів зростає на 5–8 ц/га. У сумішах із вівсом або суданською травою вони забезпечують вищу продуктивність агроценозу та збільшений вміст протеїну в зеленій масі [18 – 20].

Кормові боби — вологолюбна культура, що найкраще розвивається у регіонах із помірно-вологим кліматом (опади 160–190 мм за травень–червень). Оптимальні ґрунти — чорноземи та важкі суглинки з нейтральною реакцією.

На кислих (pH < 4,6) або перезволожених ґрунтах урожайність істотно знижується [21 – 22].

Таким чином, кормові боби є важливою білковою культурою, яка поєднує високу продуктивність, екологічну стійкість і ґрунтополіпшувальну здатність. Розширення площ їх вирощування у Лісостепу України має вагоме значення для підвищення білкової самодостатності держави, оптимізації сівозмін і екологізації землеробства.

1.3. Особливості симбіотичної азотфіксації бобу кормового.

В умовах погіршення екологічної ситуації в Україні та світі актуалізується необхідність переходу до біологічного (екологічного) землеробства, зокрема — до використання альтернативних джерел забезпечення посівів азотом. Одним із найефективніших шляхів у цьому напрямі є включення до сівозмін зернобобових культур, здатних засвоювати атмосферний азот за рахунок симбіозу з бульбочковими бактеріями [23 – 25].

Серед них кормові боби (Vicia faba L.) відзначаються високою інтенсивністю азотфіксації — за вегетаційний період вони здатні засвоювати до 135 кг/га атмосферного азоту, що істотно перевищує показники інших зернобобових культур. Ефективність цього процесу залежить від низки еколого-географічних, ґрунтово-кліматичних, агротехнічних і генетичних чинників, які визначають рівень активності бобово-ризобіального симбіозу [26 - 28].

Результати багаторічних досліджень показують, що нітрогеназна активність посівів кормових бобів протягом вегетації варіює в межах 6,0–16,3 мкг N/год, що підтверджує високу адаптивну здатність культури до зміни кліматичних умов. Симбіотична активність триває до фази наливу насіння, тоді як у вики та квасолі вона різко знижується вже під час цвітіння [29].

Одним із ключових факторів, що впливають на активність азотфіксації, є реакція ґрунтового середовища (pH). За даними А.Т. Фарнієва та Г.С.

Посипанова, найвищу ефективність фіксації атмосферного азоту кормові боби проявляють за нейтральної реакції ґрунту (pH 6,5–7,0) [30].

Важливе значення має також аерація ґрунту, оскільки для фіксації 1 мл азоту необхідно близько 3 мл кисню. Основна маса активних бульбочок формується у верхньому шарі (0–10 см), де концентрація кисню є достатньою для підтримання високого рівня легоглобіну — пігменту, який забезпечує нормальну роботу ферментного комплексу нітрогенази. У глибших шарах ґрунту зменшення доступу кисню призводить до зниження активності симбіозу [31].

Температурний режим ґрунту та повітря істотно впливає на перебіг симбіотичних процесів. Оптимальні умови для активної азотфіксації створюються за помірних температур, тоді як її підвищення або зниження спричинює уповільнення нітрогеназної активності, причому перегрівання негативніше позначається на процесі, ніж охолодження [32].

Фізіолого-біохімічні особливості бульбочкових бактерій кормових бобів свідчать про їх чутливість до мінерального живлення. Зокрема, невеликі дози мінерального азоту стимулюють формування кореневих бульбочок і початкову активність симбіозу, тоді як надлишок азоту знижує інтенсивність фіксації [33].

Одним із ключових макроелементів, що визначає розвиток симбіотичного апарату, є фосфор. При його нестачі кількість бульбочок різко зменшується, а їх щільність і функціональність погіршуються. Внесення фосфорних добрив сприяє підвищенню кількості бульбочок і накопиченню фосфору в їх тканинах, що стимулює активність ферментів азотного обміну [34].

Не менш важливим є калій, дефіцит якого порушує транспорт вуглеводів до кореневої системи, що знижує енергозабезпечення бактерій. Кальцій забезпечує структурну цілісність клітинних оболонок бактерій, а його нестача зумовлює зниження їхньої життєздатності та проникності мембран [35].

Для нормального функціонування азотфіксуючих систем необхідна також наявність мікроелементів — магнію, заліза, міді, молібдену, кобальту, бору та марганцю.

Магній бере участь у процесах фотосинтезу та розмноження бактерій;

Залізо входить до складу нітрогенази й легоглобіну;

Мідь впливає на вуглеводний обмін рослин;

Молібден (Mo) — ключовий елемент ферменту нітрогенази, тому його використання для передпосівної обробки насіння підвищує частку симбіотичного азоту в урожаю до 15%;

Кобальт входить до складу легоглобіну і необхідний для підтримання нормальної активності ферментів азотного обміну;

Бор забезпечує формування судинних пучків у бульбочках, а його дефіцит призводить до деформацій бактероїдної тканини;

Марганець бере участь у процесах вуглеводного обміну та енергетичного балансу симбіотичної системи.

Таким чином, ефективність азотфіксації у кормових бобів зумовлюється комплексом ґрунтово-кліматичних, фізіологічних і біохімічних чинників. Висока біологічна активність симбіотичних систем цієї культури робить її перспективним компонентом у системі біологічного землеробства, що забезпечує зменшення використання мінеральних добрив і сприяє екологізації агровиробництва.

РОЗДІЛ 2
ХАРАКТЕРИСТИКА ДОСЛІДЖУВАНИХ СОРТІВ ТА МІКРОБІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ

Характеристика досліджуваних сортів кормових бобів

Сорт Візир.

Зареєстрований у Державному реєстрі сортів рослин України у 2015 році. Рекомендований для вирощування в умовах Лісостепової зони. Належить до середньостиглої групи стиглості, характеризується стабільною врожайністю та кормовим напрямом використання. Відзначається добрими адаптивними властивостями і високою екологічною пластичністю.

Сорт Пікантні.

Занесений до Державного реєстру сортів України у 2016 році. Призначений для вирощування в умовах Лісостепу та Полісся. Має високий потенціал урожайності — до 3,5 т/га зерна. Сорт створений в Інституті кормів та сільського господарства Поділля НААН України. Характеризується високою енергією росту на початкових етапах розвитку, стійкістю до вилягання та стабільністю продуктивності в різних кліматичних умовах.

Характеристика досліджуваних біопрепаратів

Андеріз.

Комплексний мікробіологічний препарат, який містить активні штами ризобіальних і мікоризних мікроорганізмів.

Діюча речовина — живі культури:

Bradyrhizobium japonicum (IMB B–7436, IMB B–7438, IMB B–7439),

Rhizobium leguminosarum bv. viceae (IMB B–7440, IMB B–7441),

Mezorhizobium ciceri (IMB B–7790, IMB B–7791),

Rhizobium leguminosarum bv. phaseoli (IMB B–7792, IMB B–7793),

Sinorhizobium sp. (IMB B–7794) — у межах 2–85% залежно від штаму;

Penicillium bilaii (IMB F–100136) — 2–10%.

Загальна кількість життєздатних клітин становить 3×10^8 – 3×10^9 КУО/г.

Препарат застосовують у співвідношенні 10 л Андеріз + 0,2 л Компоненту 2, що забезпечує оптимальні умови для формування бобово-ризобіального симбіозу та підвищення ефективності азотного живлення рослин.

Ризоактив Бобові.

Біоінокулянт для передпосівної обробки насіння бобових культур. Препарат сприяє активному утворенню симбіотичних зв'язків між кореневою системою рослин і бульбочковими бактеріями, що забезпечує біологічну фіксацію атмосферного азоту.

До складу входять азотфіксувальні бактерії родів Rhizobium і Bradyrhizobium:

Rhizobium leguminosarum bv. pisum, Rhizobium meliloti, Rhizobium lupini, Rhizobium galegae, Rhizobium trifolii, Rhizobium leguminosarum bv. viceae, Rhizobium cicer, Rhizobium phaseoli, Rhizobium leguminosarum bv. lens.

Цільові культури: горох, квасоля, нут, кормові боби, люпин, сочевиця, люцерна, буркун, вика, еспарцет, конюшина, козлятник. Використання препарату сприяє підвищенню азотного балансу в ґрунті, інтенсифікації росту й підвищенню врожайності.

Мікофренд.

Комплексний мікробіологічний препарат із мікоризоутворюючими грибами та ризосферними бактеріями, який стимулює розвиток кореневої системи, підвищує доступність поживних речовин і стійкість рослин до стресів.

Діюча речовина: Glomus sp. (VS), Trichoderma harzianum, Streptomyces sp., Pseudomonas fluorescens, а також фосфатмобілізуючі бактерії — Bacillus megaterium var. phosphaticum, Bacillus subtilis, Bacillus mucilоginosus, Enterobacter sp.

Загальна кількість життєздатних клітин — $(1,0–1,5)\times10^8$ КУО/мл.

Препарат додатково містить біологічно активні речовини: фітогормони, вітаміни, амінокислоти, які стимулюють ріст рослин, покращують засвоєння фосфору та формування мікоризи.

РОЗДІЛ 3
УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Характеристика ґрунту дослідної ділянки

Дослідження проводилися на дослідних ділянках кафедри овочівництва, НВВ Уманського національного університету садівництва.

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем опідзолений важкосуглинковий з гумусовим горизонтом (гумусу біля 1,5 %) товщиною 40–45см; pH (сольове) – 6,65; гідролітична кислотність – 2,6 мг.екв на 100 г ґрунту, ступінь насиченості основами 90–95%, сума ввібраних основ – 24,6 мг.екв на 100г ґрунту. В орному шарі міститься 108,7 мг/кг грунту легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом); 59 мг/кг – рухомого фосфору (за Чиріковим); 120,5 мг/кг – обмінного калію (за Чиріковим). Об'ємна маса грунту складає 1,26–1,34 г/см^3, найменша польова вологоємкість 16,2% в орному і 14,6% в підорному шарах [36].

Отже, даний тип ґрунту родючий за своїми фізико-хімічними властивостями та відповідає вимогам культури і дає можливість вирощувати часник озимий.

3.2. Погодні умови

Погодні умови 2024 та 2025 років істотно відрізнялися як між собою, так і від багаторічної норми, що зумовило різний рівень теплового та водного забезпечення рослин упродовж вегетаційного періоду. Спостерігалася значна міжрічна варіабельність сум опадів, температурного режиму та відносної вологості повітря, що суттєво впливало на перебіг ростових процесів і формування врожайності культур (рис. 2.1, 2.2, 2.3).

У 2024 році сумарна кількість опадів характеризувалася високою контрастністю між місяцями.

У першій половині року (січень–квітень) кількість опадів була нижчою за норму на 10–30 %, що створювало дефіцит вологи для початкових фаз росту.

У травні випало лише 4,8 мм проти 52 мм за нормою, що свідчить про гостру посуху в критичний період формування генеративних органів.

Після травневого дефіциту у червні кількість опадів була нижчою за норму (56,5 мм проти 81 мм), а в липні–серпні ситуація погіршилася: липень – 17,9 мм, серпень – 17,7 мм, що вдвічі-втричі менше норми.

Вересень також був посушливим — у 5 разів нижче за норму (12,1 мм проти 61 мм).

Водночас жовтень відзначився надлишком опадів у понад два рази (99,4 мм проти 43 мм), що сприяло відновленню вологозапасів ґрунту.

Отже, 2024 рік характеризувався вкрай нерівномірним розподілом опадів із різко вираженим весняно-літнім посушливим періодом.

Тепловий режим 2024 року загалом був вищим за норму, що свідчить про теплий рік:

У січні температура (-1,6 °C) була вище (на +1,8 °C) за багаторічну норму.

Лютий–квітень також були тепліші на 2–3 °C.

Вегетаційний період (травень–вересень) характеризувався підвищеним температурним фоном на 1,5–3 °C, що пришвидшувало проходження фаз органогенезу.

Кульмінація тепла припала на липень (24,3 °C) і серпень (23,1 °C), що перевищувало середньобагаторічні показники.

Отже, 2024 рік був аномально теплим, із значною кількістю днів із підвищеною температурою вище багаторічних значень.

Вологість повітря у 2024 році була дещо нижчою за норму, особливо влітку:

У березні–серпні показники були на 10–15 % нижчими за середні значення, що підсилювало дію посухи.

Лише в жовтні–грудні вологість зросла до нормальних або підвищених показників.

2024 рік характеризувався комбінацією високих температур і гострого дефіциту опадів у ключові фази розвитку рослин, що формувало значне посушливе навантаження та потенційно обмежувало продуктивність культур. Погодні умови можна оцінити як стресові, особливо в період цвітіння та формування бобів.

2025 рік істотно контрастував із попереднім та характеризувався надлишком опадів у весняно-літній період:

Січень–квітень були посушливими, але менше, ніж у 2024 році.

У травні випало 101,8 мм (удвічі більше за норму).

Липень також був дуже вологим — 112,3 мм проти 68 мм норми.

Вересень мав 51,8 мм, що хоч і менше норми, але значно більше за показники 2024 року.

Жовтень був дуже вологим (91,3 мм), що більш ніж удвічі вище норми.

Таким чином, 2025 рік характеризувався надлишковим зволоженням весни та літа, що могло створювати ризики для розвитку хвороб, але водночас забезпечувало добрі умови для формування урожаю.

Температурний фон 2025 року був ближчим до норми або дещо нижчим:

Зима (лютий) була холоднішою за норму (–3,9 °C).

Весняний період (березень–травень) характеризувався помірними температурами, подібними до середніх багаторічних.

Літо було відносно прохолодним:

червень – 19,3 °C (норма 19,0),

липень – 22,4 °C (нижче за 2024 рік на 2 °C),

серпень – 19,7 °C (що на 1,4 °C нижче норми).

Загалом 2025 рік мав помірний температурний режим без значних перегрівів.

Вологість повітря у 2025 році була вищою за 2024 рік і наближеною до середніх показників:

Весняно-літній період мав підвищені значення (65–74 %), що разом із надлишком опадів сприяло розвитку патогенів.

Восени вологість була високою (86 % у жовтні).

2025 рік характеризувався достатнім та надлишковим зволоженням, помірними температурами та відсутністю різких погодних стресів, що створювало оптимальні умови для росту культур, особливо в період інтенсивного накопичення біомаси.

2024 рік — це теплий і посушливий рік, особливо у травні–серпні. Погодні умови були стресовими, із поєднанням високої температури, низької відносної вологості та критично малих опадів, що могло негативно вплинути на формування продуктивності. 2025 рік навпаки відзначився надлишком вологи, помірним тепловим режимом і вищою вологістю повітря. Це створило сприятливий водно-тепловий баланс для вегетації та формування урожаю.

