ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ «ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
Факультет агротехнологій і природокористування
Кафедра рослинництва, селекції та насінництва

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

НА ТЕМУ:

«Особливості формування врожаю насіння квасолі залежно від агроекологічних заходів в умовах ФГ "АГРОРОЗВИТОК 2024"

Виконав:
здобувач освітнього ступеня «Магістр»
освітньо-професійної програми
«Агрономія»
спеціальності 201 «Агрономія»
денної форми навчання
СЛИВЧУК Ярослав Олексійович
к.с.-г. наук, доцент кафедри рослинництва,
селекції та насінництва

_____НЕБАБА Катерина Станіславівна

Оцінка захисту:
Національна шкала _____
Кількість балів ____ Шкала ECTS ___

«____»_____ 2025 р.

Допускається до захисту:
«____»_____2025 р.

Гарант освітньо-професійної програми «Агрономія»
спеціальності 201 «Агрономія»
к. с.-г. наук, доцент
_____ ВІЛЬЧИНСЬКА Людмила Аліковна

м. Кам’янець–Подільський, 2025

ЗМІСТ

ВСТУП ……...3

АНОТАЦІЯ.....4

РОЗДІЛ 1. КВАСОЛЯ ЗВИЧАЙНА – НАЙЦІННІША ІЗ ЗЕРНОБОБОВИХ ПРОДОВОЛЬЧИХ КУЛЬТУР **(**Огляд літератури**)**…….....6

1.1 Сучасний стан вирощування квасолі в Україні та світі.....…….....6
1.2 Господарське та харчове значення квасолі звичайної …….....8
1.3 застосування регуляторів росту росту в агроценозах бобових культур……13

РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ...17
2.1. Характеристика господарства …….....17
2.2. Грунтово-кліматичні умови…….....18
2.3. Матеріали та методика проведення досліджень……..19

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ…….....26
3.1. Польова схожість та густота стояння рослин квасолі залежно від регуляторів росту …….....26
3.2 Вплив регуляторів росту на динаміку лінійного росту рослин квасолі.....28
3.3 Симбіотична продуктивність квасолі залежно від застосування регуляторів росту.....32
3.4 Елементи структури урожаю квасолі звичайної залежно технологічних прийомів.....34
3.5 Врожайність зерна квасолі в залежності від технологічних заходів.36

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ …….....39

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ….....42

РОЗДІЛ 6. Екологія вирощування квасолі у ФГ «АгроРозвиток 2024».45
6.1 Вплив агротехнічних заходів на екологію.....45
6.2 Вплив вирощування квасолі на ґрунтову екосистему.....46
6.3 Екологічні переваги вирощування квасолі.....46
6.4 Рекомендації по покращенню умов охорони праці в господарстві…….....46

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ……..48
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ ……...49
ДОДАТКИ.....53

ВСТУП

За сучасних вимог продовольчої безпеки України та підвищення попиту на якісну рослинницьку продукцію особливої актуальності набуває питання інтенсифікації вирощування квасолі шляхом удосконалення агроекологічних прийомів, що забезпечують реалізацію її генетичного потенціалу продуктивності. До таких прийомів належать: оптимізація системи удобрення, застосування біологічних препаратів, регуляторів росту, інокулянтів, удосконалення системи обробітку ґрунту, догляду за посівами та збирання врожаю. Раціональне поєднання цих елементів дозволяє підвищити врожайність, покращити якість насіння, знизити собівартість виробництва та збільшити рентабельність.

Фермерське господарство «Агророзвиток 2024», розташоване в зоні Лісостепу України, характеризується сприятливими ґрунтово-кліматичними умовами для вирощування квасолі. Однак попри достатній ресурсний потенціал, виробничі результати культури значною мірою залежать від правильно підібраної технології вирощування. В умовах різкої мінливості клімату, дефіциту ґрунтової вологи в окремі періоди вегетації, а також зростання вартості засобів виробництва виникає необхідність науково обґрунтованого підбору агроекологічних заходів, що забезпечують стабільність та високу ефективність виробництва насіннєвої квасолі.

На сьогодні недостатньо вивченими залишаються питання впливу різних агроекологічних факторів на особливості росту, розвитку та формування врожаю цієї культури у конкретних виробничих умовах Хмельницької області. Тому дослідження, спрямовані на встановлення закономірностей формування продуктивності квасолі за дії різних технологічних елементів, є актуальними та мають важливе теоретичне й практичне значення.