Отже, вегетаційні періоди двох років демонструють контрастні погодні сценарії: 2024 рік — "посушливо-стресовий", 2025 рік — "вологий та помірно теплий".

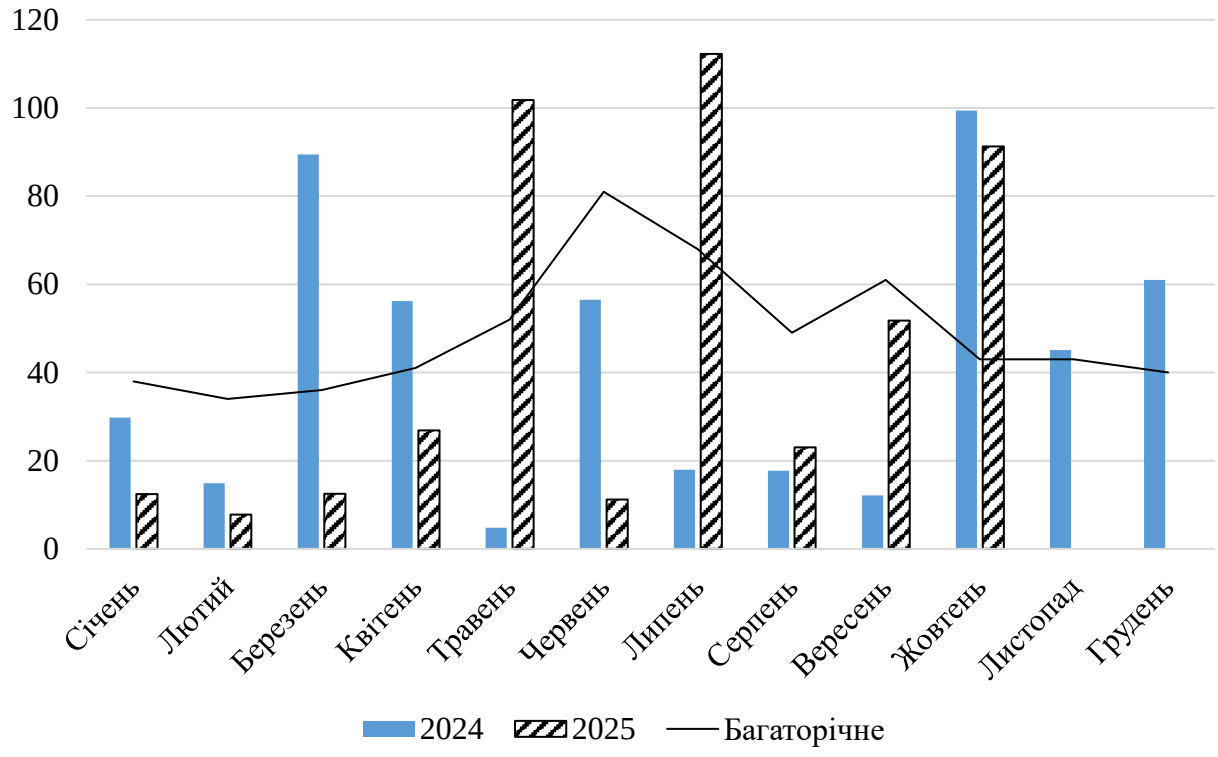


Рис. 2.1. Сума опадів, мм(2024-2025 рр.)

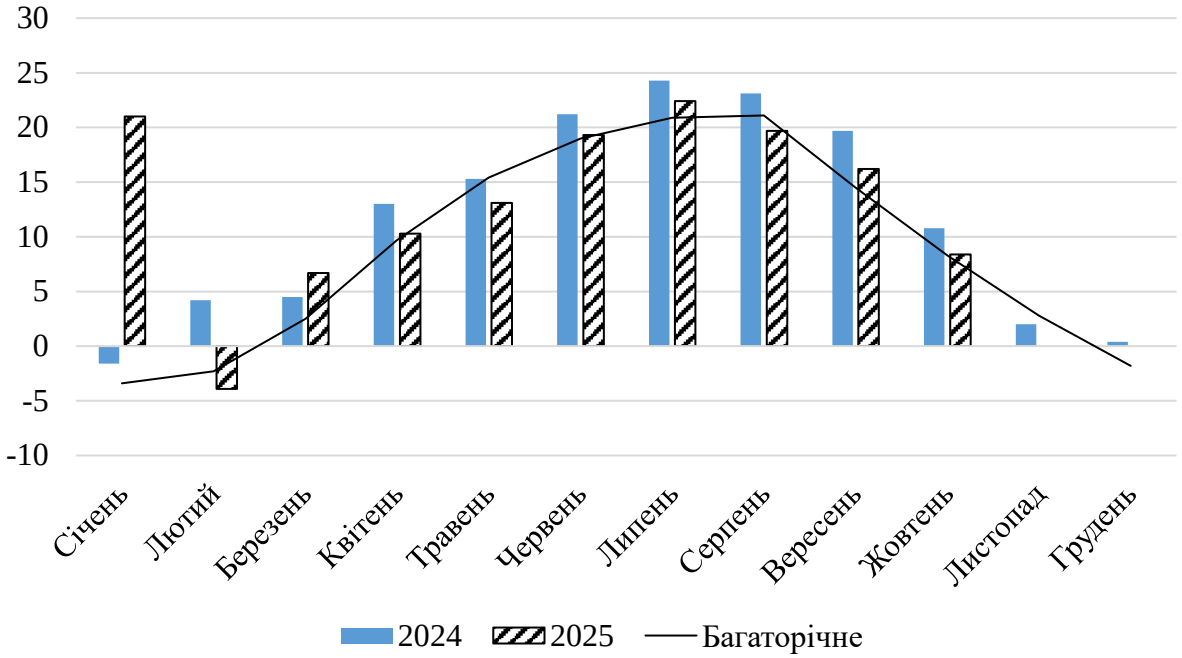


Рис. 2.2. Середня температура повітря, ºС (2024-2025 рр.)

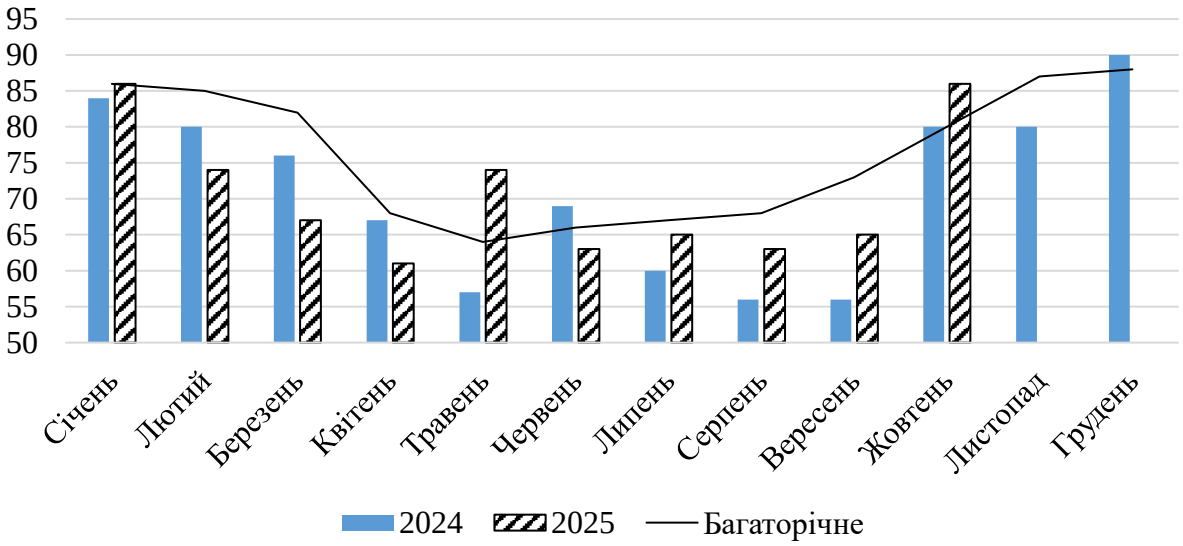


Рис. 2.3. Відносна вологість повітря, % (2024-2025 рр.)

3.3. Схема досліду

Дослідження щодо оцінювання технологічних прийомів вирощування різних сортів кормових бобів із застосуванням біоінокулянтів та мікоризоутворюючого препарату в умовах Правобережного Лісостепу України проводили у 2024–2025 рр. на дослідних полях Навчально-

виробничого відділу Уманського НУС. Дослід закладали відповідно до експериментальної схеми, що включала 12 варіантів, які комбінували різні сорти рослин та біологічні препарати.

Закладання польового досліду здійснювали методом рендомізації, що забезпечувало рівномірний розподіл варіантів у просторі та мінімізувало вплив неконтрольованих чинників середовища. Повторність становила чотириразову, що підвищувало достовірність результатів і забезпечувало можливість проведення коректної статистичної обробки.

Площа кожної дослідної ділянки становила 100 м², що є достатньою для репрезентативності врожайних даних і дозволяє врахувати природну варіабельність ґрунтово-кліматичних умов. Сівбу кормових бобів проводили 25 березня, коли температура ґрунту на глибині загортання насіння досягала біологічно оптимальних значень для проростання. Норма висіву становила 600 тис. схожих насінин/га, що забезпечувало оптимальну густоту стояння рослин та сприятливі умови для формування симбіотичної системи [37].

Таблиця 2.2

Схема досліду

Сорт (фактор А)	Препарат/суміш препаратів (фактор В)
Візир*	Контроль
	Андеріз 2 л/т
	Ризоактив бобові 2 л/т
	Мікофренд 1,5 л/т
	Андеріз 2 л/т +Мікофренд 1,5 л/т
	Ризоактив бобові 2 л/т +Мікофренд 1,5 л/т
Пікантні	Контроль
	Андеріз 2 л/т
	Ризоактив бобові 2 л/т
	Мікофренд 1,5 л/т
	Андеріз 2 л/т +Мікофренд 1,5 л/т
	Ризоактив бобові 2 л/т +Мікофренд 1,5 л/т

Схема досліду із включенням 12 варіантів була сформована таким чином, щоб забезпечити всебічну оцінку:

реакції різних сортів кормових бобів на застосування біоінокулянтів,

ефективності формування бобово-ризобіального симбіозу,

взаємодії мікоризоутворюючого препарату з інокулянтами,

зміни продуктивності та якості зерна залежно від варіанта обробки.

Застосування рендомізації та чотириразової повторності є методично необхідним для:

зменшення впливу просторової неоднорідності ґрунту,

уникнення систематичної похибки,

забезпечення високої статистичної надійності результатів,

коректного розрахунку дисперсійних та кореляційних показників.

Вибір площі ділянок (100 м²) дозволяє оцінювати продуктивність сортів та дію препаратів за умов, максимально наближених до виробничих. Така площа є оптимальною для польових дослідів зі строкатими за морфологією культурами, як кормові боби, і дає можливість точно визначати біометричні, симбіотичні та врожайні параметри.

Дата сівби — кінець березня — обрана з урахуванням біологічних особливостей культури: кормові боби є холодостійкими на ранніх етапах розвитку та потребують достатньої вологи весною. Оптимальна норма висіву у 600 тис. насінин/га забезпечує рівномірне формування рослинного покриву, що є необхідним для повноцінного розвитку кореневої системи, активної азотфіксації та максимального виявлення ефективності біопрепаратів.

3.4 Технологічні особливості вирощування кормових бобів у досліді.

Сівбу кормових бобів на насіннєві цілі доцільно проводити у максимально ранні строки. Ранній посів забезпечує оптимальний старт для рослин, оскільки вони формують лише ту кількість вегетативної маси, яка є необхідною для досягнення високої зернової продуктивності. Крім того, фаза цвітіння припадає на період із помірними температурними умовами, що позитивно впливає на процеси запилення, формування зав’язі та подальший розвиток генеративних органів.

Оптимальна глибина загортання насіння становить 7–8 см, однак вона варіює відповідно до механічного складу ґрунту: на важких глинистих і суглинистих ґрунтах у роки з достатнім зволоженням глибину зменшують до 5–6 см, тоді як на легких супіщаних ґрунтах — збільшують до 10 см. Рядкову сівбу здійснюють зернотуковими сівалками (СЗ-3,6, СЗА-3,6, СЗП-3,0), а широкорядну або стрічкову — овочевими сівалками типу СОН-2,8 чи зернотуковими агрегатами відповідних модифікацій, обладнаними маркерами.

У проведених дослідженнях висівання насіння виконували рядковим способом з міжряддям 15 см та нормою висіву 0,6 млн схожих насінин/га, що забезпечувало рівномірну густоту стояння рослин і створювало сприятливі умови для формування симбіотичних систем.

Догляд за посівами включав прикочування ґрунту безпосередньо після сівби, що сприяло покращенню контакту насіння з ґрунтом та підвищенню рівномірності проростання. На наступних етапах вегетації у систему догляду входили довсходове та післясходове боронування легкими або середніми боронами на малій глибині. Це дозволяло ефективно руйнувати ґрунтову кірку та обмежувати розвиток ранніх хвиль бур’янів. Боронування проводили по діагоналі або впоперек напрямку сівби, що забезпечувало більш повне охоплення ділянки.

У передзбиральний період для прискорення дозрівання, вирівнювання стиглості й полегшення однофазного збирання застосовували десикацію посівів препаратом Реглон Супер (15% в.р.) у нормі 4,0–5,0 л/га. Обробку проводили в той період, коли насіння нижнього ярусу набувало типового сортового забарвлення, зокрема чорного насіннєвого рубчика.

У процесі вегетації, залежно від фітосанітарного стану, здійснювали систему заходів із контролю хвороб та шкідників, а також проводили необхідні підживлення.

Збирання врожаю є одним з найбільш критичних етапів технології вирощування кормових бобів, оскільки культура характеризується нерівномірністю дозрівання: першими достигають нижні боби, тоді як верхні

— значно пізніше. Запізнення зі збиранням призводить до розтріскування бобів і втрат насіння, тоді як надто раннє — до недорозвиненості насіння та зниження його посівних властивостей. Збиральну стиглість визначають за комплексом ознак: повним опаданням листків, почорнінням бобів і формуванням характерного для сорту забарвлення насіння.

Зібране насіння зберігають при вологості не вище 14–15%, оскільки саме за таких умов забезпечується тривале збереження схожості — до чотирьох років. Якщо початкова вологість перевищує 17%, очищення та досушування продовжують на зерноочисних агрегатах та комплексах типу ЗАВ, КЗС, що забезпечує доведення насіння до кондиційних показників.