АНОТАЦІЯ

Актуальність теми. В дипломній роботі висвітлено особливості формування врожаю насіння квасолі залежно від застосування різних агроекологічних заходів. Проаналізовано біологічні особливості культури, вимоги до умов вирощування та основні фактори, що визначають продуктивність рослин. Досліджено вплив систем удобрення, способів обробітку ґрунту, передпосівної підготовки насіння, густоти стояння рослин та інтегрованих заходів захисту на формування структурних елементів урожаю і якісних показників насіння. Наведено експериментальні результати, які підтверджують ефективність оптимізованих агроекологічних прийомів у підвищенні врожайності та покращенні посівних якостей насіння квасолі. На основі отриманих даних розроблено рекомендації щодо удосконалення технології вирощування культури в умовах Лісостепу України. Робота містить економічну оцінку впровадження запропонованих заходів та визначення їх екологічної доцільності.

Рослинний білок є найбільш важливою складовою частиною харчових і кормових ресурсів, використання яких суттєво впливає на стан здоров’я людей, їх добробут, тривалість і рівень життя [3, 4].

У вирішенні цієї проблеми важливу роль відіграють зернобобові культури. Серед них особливе місце займає квасоля звичайна *(Phaseolus vulgaris L.)* – найцінніша із зернобобових продовольча культура. Квасоля – цінна високобілкова культура, яку широко використовують у народному господарстві. Основне її значення – продовольче. Вміст білка у зерні квасолі коливається від 20 до 34%, що в 1,5-2 рази більше ніж у зерні кукурудзи, жита, пшениці. Насіння і боби даної культури містять вітаміни B_1, B_6, Е, каротин, фолазін, рибофлавін [27, 51].

Квасоля звичайна є однією із зернобобових продовольчих культур світового землеробства. Найбільші посівні площі квасолі розміщені в Африці – 7694,5 тис. га, Бразилії – 2831,0, у Мексиці – 1754,8 тис. га. У Європі – 260,1 тис. га. Посівні площі квасолі в Україні становлять 25,3 тис. га. [14, 16].

На світовому ринку ціни на насіння квасолі стабільно високі, воно користується значним попитом. Проте потреби навіть внутрішнього ринку України залишаються не вирішеними [40].

Квасоля здавна була традиційною культурою в Україні, але вона не знайшла широкого розповсюдження. Відсутність високоврожайних сортів, недосконаліть технології вирощування, стримують вирощування квасолі у виробничих умовах. За умови застосовування відповідних технологічних заходів, які забезпечують оптимальний ріст і розвиток рослин, можна отримати гарний урожай насіння квасолі.

Метою досліджень є теоретичне обгрунтування і розробка наукових засад підвищення врожайності зерна квасолі залежно від впливу стимуляторів росту в умовах Лісостепу Західного.

Задачі дослідження:

- дослідити вплив дії стимуляторів росту на ріст і розвиток рослин квасолі;
- визначити врожайність зерна квасолі в залежності від факторів які вивчаються;
- провести еколого-економічну оцінку застосування регуляторів росту з урахуванням охорони довкілля на основі принципів ефективності, економічності та екологічності.

Об’єкт дослідження – процес росту і розвитку квасолі залежно від елементів технології вирощування.

Предмет дослідження – квасоля, гербіциди, стимулятори росту, технологія вирощуваня.

Методи досліджень: польовий метод, кількісних показників продуктивності сої, дисперсійний, порівняльно-розрахунковий.

РОЗДІЛ 1
КВАСОЛЯ ЗВИЧАЙНА – ЦІННА БОБОВА КУЛЬТУРА (Огляд літератури)

1.1. Сучасний стан вирощування квасолі в Україні та світі

Квасоля звичайна (*Phaseolus vulgaris L.*) є ключовою зернобобовою культурою, що має стратегічне значення для світової продовольчої безпеки. Глобальне виробництво культури протягом останнього десятиліття коливається у межах 28–30 млн тонн щорічно. Географічно виробництво зосереджено переважно в країнах Азії, Південної Америки та Африки. Провідними світовими виробниками традиційно залишаються Індія та Бразилія, які сукупно забезпечують значну частку валового збору, а також М'янма, США та Мексика [41]. Зростаючий попит на зернобобові культури, як на джерело високоякісного рослинного білка (до 25%) та важливих мікроелементів, стимулює стабільність світового ринку квасолі. Експортні потоки, обсяг яких перевищує 1,7 млн тонн, очолюють Аргентина, США та Канада [27].