3.5. Методика проведених досліджень

Польові та лабораторні експерименти щодо оцінювання продуктивності та біохімічних параметрів сої овочевої залежно від сортових особливостей проводилися на базі кафедри рослинництва УНУ у ґрунтово-кліматичних умовах Правобережного Лісостепу України протягом 2024–2025 рр. Дослідження виконували відповідно до загальноприйнятих методичних підходів, що забезпечують об’єктивність і відтворюваність отриманих результатів.

Упродовж усього періоду вегетації реєстрували основні фенологічні фази: появу сходів, початок цвітіння й формування бобів. Початок фенофази фіксували в той момент, коли до неї переходило не менше 15% рослин у варіанті, що відповідає рекомендаціям класичних фенологічних шкал [38].

Оцінювання структурних елементів рослинного біоморфогенезу здійснювали шляхом:

визначення площі асиміляційної поверхні методом висічок,

підрахунку кількості листків на одну рослину,

розрахунку листкового індексу у фазу масового цвітіння.

Такі параметри дозволяють комплексно оцінити інтенсивність ростових процесів і функціональний стан фотосинтетичного апарату.

Збір і первинне очищення врожаю здійснювали методом поділянкового обмолоту комбайном Сампо-500 із наступним очищенням та досушуванням зерна до стандартної вологості. Такий метод забезпечує високу точність визначення врожайності та структури врожаю.

Показники економічної ефективності вирощування сої овочевої розраховували згідно з методичними рекомендаціями кафедри підприємництва, торгівлі та біржової діяльності, що включає аналіз собівартості, чистого прибутку та рівня рентабельності виробництва.

У дослідженні визначали масову частку сирого протеїну та оцінювали стан бобово-ризобіального симбіозу шляхом комплексного аналізу морфофункціональних характеристик бульбочкових утворень.

Визначення проводили Kjeldahl-методом за ДСТУ ISO 5983-2003, що передбачає мінералізацію, дистиляцію та титрування азоту, після чого вміст білка розраховували з урахуванням відповідного перерахункового коефіцієнта [39].

Кількість і масу активно функціонуючих бульбочок визначали методом взяття ґрунтового моноліту (55 × 45 × 15 см) із подальшим ретельним промиванням кореневої системи для відокремлення бульбочок.

Активність бульбочкового апарату оцінювали за методикою Г. С. Посипанова за такими етапами:

Приготування 0,1 М калій-фосфатного буфера (КФБ), pH 7,2.

Відокремлення бульбочок від коренів безпосередньо перед аналізом; подрібнення 2 г бульбочок у фарфоровій ступці з додаванням 2 мл буфера.

Перенесення гомогенату у попередньо охолоджені центрифужні пробірки і центрифугування протягом 20 хв при 7–8 тис. об./хв.

Перенесення супернатанту у мірні пробірки об’ємом 10 мл.

Додавання 2,43 г амоній сульфату (40% насичення), перемішування та витримування у холодильнику для утворення осаду протягом 3 год.

Повторне центрифугування протягом 20 хв при 7–8 тис. об./хв; відбір центрифугату для спектрофотометричного вимірювання.

Фотоколориметрія при довжині хвилі 525 нм (зелений світлофільтр), використовуючи кювету товщиною 1 см.

Цей метод дозволяє оцінити рівень легоглобіну — маркер активності симбіотичної азотфіксації.

РОЗДІЛ 4
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Проходження фенологічних фаз росту і розвитку рослин сої овочевої залежно від сорту

Ріст і розвиток рослин є багатокомпонентними біологічними процесами, що інтегрально відображають загальний фізіологічний стан культури. Систематичні фенологічні спостереження дозволяють виявити специфічну реакцію рослин на застосування мікробіологічних препаратів та оцінити їхню адаптаційну здатність у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах. Саме тому моніторинг темпів росту та динаміки переходу між фазами розвитку є важливою складовою комплексної оцінки ефективності біопрепаратів.

Отримані експериментальні дані засвідчили, що строки настання та тривалість основних фенофаз кормових бобів між варіантами досліду практично не різнилися і коливалися в межах 1–2 діб. Така незначна варіабельність підтверджує, що ранні етапи онтогенезу культури у першу чергу детермінуються абіотичними факторами, насамперед температурним режимом та забезпеченістю продуктивною вологою, тоді як застосування біопрепаратів проявляє себе більшою мірою на пізніших фазах розвитку.

Тривалість періоду від посіву до появи повних сходів була стабільною у всіх варіантах, що узгоджується з положеннями фізіології проростання насіння: на цьому етапі ключову роль відіграють гідротермічні умови та енергія проростання насіння, тоді як біологічні препарати вступають у взаємодію з кореневою системою пізніше — після формування первинних коренів та появи ризосферного середовища.

Подальший онтогенетичний етап — фаза від появи сходів до утворення 5–6 листків — супроводжувався інтенсивними морфогенетичними процесами: активним ростом стебла, наростанням листкової поверхні, формуванням прилистків та закладанням перших бульбочкових структур на коренях. Саме в

цей період формується потенціал фотосинтетичного апарату та майбутня інтенсивність симбіотичної азотфіксації. У проведених дослідженнях тривалість даної фази становила 9–10 діб, що відповідає біологічним особливостям культури та погодним умовам року (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Тривалість міжфазних періодів розвитку рослин кормових бобів залежно від сорту та мікробіологічного препарату (2024 – 2025)

Сорт	Мікробіологічний препарат	Тривалість міжфазних періодів, діб						
		Сходи – 5-6 листків	5-6 листків - гілкування	Гілкування - цвітіння	Цвітіння – утворення бобів	Утворення бобів – налив насіння	Налив насіння - дозрівання	Тривалість періоду вегетації
Візир*	Контроль	10	19	11	15	19	20	94
	Андеріз 2 л/т	10	20	12	15	18	20	95
	Ризоактив 2 л/т	10	20	11	15	19	20	95
	Мікофренд 1,5 л/га	9	20	11	16	18	20	94
	Андеріз 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/га	10	19	11	16	18	21	95
	Ризоактив бобові 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/га	10	21	12	16	18	20	97
Пікантні	Контроль	10	20	12	15	18	20	95
	Андеріз 2 л/т	10	20	12	15	19	20	96
	Ризоактив 2 л/т	10	20	12	16	18	21	97
	Мікофренд 1,5 л/га	10	21	12	16	19	21	99
	Андеріз 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/га	10	20	12	16	19	21	98
	Ризоактив бобові 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/га	10	20	12	16	19	21	98

Важливо підкреслити, що хоча різниця у тривалості міжфазних періодів упродовж вегетації була загалом неістотною, вплив досліджуваних біопрепаратів ставав більш вираженим на завершальних етапах розвитку рослин. Застосування інокулянтів і мікоризоутворюючих препаратів сприяло подовженню вегетаційного періоду на 3–5 діб залежно від варіанта, що свідчить про пролонгований фізіологічний ефект біопрепаратів, спрямований на підтримання асиміляційної активності та відтермінування старіння рослини. Подовження вегетаційного періоду зазвичай корелює зі збільшенням

тривалості наливу насіння та сприяє формуванню вищої продуктивності, що підтверджено численними дослідженнями з бобових культур

4.2. Розвиток листкового апарату та біометричні показники рослин кормових бобів залежно від сорту та мікробіологічних препаратів.

Фотосинтез є ключовим процесом, що визначає рівень продуктивності більшості сільськогосподарських культур, а його ефективність значною мірою залежить від сформованої площі листкової поверхні та тривалості її активного функціонування протягом вегетації. Фотосинтетичний апарат реагує на комплекс факторів, серед яких провідне місце займають погодні умови, інтенсивність сонячної радіації, забезпеченість вологою, мінеральне живлення та особливості технології вирощування.

Для кормових бобів листкова поверхня є одним із вирішальних структурних елементів, що визначають величину асиміляційного потоку і, відповідно, рівень нагромадження сухої речовини. Важливим завданням технології є створення таких умов, за яких рослини формуватимуть оптимальну площу листя на ранніх етапах онтогенезу, що дає можливість максимально ефективно використати пікову активність сонячної радіації в першій половині літа. Це повністю узгоджується з положеннями теорії фотосинтетичної діяльності агроценозів (А.А. Ничипорович), згідно з якою раннє формування листкової поверхні забезпечує інтенсивніший розвиток фотосинтезу та вищий рівень урожайності.

Оптимальна густота стояння рослин є одним з ключових регуляторів динаміки листкової площі. У надто розріджених посівах відбувається неповне поглинання фотосинтетично активної радіації, що обмежує продукційний процес. У загущених — збільшується взаємозатінення листків, зростають витрати на дихання, а фотосинтетична активність окремих ярусів значно зменшується. Тому рівноважна щільність посіву є необхідною умовою для раціональної організації фотосинтетичного апарату.

На формування листкової поверхні також істотно впливають водний режим ґрунту, забезпечення культура мінеральними елементами живлення, структура фотосинтетично активного спектра світла та фітосанітарний стан посівів. Результати проведених досліджень переконливо довели, що площа асиміляційної поверхні кормових бобів істотно варіювала залежно від застосованих біопрепаратів, які підсилювали ріст листків за рахунок активізації азотфіксації та покращення засвоєння елементів живлення.

Найбільшої інтенсивності листкоутворення досягнуто за поєднаного використання біоінокулянтів та препарату Мікофренд. На цих варіантах спостерігалося статистично достовірне збільшення листкової площі:

у сорту Візир — на 4,6–5,2 тис. м²/га, що становить 7,5–8,6% відносно контролю; у сорту Пікантні — на 4,8–6,6 тис. м²/га, або 8,5–11,6% перевищення.

Фізіологічно подібний ефект пов’язаний з комплексною дією препаратів, що одночасно активізують ризобіальну азотфіксацію, покращують розвиток кореневої системи та підсилюють фосфатмобілізацію і мікоризне живлення. Завдяки цьому формується потужніша листкова поверхня з більш тривалим функціонуванням асиміляційного апарату, що безпосередньо впливає на зростання продуктивності культури. (рис. 4.1).

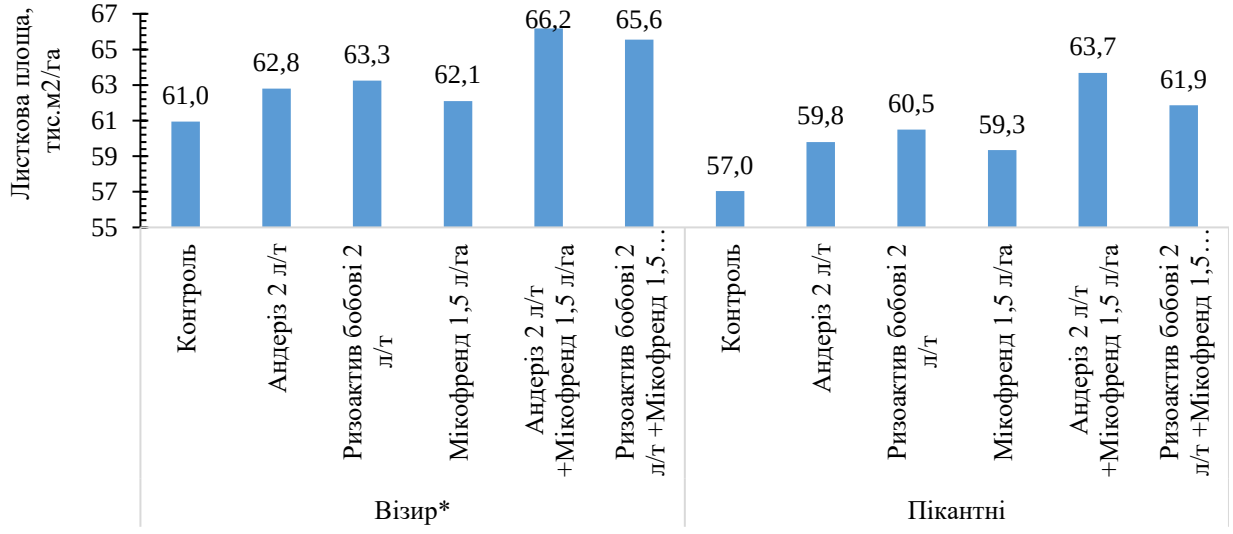


Рис. 4.1 Листкова площа посівів бобу кормового залежно у фазу цвітіння від сорту та мікробіологічних препаратів, тис. м²/га (2024 – 2025), (*$НІР_{05}$ = А-1,83; В-1,16; АВ-2,60*)

Застосування біоінокулянтів Андеріз та Ризоактив бобові окремо забезпечило помітне зростання площі асиміляційної поверхні кормових бобів. У сорту Візир приріст становив 3,0–3,8%, тоді як у сорту Пікантні — 4,8–6,0%, що свідчить про позитивну реакцію рослин на активізацію ризобіального комплексу. Використання мікоризоутворюючого препарату Мікофренд забезпечило незначне підвищення цього показника — відповідно 1,9% та 4,0%, що підтверджує його допоміжну, але не домінуючу роль у формуванні листкової поверхні. Серед комбінованих варіантів найвищу ефективність продемонструвало поєднання Андеріз + Мікофренд, яке забезпечило синергічний вплив на розвиток фотосинтетичного апарату.

Одним із провідних інтегральних критеріїв ефективності функціонування фотосинтетичного апарату агроценозу є чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ), що відображає кількість сухої речовини, синтезованої одним квадратним метром листкової поверхні протягом доби. Цей показник широко використовується для оцінювання фотосинтетичного потенціалу культур та визначення ступеня реалізації їх біологічних можливостей у конкретних екологічних умовах. Дослідження динаміки ЧПФ дає змогу виявити чинники, які лімітують продукційний процес, та оцінити ефективність застосовуваних технологічних прийомів упродовж усього онтогенезу рослин.

У проведеному досліді окреме внесення біоінокулянтів істотно підвищувало ефективність фотосинтетичних процесів. Так, застосування препарату Андеріз забезпечило приріст ЧПФ на 5,6–7,5%, тоді як використання Ризоактив бобові зумовило збільшення цього показника на 7,9–10,2%, що свідчить про активізацію азотфіксувальних процесів та посилення азотного живлення рослин. Покращене забезпечення доступним азотом, як відомо, стимулює синтез білків хлоропластів, підвищує активність ферментів фотосинтезу, що безпосередньо позначається на інтенсивності продукційного процесу.

Найвищі значення ЧПФ були отримані у варіантах із комбінованим застосуванням біопрепаратів, що підтверджує синергічний ефект сумісної дії ризобіальних мікроорганізмів і мікоризних грибів. Зокрема, поєднання Андеріз + Мікофренд забезпечило приріст ЧПФ на 12,7–15,8% залежно від сорту, тоді як суміш Ризоактив бобові + Мікофренд збільшила цей показник на 11,5–14,6%. Подібний результат може бути зумовлений інтегрованим впливом мікоризи на посилення поглинання фосфору та води, що разом із покращеним азотним живленням створює оптимальні умови для формування високоефективного фотосинтетичного апарату.

Таким чином, аналіз фотосинтетичної діяльності кормових бобів засвідчив, що як площа асиміляційної поверхні, так і чиста продуктивність фотосинтезу суттєво підвищуються в разі застосування біоінокулянтів, а максимальний ефект досягається при їх комбінованому внесенні з мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд. Це підтверджує доцільність інтегрованого використання мікробіологічних препаратів у технології вирощування культури з метою оптимізації фотосинтетичного потенціалу та підвищення продуктивності агроценозу. (рис. 4.2).

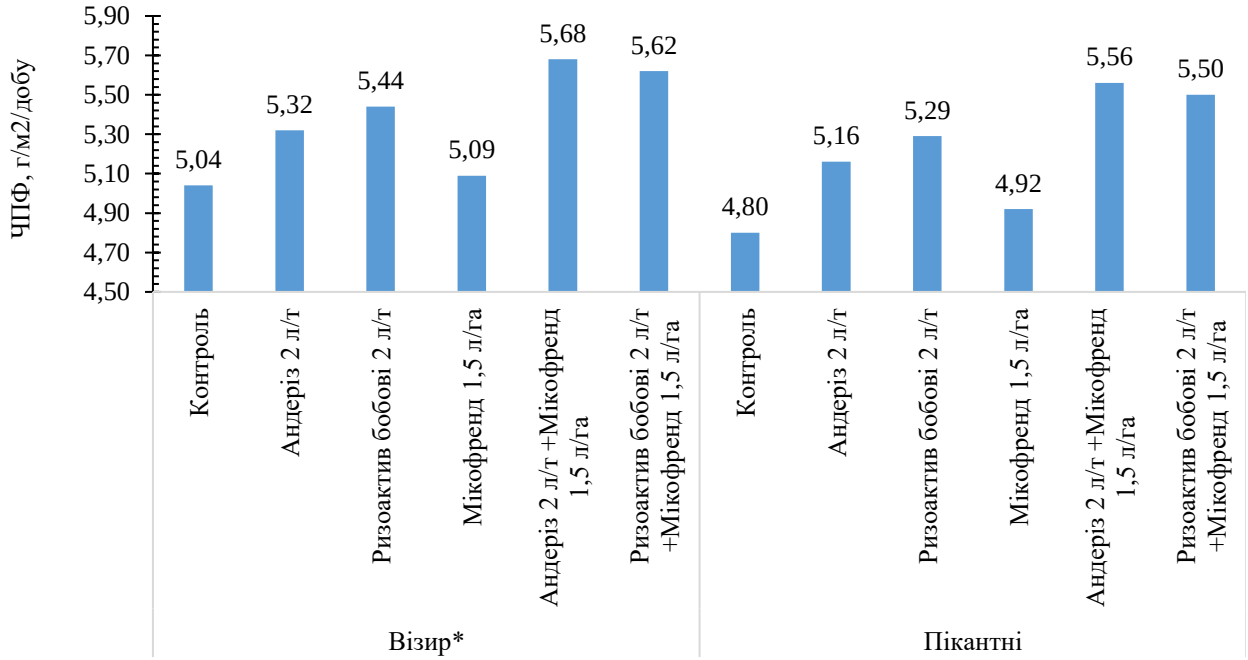


Рис. 4.2 Чиста продуктивність фотосинтезу посівів бобу кормового залежно від сорту та мікробіологічних препаратів, г/м^2/добу, (2024 – 2025) (*$НІР_{05}$ = A-0,18; B-0,11; AB-0,27*)

Висота рослин є однією з ключових морфологічних характеристик, що комплексно відображає інтенсивність ростових процесів і загальний фізіологічний стан культури. Для кормових бобів, як і для більшості зернобобових, цей показник має генетично обумовлену природу, однак його прояв значною мірою модифікується ґрунтово-кліматичними умовами та застосованими елементами технології вирощування. Саме тому варіювання висоти рослин може виступати індикатором рівня забезпеченості рослин елементами живлення, зволоженням та ефективності функціонування симбіотичних систем.

У проведеному досліді встановлено, що у варіантах із комплексним використанням мікробіологічних препаратів рослини формували істотно більшу висоту, ніж за їх окремого застосування. Загальний діапазон висоти рослин кормових бобів становив 120,5–134,4 см, що відповідає біологічному потенціалу досліджуваних сортів у сприятливих умовах вирощування.

Найвищий ефект зафіксовано у варіантах із сумісною дією біоінокулянта та мікоризоутворюючого препарату. Так, комбінація Андеріз + Мікофренд сприяла збільшенню висоти рослин сорту Візир на 9,6 см, а сорту Пікантні — на 8,0 см. Це може бути пов’язано з покращенням азотного живлення унаслідок активізації бульбочкових бактерій, а також посиленням фосфорного обміну завдяки мікоризі — двома ключовими чинниками, що визначають інтенсивність ростових процесів.

Комбінація Ризоактив бобові + Мікофренд також забезпечила значні прирости висоти — 8,0 см для сорту Візир і 6,1 см для сорту Пікантні. Такий результат підтверджує синергічність дії ризобіальних мікроорганізмів і мікоризних грибів, яка полягає у поліпшенні водного режиму рослин, підвищенні доступності елементів живлення та активації гормональної регуляції росту.

Використання лише мікоризоутворюючого препарату Мікофренд сприяло незначному приросту висоти — 1,4 см у сорту Візир і 1,1 см у сорту

Пікантні, що свідчить про його допоміжну роль у випадку достатньої активності ризобіального апарату.

Отже, комплексне застосування біоінокулянтів із мікоризоутворюючим препаратом забезпечує істотне підвищення ростової активності кормових бобів, що зумовлено інтегрованим покращенням мінерального живлення та фізіолого-біохімічних процесів росту. Це вказує на доцільність використання мікробіологічних препаратів у системах біологізованого землеробства для посилення адаптивного потенціалу та продуктивності культури (рис.4.3).

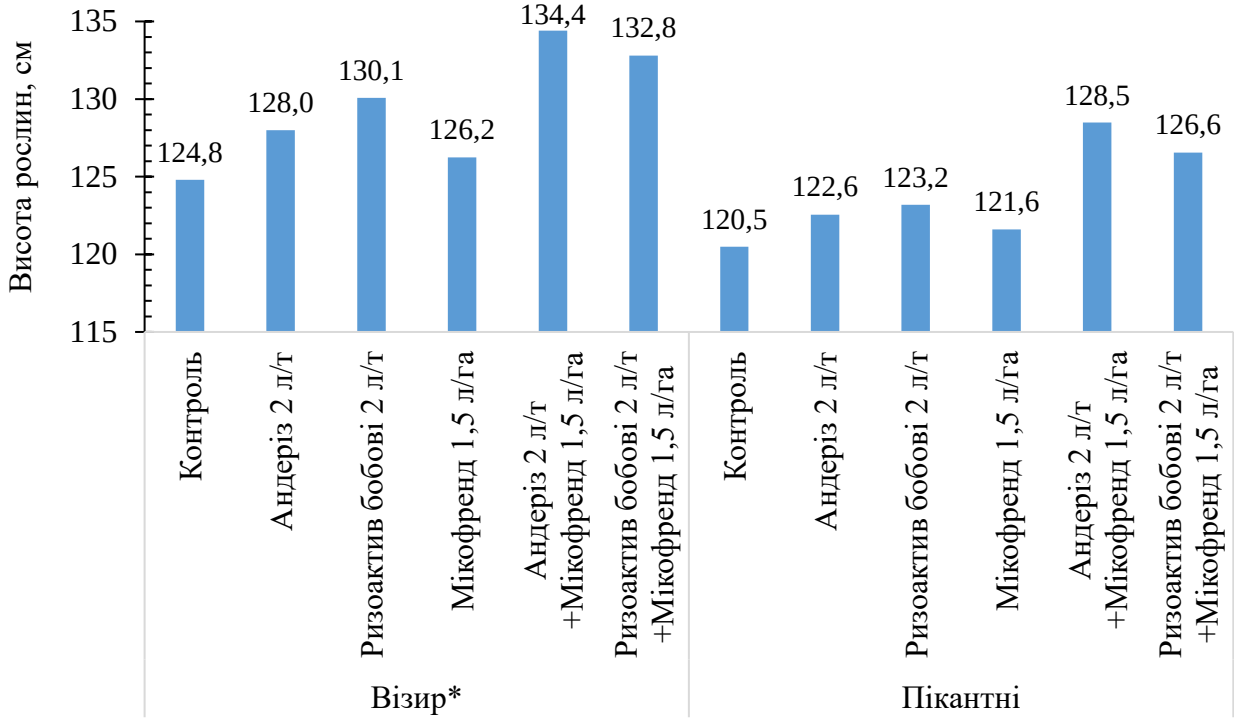


Рис. 4.3 Висота рослин бобу кормового залежно від сорту та мікробіологічних препаратів, см (2024 – 2025)
(*$НІР_{05}$ = A-4,94; B-3,13; AB-6,99*)

Кількість бобів на рослині є однією з ключових структурних ознак продуктивності кормових бобів, оскільки саме вона визначає потенціал формування врожаю та рівень реалізації генеративних можливостей рослини. У проведеному досліді цей показник коливався в межах 8,9–15,0 шт./росл., що відповідає варіабельності ознаки за різних умов живлення та мікробіологічного супроводу.

Найвищі значення кількості бобів були отримані у варіантах із комбінованим застосуванням біоінокулянтів і мікоризоутворюючого препарату, що свідчить про синергічний характер їхньої дії на генеративний розвиток. У сорту Пікантні кількість бобів досягала 10,0–11,0 шт./росл., що перевищувало контроль на 11,7–25,0%. У сорту Візир цей показник становив 13,4–15,0 шт./росл., тобто був вищим від контролю на 25,0–37,5%. Підвищення генеративної продуктивності в цих варіантах може бути пов’язане з оптимізацією мінерального живлення, покращенням азотного та фосфорного забезпечення, посиленням водного режиму та стабілізацією гормонального балансу, що сприяти активнішому формуванню генеративних органів.

Окреме застосування біоінокулянтів мало менш виражений вплив порівняно з комбінованими варіантами, однак також забезпечувало позитивний ефект. Передпосівна інокуляція Андерізом збільшувала кількість бобів на рослині на 5,0% у сорту Візир та 12,5% у сорту Пікантні. Препарат Ризоактив бобові забезпечив приріст на 8,3% і 18,8% відповідно, що вказує на його більш інтенсивну стимулюючу дію за умови одноразового застосування. Ймовірно, це пов'язано з високою специфічністю штамів Rhizobium щодо виду та сорту рослини, швидким формуванням активних бульбочок і більшою ефективністю азотфіксації на ранніх етапах онтогенезу.

Додатковий аналіз показав, що при окремому застосуванні найвищу ефективність проявив препарат Ризоактив бобові, тоді як за комбінованого внесення максимальні результати забезпечувала суміш Андеріз + Мікофренд. Це свідчить про різний механізм дії препаратів: Ризоактив більш ефективно активує ризобіальний комплекс у моновикористанні, а Андеріз у поєднанні з Мікофрендом демонструє посилену синергію завдяки формуванню збалансованої мікробіологічної системи “ризосфера–мікориза–бульбочки”. (рис. 4.4).

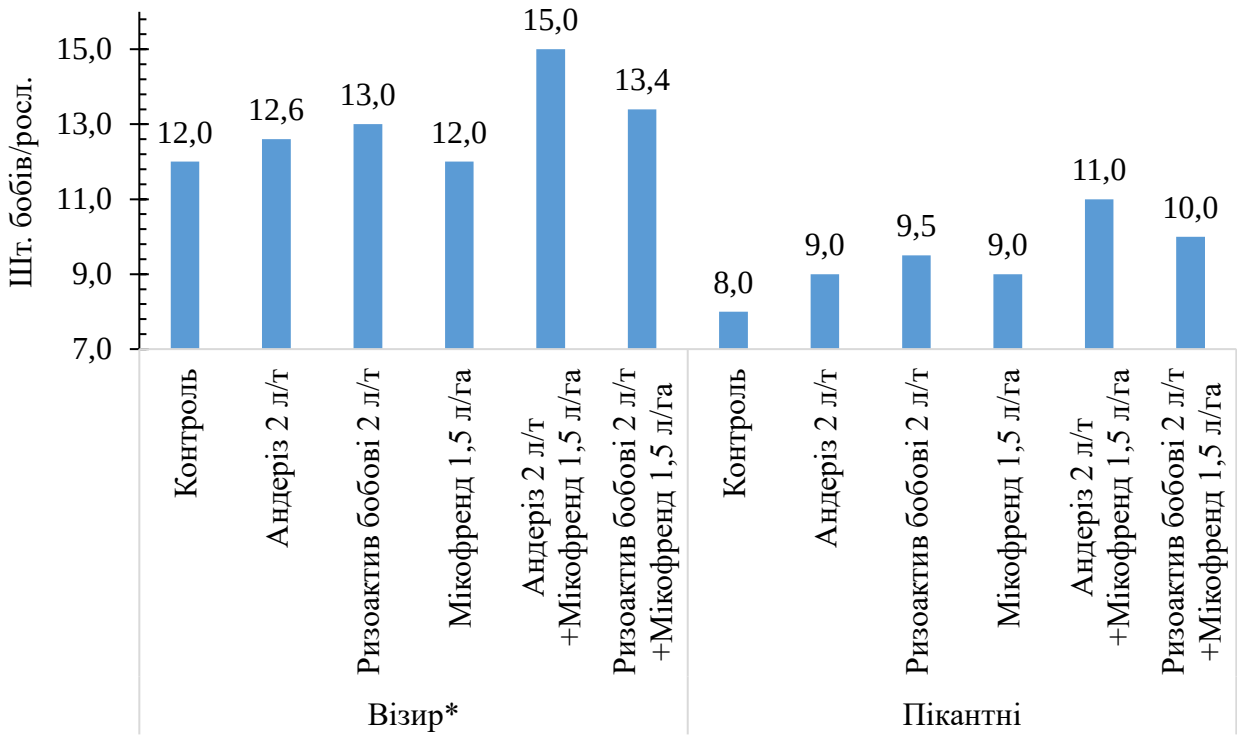


Рис. 4.4 Кількість бобів на рослині бобу кормового залежно від сорту та мікробіологічних препаратів, шт (2024 – 2025)
(*$НІР_{05}$ = A-0,32; B-0,20; AB-0,46*)

Кількість насіння в бобі виявилася одним із найстабільніших елементів структури врожайності, оскільки цей показник у більшості дослідних варіантів змінювався незначно. Провідну роль у його варіації відігравали передусім генетично зумовлені сортові особливості. Лише у варіантах, де застосовували комбіноване інокулювання біопрепаратами у поєднанні з Мікофрендом, спостерігали помітне збільшення кількості насінин у бобі. Так, у сорту Візир цей показник зріс на 12,5 %, а у сорту Пікантні — на 11,1 % порівняно з контролем. В інших варіантах досліду достовірної різниці у формуванні кількості насінин не зафіксовано.