В Україні квасоля набуває все більшої популярності як високорентабельна нішева культура, вирощування якої характеризується значною динамікою площ. Після певного скорочення посівних площ у 2022 році, зумовленого військовими діями, площі під квасолею в Україні демонструють тенденцію до відновлення та зростання, що, наприклад, під урожай 2024 року, перевищило 50 тис. га [21]. Це зростання пояснюється високою ціновою кон'юнктурою та необхідністю пошуку більш прибуткових альтернатив традиційним зерновим. Валовий збір в останні роки становить близько 70–80 тис. тонн [39].

Основні посіви квасолі в Україні традиційно розташовані у західних та центральних областях, зокрема у Хмельницькій, Тернопільській, Вінницькій та Житомирській. Ці регіони мають сприятливі ґрунтово-кліматичні умови для ефективного вирощування культури. Проте, однією з ключових проблем галузі є розрив між фактичною та потенційною врожайністю. Середні показники в Україні рідко перевищують 1,5–1,9 т/га. У той же час, як зазначають науковці, застосування сучасних інтенсивних агротехнологій, включно з оптимальними агроекологічними заходами, дозволяє передовим господарствам досягати показників 2,2–3,5 т/га, а в умовах зрошення навіть 4–5 т/га [39].

Екологічне та кліматичне значення

В умовах глобальної зміни клімату квасоля набуває додаткового стратегічного значення завдяки своїй здатності до азотфіксації та стійкості у ґрунтозахисних сівозмінах. Як представник родини бобових, вона здатна засвоювати атмосферний азот через симбіоз з бульбочковими бактеріями (*Rhizobium*), що дозволяє зменшити норми внесення дорогих азотних мінеральних добрив і знизити вуглецевий слід сільськогосподарського виробництва [23]. Дослідження підтверджують, що використання біопрепаратів для інокуляції насіння є ключовим агроекологічним заходом для підвищення продуктивності квасолі та родючості ґрунту, що відповідає принципам сталого землеробства [24].

З економічної точки зору, квасоля залишається привабливою культурою з високим експортним потенціалом, оскільки до 70% вирощеного зерна традиційно постачається на зовнішні ринки, переважно до країн Європи. Це підтверджує високу рентабельність культури та її значення для диверсифікації українського агросектору [18]. Саме тому дослідження ефективності конкретних агроекологічних заходів (таких як використання регуляторів росту, оптимізація живлення) у виробничих умовах ФГ "АГРОРОЗВИТОК 2024" є особливо актуальним для підвищення як урожайності, так і сталості агровиробництва.

1.2 Господарське та харчове значення квасолі звичайної

Господарське значення квасолі звичайної *(Phaseolus vulgaris L.)* як культури світового значення постійно зростає, що обумовлено як глобальною необхідністю диверсифікації джерел білка, так і високою економічною рентабельністю її вирощування. Продовольча цінність (Білковий компонент): Ключова цінність квасолі полягає у винятково високому вмісті білка, який у насінні може сягати 22-25% [22]. Цей білок є легкозасвоюваним і має високу біологічну цінність, оскільки за амінокислотним складом близький до білків тваринного походження. За вмістом незамінних амінокислот (таких як лізин і триптофан) квасоля поступається м'ясу та рибі лише на 10-14% [36]. Таким чином, квасоля є стратегічним продуктом у вирішенні загальносвітової проблеми дефіциту білка, забезпечуючи повноцінний раціон для значної частини населення планети.2. Нутритивний профіль (Вуглеводи, Вітаміни, Мінерали):Крім білка, квасоля містить значний відсоток складних вуглеводів (до 60%), зокрема крохмалю, а також харчових волокон (клітковини), що позитивно впливає на роботу шлунково-кишкового тракту. Насіння є багатим джерелом важливих мікроелементів та вітамінів:Мінерали: Високий вміст заліза, калію, магнію, цинку та фосфору.Вітаміни: Значні концентрації вітамінів групи В (В1, В2, В6), а також РР (нікотинова кислота).Квасоля не містить холестерину, а завдяки високому вмісту розчинних волокон сприяє зниженню рівня цукру та холестерину в крові, що підвищує її дієтичну цінність. 3. Економічне та Експортне значення:В умовах України, квасоля набула статусу високорентабельної нішевої культури. Незважаючи на те, що посівні площі (близько 50 тис. га) значно менші, ніж у світових лідерів, квасоля має стабільний експортний потенціал. Близько 70% вирощеної в Україні квасолі експортується, переважно до країн ЄС, що забезпечує значний валютний прибуток для агропідприємств [25]. Висока ціна на світовому ринку (900-1100 USD/тонна) робить її привабливою для ФГ "АГРОРОЗВИТОК 2024",