Отримані дані свідчать про те, що реакція сої на мікробні препарати може проявлятися не лише через інтенсивність симбіотичної азотфіксації чи ріст вегетативної маси, але й через формування відтворювальних органів. Позитивний вплив комбінованого застосування біоінокулянтів із Мікофрендом, імовірно, зумовлений поліпшенням умов мінерального живлення, зокрема доступності фосфору та мікроелементів. Мікоризні гриби

сприяють розвитку кореневої системи та підвищують ефективність поглинання елементів живлення, що важливо саме в період формування насіннєвих зачатків (рис. 4.5).

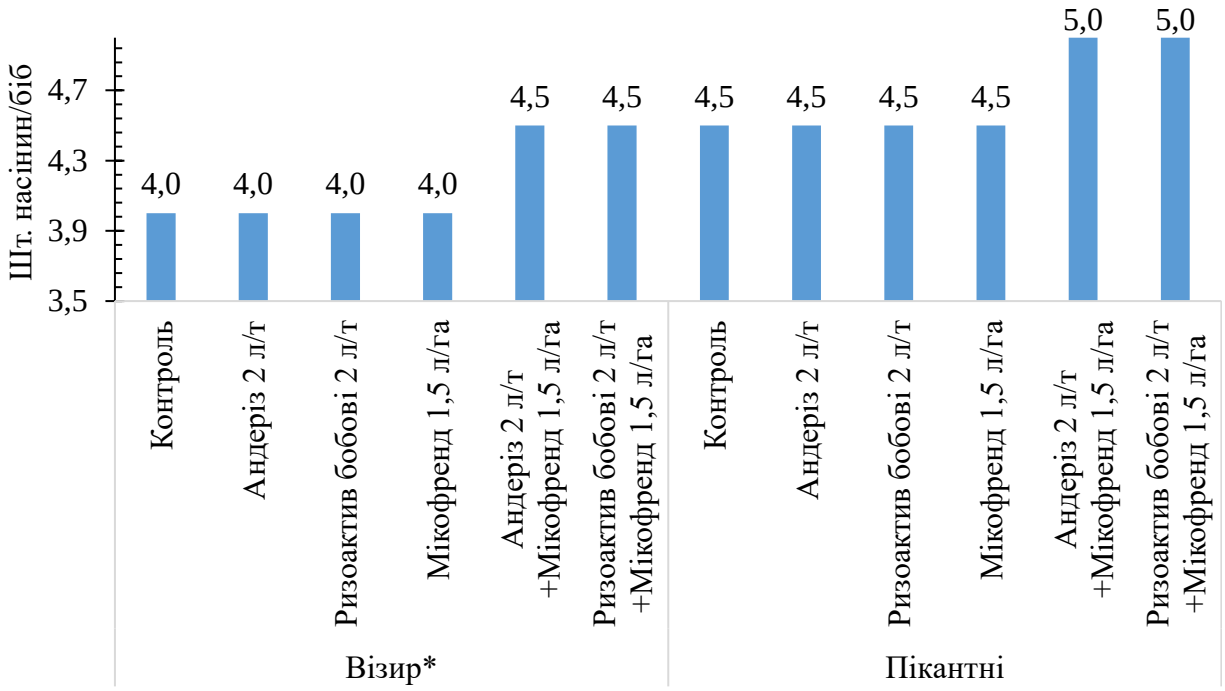


Рис. 4.5 Кількість насінин у бобі залежно від сорту та мікробіологічних препаратів, шт (2024 – 2025)
(*$НІР_{05}$ = A-0,13; B-0,08; AB-0,18*)

Також можливим поясненням є зниження рівня абортації насінин у бобах, яке часто спостерігається за стресових умов. Підсилення симбіотичних процесів могло стабілізувати фізіологічний стан рослин, що забезпечило закладення й утримання більшої кількості насінин

4.3. Структура врожаю кормових бобів та його якість залежно від сорту та мікробіологічних препаратів.

Найбільшу масу насіння формували рослини у варіантах із комбінованим застосуванням мікробіологічних препаратів. Так, у сорту Візир маса насіння становила 11,7–11,9 г на рослину, що перевищувало контроль на 6,2–8,3 %. У

сорту Пікантні даний показник дорівнював 9,7–9,8 г/росл., що відповідало приросту 7,7–9,4 % порівняно з контролем (рис. 4.6).

Комбіноване використання інокулянтів і мікоризних препаратів підсилює функціонування кореневої системи: азотфіксаційні бактерії забезпечують стабільне надходження біологічного азоту, а мікориза покращує доступність фосфору та мікроелементів. Завдяки цьому у фазу наливу насіння активізується синтез білків і запасних речовин, що й забезпечує формування більшої маси насіння на рослину. (рис. 4.6).

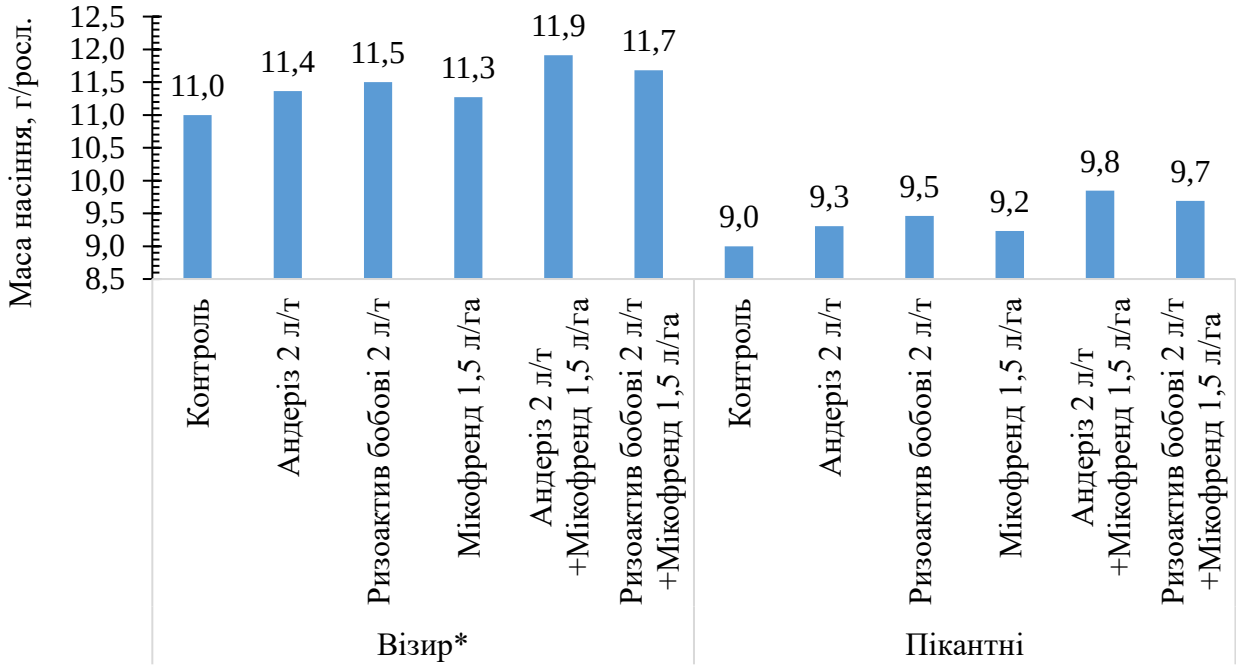


Рис. 4.6 Маса насіння бобу кормового залежно від сорту та мікробіологічних препаратів, г/росл. (2024 – 2025)
(*$НІР_{05}$ = А-0,25; В-0,16; АВ-0,36*)

Особливе значення для підвищення продуктивності посівів кормових бобів мало застосування різних біоінокулянтів та їх сумішей із мікоризоутворювачем. Загалом біологічна врожайність була високою — від 4,3 до 5,2 т/га, що пов’язано зі сприятливими умовами року. Використання мікоризного препарату Мікофренд збільшувало врожайність на 0,1 т/га у обох сортів.

Окреме застосування інокулянта Андеріз забезпечувало врожайність:

у сорту Візир — 5,0 т/га (+0,16 т/га; +3,3 %),

у сорту Пікантні — 4,4 т/га (+0,15 т/га; +3,4 %).

Біопрепарат Ризоактив бобові був ефективнішим: він забезпечив приріст 0,22 т/га у обох сортів (+4,5 % та +5,1 %).

Найвищі результати отримано за сумісної передпосівної обробки:

Андеріз + Мікофренд → + 0,40 т/га (найбільший приріст),

Ризоактив бобові + Мікофренд → + 0,30–0,33 т/га залежно від сорту (рис. 4.7).

Вплив біологічних препаратів на врожайність зумовлений синергетичною взаємодією корисних мікроорганізмів.

Інокулянти покращують азотне живлення, формуючи більше та активніше функціонуючих бульбочок.

Мікоризні гриби сприяють більш повному використанню ґрунтових ресурсів фосфору та води.

Оптимізоване мінеральне живлення зменшує абортацію бобів і насінин та підвищує їх налив.

Саме тому максимальний ефект отриманий у варіантах із комплексним застосуванням препаратів. (рис. 4.7).

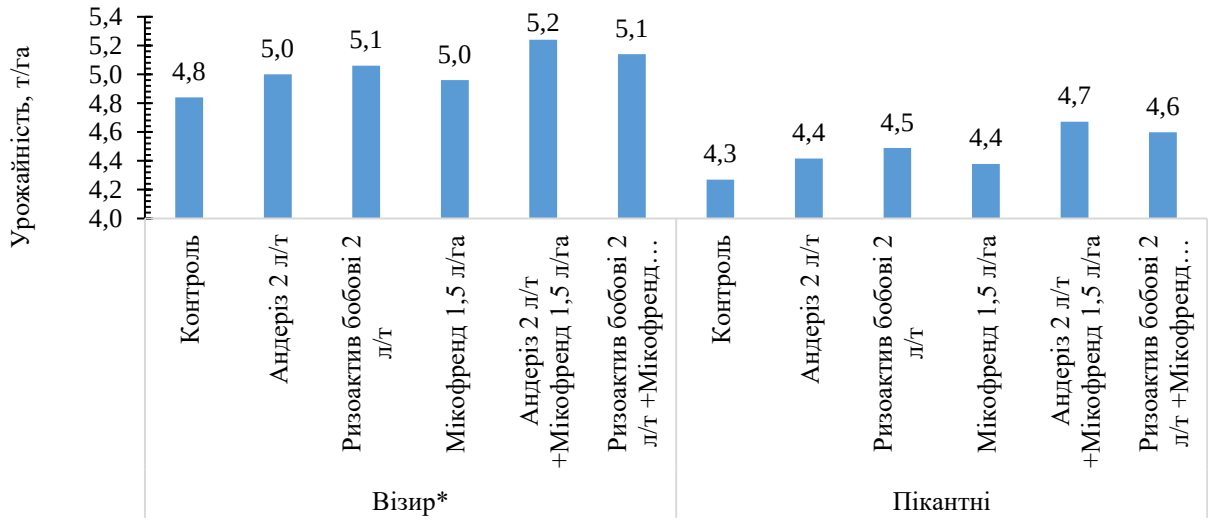


Рис. 4.7 Урожайність зерна бобу кормового залежно від сорту та мікробіологічних препаратів, т/га (2024 – 2025)

(*$НІР_{05}$ = А-0,10; В-0,06; АВ-0,14*)

Важливим компонентом продуктивності агроценозу є маса тисячі насінин. У дослідах вона істотно залежала від сорту та варіанта обробки. Найкрупніше насіння формувалося за комбінованого застосування мікробіологічних препаратів:

у сорту Візир — 359,8–366,8 г,

у сорту Пікантні — 315,0–320,0 г,

що становило приріст 6,2–8,3 % та 7,7–9,4 % відповідно (рис. 4.8).

Збільшена маса насіння свідчить про покращення процесів фотосинтезу та асиміляційного потоку до насіннєвих органів. Завдяки біопрепаратам рослини здатні краще протистояти тимчасовому дефіциту вологи чи поживних речовин, що особливо важливо у період наливу. Мікориза забезпечує ефективніший транспорт фосфатів, які відіграють ключову роль у формуванні запасних речовин насіння. (рис. 4.8).

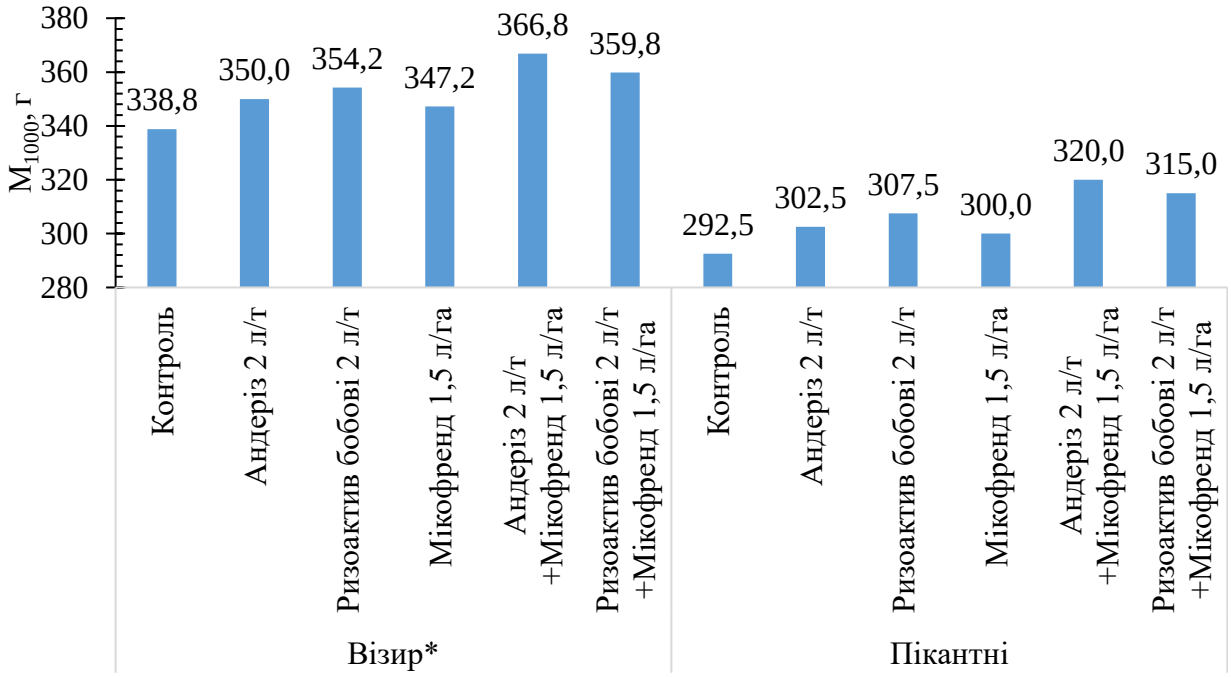


Рис. 4.8 Маса 1000 насінин бобу кормового залежно від сорту та мікробіологічних препаратів, г (2024 – 2025)
(*$НІР_{05}$ = А-6,47; В-4,09; АВ-9,15*)

Усі елементи структури врожаю кормових бобів тісно пов’язані між собою, тому збільшення лише одного показника не гарантує загального

підвищення врожайності. Згідно з отриманими результатами, високої продуктивності вдалося досягти лише завдяки оптимальному співвідношенню всіх елементів структури та збалансованому поєднанню досліджуваних агротехнічних прийомів.

Агротехнічні заходи впливають на врожай комплексно:

інокуляція визначає інтенсивність симбіотичної азотфіксації,

мікориза регулює доступність мінеральних елементів,

це разом впливає на кількість бобів, масу насіння, масу 1000 насінин і загальну врожайність.

Тому лише комплексний підхід дозволяє досягти максимальної реалізації потенціалу сорту. (рис. 4.9).

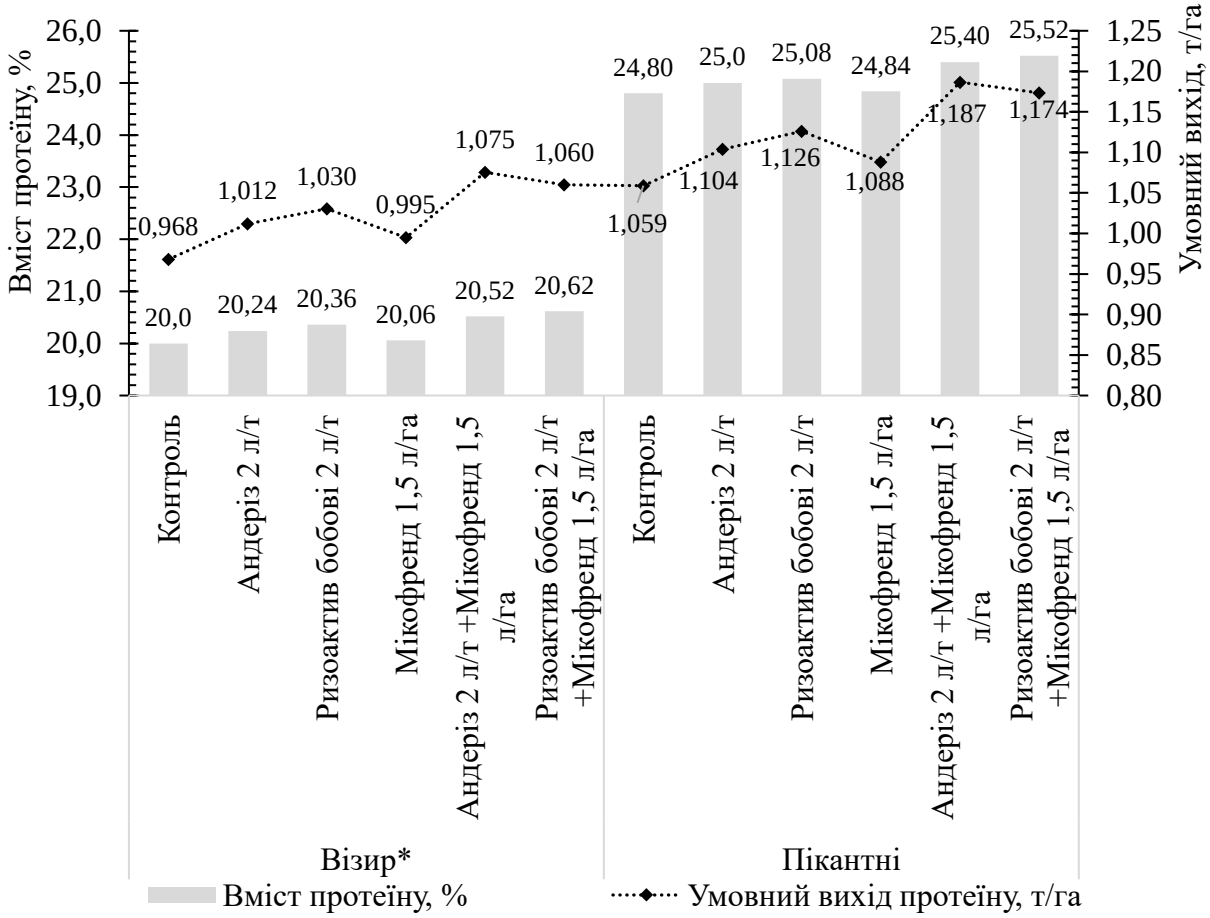


Рис. 4.9 Вміст (%) та умовний вихід протеїну (т/га) у зерні бобу кормового залежно від сорту та мікробіологічних препаратів, г (2024 – 2025) (*$НІР_{05}$ = А-0,72; В-0,46; АВ-1,03*)

Сучасне сільськогосподарське виробництво орієнтоване на отримання біологічно цінної та екологічно чистої продукції. Для кормових бобів головними показниками якості є вміст білка та жиру. Погодні умови та технологічні варіанти по-різному впливали на ці показники.

Вміст сирого протеїну у досліджуваних варіантах становив 20,0–25,52 %. Найвищий його рівень відзначено у сорту Пікантні. У межах одного сорту істотних відмінностей між варіантами не виявлено, хоча певне збільшення спостерігалося за комбінованого застосування біопрепаратів (рис. 4.9).

Вміст протеїну визначається доступністю азоту протягом періоду наливу насіння. Біоінокулянти здатні підвищувати надходження біологічного азоту, проте ефект сильніше проявляється за низького природного азотного фону або стресових умов. Оскільки рік був сприятливим і забезпечення рослин азотом — достатнім, вплив інокуляції на білковість був незначним. Водночас змішане застосування препаратів все ж забезпечило найкращий режим живлення, що позначилося на невеликому зростанні протеїновості..

4.4. Розвиток нодуляційного апарату бобу кормового залежно від сорту та мікробіологічних препаратів.

У рослин кормових бобів тип азотного живлення істотно змінюється залежно від умов вирощування. З позиції біологізації землеробства симбіотрофний шлях засвоєння азоту має значні переваги над автотрофним, оскільки дозволяє покращити екологічний стан агроценозів, знизити техногенне навантаження на ґрунт і зменшити виробничі витрати на мінеральні добрива. Для максимального прояву симбіотрофного живлення необхідно створити оптимальні умови для формування й активного функціонування бобово-ризобіального симбіозу.

Фіксація атмосферного азоту бульбочковими бактеріями розпочинається приблизно на 15–20-й день після появи сходів, однак на ранніх етапах вегетації цей процес проходить повільно. Найвища активність

азотфіксації спостерігається у фазі цвітіння та формування бобів, що визначає подальший рівень забезпечення рослин біологічним азотом.

Аналіз даних рисунків 4.10 і 4.11 свідчить про суттєві зміни параметрів симбіотичного апарату під впливом досліджуваних препаратів.

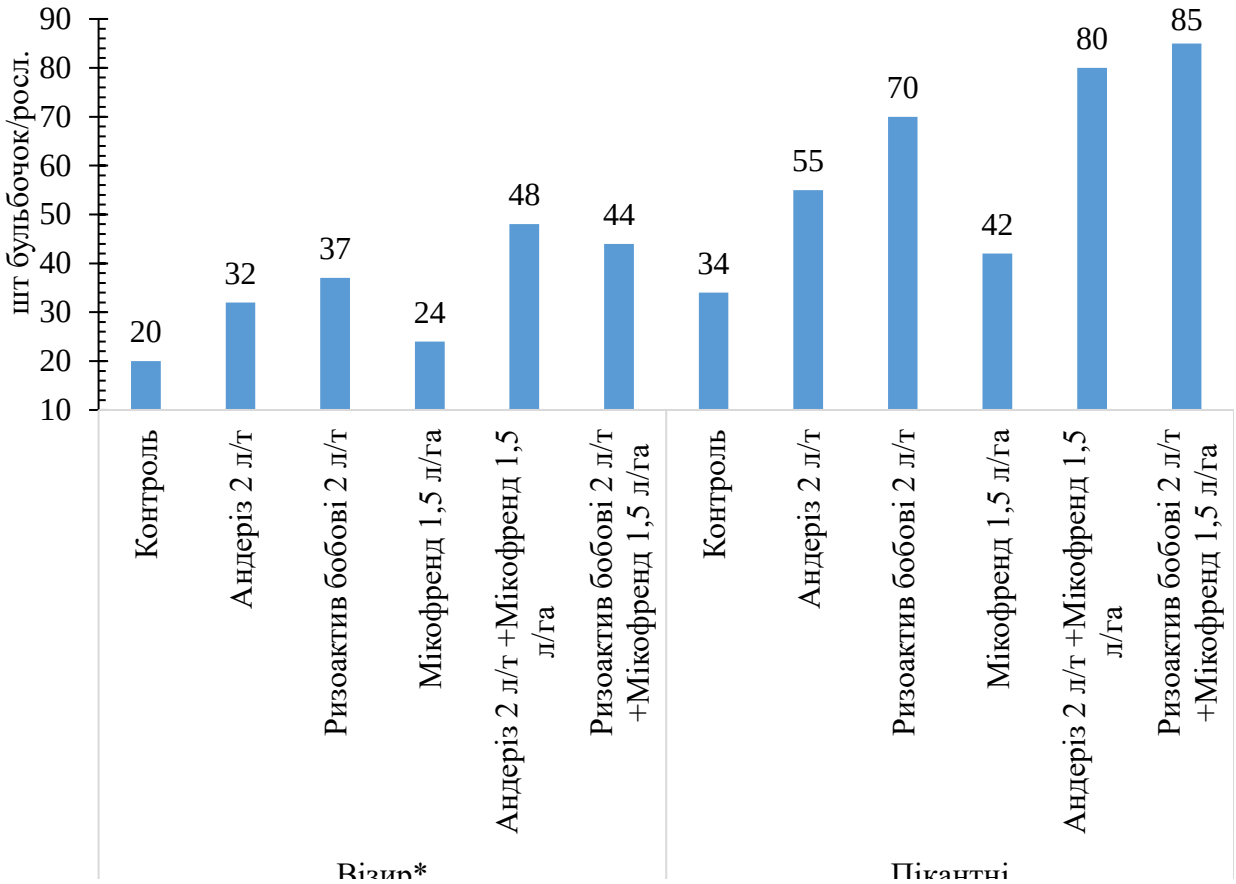


Рис. 4.10 Кількість азотфіксуючих бульбочок бобу кормового залежно від сорту та мікробіологічних препаратів, шт/росл. (2024 – 2025) (*$НІР_{05}$ = A-1,96; B-1,24; AB-2,77*)

Найефективнішим виявилося комбіноване застосування біоінокулянтів разом із мікоризоутворювачем. Передпосівна обробка сумішшю Андеріз + Мікофренд збільшувала кількість бульбочок на рослині на 135 і 140 % відповідно для сортів.

Обґрунтування: мікориза підсилює заселення кореневої системи симбіотичними бактеріями завдяки розвинутій грибній гіфальній мережі, що покращує доступність поживних речовин і створює сприятливі умови для колонізації ризобіями. Біоінокулянт забезпечує надходження активних штамів бактерій, які швидше формують бульбочки.

Дослідження показали, що суміш Андеріз + Мікофренд істотно збільшувала масу бульбочок — на 75,9 і 64,0 %, залежно від сорту.

Обґрунтування: масивні бульбочки свідчать про високий рівень азотфіксувальної активності, оскільки саме в них зосереджуються найбільш функціонально активні бактерії. Препарат Андеріз спрямований не лише на стимуляцію утворення бульбочок, а й на підвищення їх фізіологічної активності, що покращує накопичення біомаси.

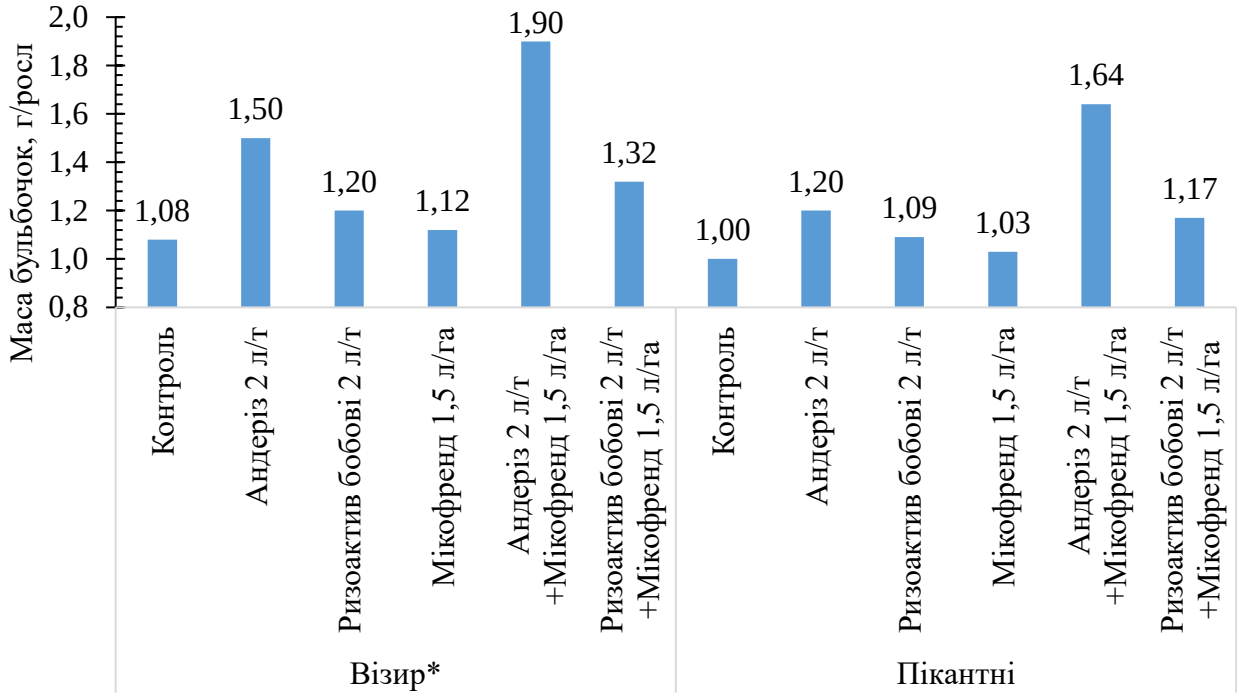


Рис. 4.11 Маса азотфіксуючих бульбочок бобу кормового залежно від сорту та мікробіологічних препаратів, г/росл.
(2024 – 2025) (*$НІР_{05}$ = A-0,03; B-0,02; AB-0,04*)

Встановлено відмінності між сортами: сорт Візир формував меншу кількість, але більших за масою бульбочок, тоді як сорт Пікантні — більшу кількість бульбочок, але меншої маси.