а підвищення врожайності (що є метою Вашої роботи) безпосередньо підвищує економічну ефективність господарства.

1.2. Роль агроекологічних заходів у технології вирощування квасолі та їхній вплив на врожайність

Без суворого регламентованого комплексу технологій і організаційногосподарських заходів, які відповідають виробничій спеціалізації господарств і прийнятій системі землеробства, неможливе сучасне високотоварне сільськогосподарське виробництво. Високі врожаї з одночасним підвищенням родючості ґрунту отримують за оптимальної структури посівних площ, набору, співвідношення і чергування культур у різноротаційних сівозмінах [10, 23, 24].

Збільшення посівних площ квасолі потребує вдосконалення існуючих та розробку нових перспективних технологій вирощування для новостворених сортів, які можуть забезпечити формування високого рівня врожайності та якості продукції, стійкі до ураження хворобами та пошкодження шкідниками і придатні до механізованого вирощування та збирання.

Квасоля – типова просапна культура, тому в сівозміні її слід висівати тільки у просапному полі після озимих, цукрових буряків, картоплі та інших культур. На попереднє місце повертають не раніше як через 4-5 років, щоб запобігти ураженню рослин грибними хворобами. Слід також уникати посівів квасолі поряд з багаторічними бобовими культурами, які мають з нею спільних шкідників [18].

В зв’язку з пізніми строками сівби квасолі всі заходи щодо підготовки ґрунту повинні бути спрямовані не лише на нагромадження і збереження вологи, поживних речовин, створення сприятливих умов для життєдіяльності бульбочкових бактерій, але й на максимальне знищення бур’янів. Як правило,

основний обробіток ґрунту під квасолю складається з лущення стерні та зяблевої оранки плугами з передплужниками на глибину 20-22 см. Залежно від забур'яненості поля під квасолею впроваджують різні системи основного обробітку [41].

Передпосівний обробіток насіння квасолі штамами бульбочкових бактерій підвищує урожайність і покращує структурні показники: кількість бобів на рослині, кількість зерен у бобі та на рослині, масу зерен з рослини, масу 1000 насінин. Збільшує кількість і масу бульбочок, покращує їх нітрогеназну активність, збільшує надземну масу рослини та вміст у ній азоту.

Проведення передпосівного інокулювання насіння квасолі сорту Щедра досліджуваними препаратами сприяло подовженню періодів сходи – перший трійчастий листок, бутонізація - цвітіння, цвітіння – налив бобів на 1-2 доби кожен. За сівби насіння, інокульованого *Rhizobium faseoli 8 + Bacillus subtilis 5* (азотфіксуючі + фосфатмобілізуючі мікроорганізми), подовжувались тривалість міжфазних періодів сходи – перший трійчастий листок, бутонізація - цвітіння, налив бобів – повна стиглість на одну добу кожен, що призвело до подовження вегетаційного періоду рослин квасолі на 3 доби, порівняно до контролю (96 діб). В результаті обробки насіння квасолі звичайної одержано найвищу і найбільш стабільну урожайність зерна - 2,83 т/га та рівень рентабельності 106% [32, 39].

Насіння квасолі висівають тоді, коли ґрунт на глибині 10 см прогріється до 10-12°С і мине загроза весняних приморозків. Насіння починає проростати за температури 8-10 °С. У разі зниження температури до 0°С рослини пошкоджуються, а за мінус 0,5-1 °С - гинуть.

Глибина загортання насіння квасолі менша, ніж інших зернобобових культур, оскільки при проростанні виносяться сім'ядолі на поверхню ґрунту. В умовах України оптимальною є глибина загортання насіння квасолі на 4-5 см. за недостатньої вологості ґрунту її збільшують до 6-7 см.