Обґрунтування: це зумовлено генетичними особливостями сортів, які визначають інтенсивність росту кореневої системи, швидкість колонізації ризобіями та ефективність формування симбіотичних структур. Сорти з

більшими бульбочками зазвичай характеризуються вищою активністю азотфіксації.

Виявлено, що препарат Ризоактив бобові ефективніше стимулює кількісне утворення бульбочок, однак меншою мірою впливає на збільшення їх маси. Навпаки, Андеріз слабше впливає на кількість, проте істотно збільшує їх масу.

Обґрунтування: ефективність симбіозу визначається не стільки кількістю, скільки функціональною активністю бульбочок. Великі, добре розвинуті бульбочки мають більше тканин з легоглобіном та вищу здатність фіксувати азот, а також залишають більше біологічного азоту в ґрунті після відмирання.

Один із найважливіших якісних показників симбіотичного апарату — концентрація легоглобіну, яка прямо визначає інтенсивність азотфіксації. У наших дослідженнях найбільше підвищення цього показника забезпечила суміш Андеріз + Мікофренд: концентрація легоглобіну зросла на 34,0 і 28,6 % за сортами. Суміш Ризоактив бобові + Мікофренд давала дещо нижчий ефект — 29,8 і 22,3 %.

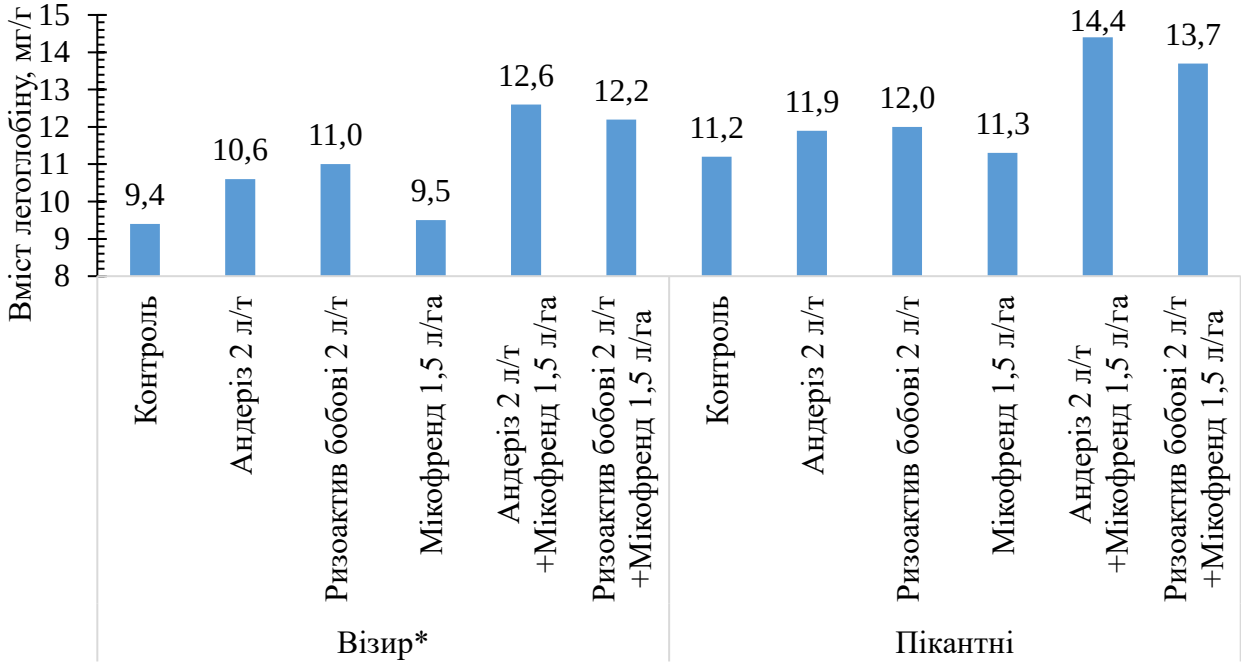


Рис. 4.12 Вміст легоглобіну в азотфіксуючих бульбочках бобу кормового залежно від сорту та мікробіологічних препаратів, мг/г сирих бульбочок (2024 – 2025) (*$НІР_{05}$ = А-0,33; В-0,21; АВ-0,47*)

Обґрунтування: легоглобін є кисневим буфером у бульбочках і забезпечує оптимальні умови для ферменту нітрогенази. Підвищення його концентрації означає зростання метаболічної активності бульбочок та інтенсивності фіксації азоту. Мікориза додатково покращує мінеральне живлення, що сприяє більшим енергетичним можливостям симбіотичного комплексу.

Лише незначне підвищення вмісту легоглобіну у варіанті з одним Мікофрендом свідчить, що зниження кількості фітопатогенних мікроорганізмів у ризосфері покращує умови функціонування бульбочкових бактерій, хоча сам мікоризний гриб не є безпосередньо азотфіксатором.

Обґрунтування: мікориза зменшує конкуренцію за ресурси в ризосфері та обмежує дію патогенів, але без специфічних ризобій ефект неповний.

Результати дослідження свідчать, що функціонування симбіотичного апарату кормових бобів значною мірою залежить не лише від кліматичних умов, а й від застосування біоінокулянтів та мікоризоутворюючих препаратів. Найвищу ефективність забезпечує комбіноване застосування Андеріз + Мікофренд, яке оптимізує всі ключові параметри — кількість бульбочок, їх масу та концентрацію легоглобіну. Саме комплексна дія цих препаратів формує потужну й активну систему азотфіксації, що має важливе агрономічне значення для підвищення продуктивності та біологізації технологій вирощування бобових культур.

РОЗДІЛ 5
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ КОРМОВИХ БОБІВ БІОІНОКУЛЯНТАМИ ТА МІКОРИЗОУТВОРЮВАЧЕМ

Розрахунок економічної ефективності застосування біоінокулянтів і мікоризоутворювачів на сортах кормових бобів є одним із ключових етапів наших досліджень. Економічна оцінка дає можливість визначити додаткові резерви зниження виробничих витрат, оцінити доцільність використання нових біопрепаратів та сформувати рекомендації щодо оптимальної технології вирощування бобів у Лісостеповій зоні.

У сучасних умовах ринку результативність виробництва кожного сільськогосподарського підприємства значною мірою визначається ціновою ситуацією: вартістю продукції, матеріальних ресурсів, паливно-мастильних матеріалів, електроенергії й інших складових виробничого процесу. Тому оцінювання ефективності технології вирощування кормових бобів проводиться з урахуванням таких показників: загальних виробничих витрат, собівартості 1 т продукції, вартості валової продукції, умовного чистого доходу та рівня рентабельності.

При цьому величина цих показників безпосередньо залежить від фактичної урожайності культури. Винятком є лише собівартість, яка має зворотну залежність — зі збільшенням урожайності витрати на одиницю продукції зменшуються.

В умовах нестабільності ринкових цін отримати абсолютно точну економічну оцінку елементів технології досить складно. Проте розрахунки, виконані на основі технологічних карт і діючих цін на продукцію та матеріально-технічні ресурси, дозволяють сформувати реалістичне уявлення про економічні результати застосування відповідних агротехнічних прийомів.

Показники економічної ефективності вирощування кормових бобів за різних варіантів технології наведені в таблиці 5.1.

Обґрунтування значення кожного економічного показника

1. Виробничі витрати

Це загальна сума коштів, необхідна для реалізації технології вирощування.

Обґрунтування: дає змогу оцінити, наскільки застосування біопрепаратів підвищує або знижує витрати у порівнянні з традиційною технологією. Зменшення витрат або їх незначне зростання при суттєвому прирості урожайності свідчить про економічну доцільність застосування препаратів.

2. Урожайність культури

Показник, який визначає обсяг валової продукції з одиниці площі.

Обґрунтування: є основним фактором впливу на всі інші показники економічної ефективності. Саме підвищення урожайності через покращення азотного живлення, інтенсифікацію симбіотичних процесів і зміцнення фітосанітарного стану ґрунту забезпечує найбільший економічний ефект.

3. Вартість валової продукції

Розраховується на основі урожайності та ціни продукції.

Обґрунтування: дозволяє визначити дохідну частину виробництва. Зростання вартості валової продукції демонструє фінансову вигоду від застосування біоінокулянтів і мікоризоутворювача.

4. Собівартість 1 т продукції

Показує витрати виробництва, віднесені до одиниці продукції.

Обґрунтування: є ключовим індикатором економічної ефективності, адже при збільшенні урожайності собівартість знижується. Низька собівартість підвищує конкурентоспроможність продукції та дозволяє отримувати стабільний прибуток навіть при коливаннях ринкових цін.

5. Умовний чистий дохід

Різниця між вартістю валової продукції та загальними виробничими витратами.

Обґрунтування: характеризує реальний фінансовий результат господарства від впровадження конкретної технології. Чим вищий чистий дохід, тим економічно вигіднішою є технологія.

6. Рівень рентабельності

Показує відсоткове співвідношення чистого доходу до виробничих витрат.

Обґрунтування: це інтегральний показник, який дозволяє оцінити ефективність виробництва в цілому. Високий рівень рентабельності свідчить про економічну привабливість технології та перспективність її впровадження.

Таблиця 5.1

Економічна ефективність вирощування сортів сої овочевої

Сорт	Мікробіологічний препарат	Урожайність, т/га		Ціна реалізації 1 т, тис грн	Вартість продукції, тис грн/га		Витрати на валове виробництво, тис. грн/га	Собівартість 1 т, тис. грн	Умовна сума чистого прибутку, грн./га	Рівень рентабельності, %
		валова	додаткова		валової	додаткової,				
Візир*	Контроль	4,8	0,0	8	38,7	0	14,0	2,89	24,7	177
	Андеріз 2 л/т	5,0	0,2		40,0	1,3	14,9	2,98	25,1	168
	Ризоактив бобові 2 л/т	5,1	0,2		40,5	1,8	14,6	2,89	25,9	177
	Мікофренд 1,5 л/т	5,0	0,1		39,7	1,0	14,9	3,00	24,8	166
	Андеріз 2 л/т +Мікофренд 1,5 л/т	5,2	0,4		41,9	3,2	15,7	3,00	26,2	167
	Ризоактив бобові 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т	5,1	0,3		41,1	2,4	15,4	3,00	25,7	167
Пікантні	Контроль	4,3	0,0		34,2	0,0	14,0	3,28	20,2	144
	Андеріз 2 л/т	4,4	0,1		35,3	1,2	14,9	3,37	20,4	137
	Ризоактив бобові 2 л/т	4,5	0,2		35,9	1,8	14,6	3,25	21,3	146
	Мікофренд 1,5 л/т	4,4	0,1		35,0	0,9	14,9	3,40	20,1	135
	Андеріз 2 л/т +Мікофренд 1,5 л/т	4,7	0,4		37,4	3,2	15,7	3,36	21,7	138
	Ризоактив бобові 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т	4,6	0,3		36,8	2,6	15,4	3,35	21,4	139

Витрати на вирощування зерна кормових бобів у досліді коливалися в межах 14,0–15,7 тис. грн/га. Найменших витрат потребували контрольні варіанти, тоді як максимальні значення були характерні для варіантів із комбінованим застосуванням біоінокулянтів та препарату Мікофренд. Загалом використання мікробіологічних препаратів підвищувало витрати на 0,6–1,7 тис. грн/га, залежно від варіанту.

Собівартість виробленого зерна змінювалася неістотно і перебувала в межах 2,89–3,40 тис. грн/т, що свідчить про відносну стабільність цього показника незалежно від обробки насіння.

Умовно чистий прибуток становив 20,2–26,2 тис. грн/га. Найбільші значення прибутку були характерні для варіантів із застосуванням сумішей мікробіологічних препаратів. Зокрема, передпосівна обробка насіння сумішшю Андеріз + Мікофренд забезпечила максимальний прибуток:

26,2 тис. грн/га для сорту Візир,

21,7 тис. грн/га для сорту Пікантні.

Суміш Ризоактив бобові + Мікофренд також була економічно ефективною, формуючи прибуток:

25,7 тис. грн/га у сорту Візир,

21,4 тис. грн/га у сорту Пікантні.

Рівень рентабельності істотно відрізнявся між сортами. Для сорту Візир він становив 166–177 %, тоді як для сорту Пікантні — 135–144 %. Найвища рентабельність у сорту Візир була отримана у контрольному варіанті та при застосуванні препарату Ризоактив бобові (177 %). У сорту Пікантні максимальний показник рентабельності спостерігався в аналогічних варіантах, але був нижчим і становив 146 %.

Отже, варіанти з комбінованим використанням біопрепаратів виявилися найбільш затратними. Проте рівень рентабельності в цих варіантах зменшувався через порівняно низьку додаткову ефективність препаратів на фоні сприятливих погодних умов, які забезпечили високу продуктивність навіть контрольних варіантів у поточному році.

РОЗДІЛ 6
ОРГАНІЗАЦІЯ УМОВ ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ПРИ ВИРОЩУВАННІ БОБІВ КОРМОВИХ

6.1. ОРГАНІЗАЦІЯ УМОВ ОХОРОНИ ПРАЦІ

Охорона праці — це комплекс правових, соціально-економічних, технічних, санітарно-гігієнічних і профілактичних заходів, спрямованих на збереження життя та працездатності працівників у процесі трудової діяльності.

Експлуатація зернозбиральних комбайнів (ЗУК) супроводжується високим рівнем травматизму, причому до 80 % випадків пов’язані з ремонтом, технічним обслуговуванням та налаштуванням машин. Безпечність праці безпосередньо залежить від технічного стану комбайна, тому регулярне та якісне технічне обслуговування є ключовою умовою зниження ризиків [40, 41].

Оскільки близько 70 % комбайнів експлуатуються за межами нормативного терміну служби, вони стають потенційним джерелом небезпеки. Під час польових робіт ремонти та регулювання виконують кваліфіковані слюсарі-ремонтники, однак саме ця категорія працівників має один із найвищих рівнів виробничого травматизму.

Основні причини незадовільного технічного стану машин: несвоєчасне або неякісне проведення ТО; недостатня матеріально-технічна база; конструктивна складність виконання окремих операцій технічного обслуговування.

Початок збиральних робіт має передбачати низку організаційних заходів: перевірку техніки, підготовленості полів, огляд ліній електропередач, закріплення комбайнів за механізаторами. Обов’язковим є інструктаж з охорони праці та пожежної безпеки.

До загальних вимог належать: допуск до роботи лише осіб від 18 років із відповідним посвідченням; використання спецодягу, головного убору та, за

потреби, захисних окулярів; заборона роботи в стані алкогольного сп’яніння; виконання будь-якого обслуговування лише при вимкненому двигуні; дотримання правил безпечної роботи з жниваркою і ріжучим апаратом.

Правильна організація праці, дотримання інструкцій та технічна справність ЗУК є основою попередження травматизму.

6.2. Оцінка екологічної небезпеки та вимоги до вирощування кормових бобів

Із розвитком промисловості та аграрного виробництва антропогенне навантаження на довкілля значно зросло. Це призводить до деградації ґрунтів, погіршення якості водних ресурсів і розвитку процесів ерозії, засолення та дегуміфікації. Нині понад 40 % сільськогосподарських угідь перебувають в ерозійно небезпечному стані, а близько 20 % — забруднені.

У сучасних умовах важливе значення має еколого-ландшафтний підхід до землеустрою, який забезпечує відновлення природних властивостей земель та формування екологічно сталого землекористування.

Агротехнології є системою прийомів, що регулюють розвиток агроценозу з урахуванням природних умов і особливостей сорту. Вони повинні бути альтернативними, адаптованими до агроекологічних характеристик території та ґрунтуватися на усуненні лімітуючих факторів продуктивності.

Бобові культури відіграють ключову роль у покращенні стану ґрунтів завдяки сформованій кореневій системі та симбіозу з бульбочковими бактеріями. Вони залишають у ґрунті значні обсяги органічної речовини та біологічного азоту. Зокрема: біб кормовий при вирощуванні на зерно забезпечує до 85 ц/га кореневих і пожнивних решток та близько 106 кг/га азоту; багаторічні бобові трави залишають ще більше органічної маси — 33–43 ц/га [42, 43].

Отже, включення бобових культур у сівозміни істотно підвищує родючість ґрунтів, сприяє нагромадженню органічної речовини й азоту та забезпечує екологічну стабільність агроландшафтів.

ВИСНОВКИ

1. У ході досліджень встановлено, що тривалість основних фенофаз кормових бобів майже не різнилася між варіантами — відхилення становили 1–2 доби. Загалом різниця між тривалістю міжфазних періодів була незначною. Водночас наприкінці вегетації застосовані препарати сприяли подовженню загального періоду розвитку рослин до 5 діб залежно від варіанта.

2. Найвищі показники листкової поверхні отримано в разі поєднаного внесення біоінокулянтів із Мікофрендом. За таких умов площа листків перевищувала контроль на 4,6–5,2 тис. м²/га (7,5–8,6 %) у сорту Візир та на 4,8–6,6 тис. м²/га (8,5–11,6 %) у сорту Пікантні.

3. Максимальна маса насіння на рослину формувалася також за сумісної дії препаратів. У сорту Візир маса насіння становила 11,7–11,9 г/росл., що на 6,2–8,3 % більше порівняно з контролем; у сорту Пікантні — 9,7–9,8 г/росл., що перевищувало контроль на 7,7–9,4 %.

4. Найбільший приріст урожайності забезпечила суміш Андеріз + Мікофренд — по 0,40 т/га в обох сортів. Суміш Ризоактив бобові + Мікофренд діяла слабше, забезпечуючи приріст 0,30 і 0,33 т/га відповідно.

5. Комбіноване застосування біоінокулянтів та мікоризоутворювача виявилося найрезультативнішим у формуванні активного симбіотичного апарату. Передпосівна обробка Андеріз + Мікофренд підвищила кількість бульбочок на корінні на 135 і 140 % та їх масу на 75,9 і 64,0 % у сортів Візир і Пікантні відповідно. Встановлено, що Ризоактив бобові ефективніше стимулює збільшення кількості бульбочок, тоді як Андеріз більш суттєво впливає на зростання їх маси. Це є особливо важливим, оскільки саме великі, добре розвинені бульбочки забезпечують високу фіксацію біологічного азоту та покращують азотне живлення рослин і ґрунту.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для підвищення продуктивності посівів кормових бобів доцільно здійснювати передпосівну обробку насіння біоінокулянтом Ризоактив бобові у нормі 2 л/т. Такий прийом забезпечує формування врожайності на рівні 5,1 т/га у сорту Візир та 4,5 т/га у сорту Пікантні.

Крім того, ефективним є використання суміші біоінокулянту Андеріз (2 л/т) у поєднанні з мікоризоутворювачем Мікофренд (1,5 л/т). Застосування цієї комбінації сприяє досягненню врожайності на рівні 5,2 т/га у сорту Візир та 4,7 т/га у сорту Пікантні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Abbass, Z., Okon, Y., 1993. Plant growth-promotion by Azotobacter paspali in the rhizosphere. Soil Biol. Biochem. 25,1075-1083.

2. Arshad, M., Frankenberger, W.T., 1991. Microbial production of plant hormones. Plant and Soil 133, 1-8.

3. Becking, J.H., 1992. The family Azotobacteraceae. In: Balows, A., TruÈper, G.H., Dworkin, M., Harder, W., Schleifer, K.H. (Eds.), The Prokaryotes, A Handbook on the Biology of Bacteria: Ecophysiology, Isolation, Identification, Applications. 2nd ed., vol. 4, Springer, Germany, pp. 3144-3170.

4. Beijerinck, M.W., 1901. Ueber oligonitrophile Mikroben. Zentralblatt fuÈr Bakteriologie. Parasitenkunde, Infektionskrankheiten und Hygiene Abteilungen II 7, 561-582.

5. Brown, M.E., 1974. Seed and root bacterization. Annu. Rev. Phytophatol. 12, 181-197.

6. Burns, T.A., Bishop, P.E., Israel, D.W., 1981. Enhanced nodulation of leguminous plant roots by mixed cultures of Azotobacter vinelandii and Rhizobium. Plant and Soil 62, 399-412.

7. Buttery, B.R., Parj, S.J., Hume, D.J., 1992. Potential for increasing nitrogen fixation in grain legumes. Can. J. Plant Sci. 72, 323-349.

8. Caba, J.M., Lluch, C., Ligero, F., 1993. Genotypic differences in nitrogen assimilation in Vicia faba effect of nitrate. Plant and Soil 151, 167-174.

9. Chanway, C.P., Hynes, R.K., Nelson, L.M., 1989. Plant growthpromoting rhizobacteria: Effects on growth and nitrogen fixation of lentil (Lens esculenta Moench) and pea (Pisum sativum L.). Soil Biol. Biochem. 21, 511-517.

10. Derylo, M., Skorupska, A., 1993. Enhancement of symbiotic nitrogen fixation by vitamin-secreting fluorescent Pseudomonas. Plant and Soil 154, 211-217.

11. DoÈbereiner, J., Pedrosa, F.O., 1987. Nitrogen-fixing Bacteria in Non Leguminous Crop Plants. Springer, Germany.

12. del Gallo, M., Fabbri, P., 1991. Effect of soil organic matter onchickpea inoculated with Azospirillum brasilense and Rhizobium leguminosarum bv. ciceri. Plant and Soil 137, 171-175.

13. GonzaÂlez-LoÂpez, J., SalmeroÂn, V., Moreno, J., Ramos-Cormenzana, A., 1983. Amino acids and vitamins produced by Azotobacter vinelandii ATCC 12837 in chemically-defined media and dialysed soil media. Soil Biol. Biochem. 15, 711-713.

14. GonzaÂlez-LoÂpez, J., SalmeroÂn, V., MartõÂnez-Toledo, M.V., Ballesteros, F., Ramos-Cormenzana, A., 1986. Production of auxins, gibberellins and cytokinins by Azotobacter vinelandii ATCC 12837 in chemically-defined media and dialysed soil media. Soil Biol. Biochem. 18, 119-120.

15. Gross, D.C., Vidaver, A.K., 1978. Bacteriocin-like substances produced by Rhizobium japonicum and other slow-growing rhizobia. Appl. Environ. Microbiol. 36, 936-943.

16. Hassouna, M., Hassan, M.T., Madkour, M.A., 1994. Increased yields of alfalfa (Medicago sativa) inoculated with N2-fixing bacteria and cultivated in a calcareous soil of Northwestern Egypt. Arid Soils Research and Rehabilitation 8, 389-393.

17. Iruthayathas, E.E., Gunasekaran, S., Vlassak, K., 1983. Effect of combined inoculation of Azospirillum and Rhizobium on nodulation and N2-fixation of winged bean and soybean. Scientia Horticulturae 20, 231-240.

18. Jain, D.K., Patriquin, D.G., 1984. Root hair deformation, bacterial attachment, and plant growth in wheat-Azospirillum associations. Appl. Environ. Microbiol. 48, 1208-1213.

19. Jordan, D.C., 1984. Genus I. Rhizobium Frank 1889, 388AL. In: Krieg, N.R., Holt, J.G. (Eds.), Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, vol. 1.Williams andWilkins, Baltimore, pp. 136-139.

20. Kole, M.M., Page, W.J., Altosaar, I., 1988. Distribution of Azotobacter in Eastern Canadian soils and in association with plant rhizospheres. Can. J. Microbiol. 34, 815-817.

21. MartõÂnez-Toledo, M.V., GonzaÂlez-LoÂpez, J., de la Rubia, T., Ramos-Cormenzana, A., 1985. Isolation and characterization of Azotobacter chroococcum from the roots of Zea mays. FEMS Microbiol. Ecol. 31, 197-203.

22. MartõÂnez-Toledo, M.V., GonzaÂlez-LoÂpez, J., de la Rubia, T., Moreno, J., Ramos-Cormenzana, A., 1988a. Effect of inoculation with Azotobacter chroococcum on nitrogenase activity of Zea mays roots grown in agricultural soils under aseptic and non-sterile conditions. Biology and Fertility of Soils 6, 170- 176.

23. MartõÂnez-Toledo, M.V., GonzaÂlez-LoÂpez, J., de la Rubia, T., Moreno, J., Ramos-Cormenzana, A., 1988b. Grain yield response of Zea mays (Hybrid AE 703) to Azotobacter chroococcum H23. Biology and Fertility of Soils 6, 352-353.

24. MartõÂnez-Toledo, M.V., SalmeroÂn, V., GonzaÂlez-LoÂpez, J., 1991. Biological characteristics of Azotobacter spp. in natural environments. Trends in Soil Sci. 1, 15-23.

25. Okon, Y., Itzigsohn, R., 1995. The development of Azospirillum as a commercial inoculant for improving crop yields. Biotechnol. Advances 13, 415-424.

26. Pacovsky, R.S., Paul, E.A., Bethlenfalvay, G.J., 1985. Nutrition of sorghum plants with nitrogen or inoculated with Azospirillum brasilense. Plant and Soil 85, 145-148.

27. Plazinsky, J., Rolfe, B.G., 1985. Influence of Azospirillum strains on the nodulation of clovers by Rhizobium strains. Appl. Environ. Microbiol. 9, 984-989.

28. Polonenko, D.R., Scher, F.M., Kloepper, J.W., Singleton, C.A., Laliberte, M., Zaleska, I., 1987. Effects of root colonizing bacteria on nodulation of soybean roots by Bradyrhizobium japonicum. Can. J. Microbiol. 33, 498-503.

29. Rigaud, J., Puppo, A., 1975. Indole-3-acetic acid catabolism by soybean bacteroids. J. Gen. Microbiol. 88, 223-228.

30. Rodelas, B., GonzaÂlez-LoÂpez, J., SalmeroÂn, V., Pozo, C., MartõÂnez- Toledo, M.V., 1996. Enhancement of nodulation, N2-fixation and

growth of faba bean (Vicia faba L.) by combined inoculation with Rhizobium leguminosarum bv. viceae and Azospirillum brasilense. Symbiosis 21, 175-186.

31. Rodelas, B., GonzaÂlez-LoÂpez, J., SalmeroÂn, V., MartõÂnez-Toledo, M.V., Pozo, C., 1998. Symbiotic effectiveness and bacteriocin production by Rhizobium leguminosarum bv. viceae isolated from agricultural soils in Spain. Appl. Soil Ecol. 8, 51-60.

32. Rubenchik, L.I., 1963. Azotobacter and its Use in Agriculture. National Science Foundation, Washington, DC. Sarig, S., Kapulnik, Y., Okon, Y., 1986. Effect of Azospirillum inoculation on nitrogen fixation and growth of several winterlegumes. Plant and Soil 90, 335-342.

33. Tchan, Y.T., New, P.B., 1984. Genus I Azotobacter Beijerinck. In: Krieg, N.R., Holt, J.G. (Eds.), Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, vol. 1. Williams andWilkins, Baltimore, pp. 220-229.

34. Wilson, P.W., Knight, S.C., 1952. Experiments in Bacterial Physiology. Burguess, Minneapolis, p. 49.

35. Yahalom, E., Okon, Y., Dovrat, A., 1987. Azospirillum effects on susceptibility to Rhizobium nodulation and on nitrogen fixation of several forage legumes. Can. J. Microbiol. 33, 510-514.

36. Недвига М. В. Морфологічні критерії та генезис сучасних ґрунтів України Київ. Сільгоспосвіта, 1994. 344 с.

37. ДСТУ 4793:2007 Боби кормові. Технологія вирощування. Загальні вимоги. Чинний від 01.01.2009

38. Панасюк О. В. Методи і організація досліджень в агрономії. Львів, 2017. 86с.

39. ДСТУ ISO 5983-2003. Корми для тварин. Визначання вмісту азоту і обчислювання вмісту сирого білка. Метод К’єльдаля (ISO 5983:1997, IDT)

40. Закон України "Про охорону праці" в редакції від 21 листопада 2002 р

41. Державний реєстр міжгалузевих і галузевих нормативних актів про охорону праці (Реєстр ДНАОП). К.: Держнаглядохоронпраці; Основа, 1995. 223 с.

42. Гогіташвілі Г.Г. Системи управління охороною праці : навч. посібник для студ. вищих навч. закладів. ─ Львів : Афіша, 2002 . ─ 318 с.

43. Третяк А.М. Екологія землекористування: теоретико-методологічні основи формування та адміністрування: монографія. Херсон : Грінь Д.С., 2012. 440 с.