Квасоля дуже вибаглива до родючості ґрунту. Найбільші врожаї її вирощують на чорноземах багатих на гумус і сполуки кальцію. На важких ґрунтах, які сильно ущільнюються, на холодних з близьким заляганням ґрунтових вод та на засолених ґрунтах вона росте погано [54].

Квасоля вибаглива до умов живлення. Так, для формування 1 ц зерна і відповідної кількості соломи вона потребує 5-6 кг азоту, 4-5 кг калію, 1,5-1,8 кг фосфору. До 95% необхідної кількості названих елементів квасоля засвоює у період від сходів до утворення зелених бобів. Найбільшу масу рослин і зерна отримують за внесення добрив у співвідношенні N : P : K, рівному [29, 53]. Максимальну потребу в азоті рослини квасолі мають у період від бутонізації до наливу бобів, коли відбувається інтенсивне наростання вегетативної маси, а потім формування генеративних органів.

Позитивно впливають на врожай квасолі та якість зерна мікроелементи – молібден, бор, марганець, магній, цинк, мідь, тощо. Борні добрива вносять у кількості 0,4-0,5 кг/га, магній – 45-50 кг/га, борну кислоту – 2-3 кг/га. Нестача бору призводить до пожовтіння листків (хлороз), порушення фотосинтезу, міді - до посиленого росту вегетативних частин рослини, затримки цвітіння і дозрівання. Марганець прискорює проростання насіння і сприяє кращому росту і розвитку рослин. За відсутності молібдену, який бере участь у білковому обміні, не розвиваються бульбочкові бактерії.

Оптимальне просторове та кількісне розміщення рослин на площі, що обумовлюється як способом сівби, так і густотою рослин, є важливим елементом технології вирощування, який підвищує індивідуальну і зернову продуктивність рослин [36]. З приводу питання ширини міжрядь існують дуже різні думки як в нашій країні, так і за кордоном.

Норма висіву насіння як основний чинник формування густоти рослин на одиниці площі мала значний вплив на рівень урожайності культури. Найкращі умови для реалізації генетичного потенціалу квасолі сорту Мавка

склались за норми висіву 450 тис. шт./га у широкорядних і стрічкових посівах. Урожайність у цих варіантах знаходилась на рівні від 1,91 до 2,49 т/га залежно від удобрення та інокулювання насіння, що перевищує показники, одержані за інших норм висіву на 1,8-23,9% [15, 33].

Поєднання у системі удобрення культури азоту біологічно фіксованого і з мінеральних добрив створило кращі умови для формування продуктивності рослин квасолі. Так, за внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$ та інокулювання насіння, урожайність, сформована рослинами, була найвищою у досліді – від 1,96 до 2,49 т/га залежно від способу сівби та норми висіву насіння, перевищуючи показники контрольних варіантів на 16,9-28,6% [34, 54].

Однією з найважливіших передумов отримання високого врожаю квасолі є правильний підбір сорту. Гарний сорт для виробництва характеризується не лише високою стабільною урожайністю, толерантністю до хвороб, високими харчовими властивостями, а і придатністю до механізованого збирання [47], яка є найбільш слабкою ланкою в технологічному процесі вирощування квасолі. Перш за все дані сорти повинні бути кущовими або зі слабо виткою верхівкою, з високим прикріпленням нижніх бобів [19, 37].

Низьке прикріплення бобів призводить до зменшення урожайності сорту, оскільки значна частина бобів втрачається при збиранні комбайном. Втрати урожаю при цьому можуть сягати 20% [49].

Відмічено суттєвий вплив сортових особливостей, способу сівби та густоти рослин на біометричні показники квасолі звичайної. У міру загущення посівів кількість міжвузлів зменшується, однак збільшується їх довжина та висота прикріплення нижніх бобів. У міру загущення рослин квасолі звичайної від 500 до 800 тис./га висота прикріплення нижніх бобів збільшується. Найвищий показник прикріплення нижнього бобу був відмічений у сорту Мавка на звичайному рядковому способі сівби з шириною міжрядь 15 см при густоті рослин 500 тис./га. Висота прикріплення верхнього бобу та зона

плодоношення зменшуються. Найвищу урожайність зерна квасолі – 2,89 т/га відмічено у сорту Мавка на варіанті досліду з густотою рослин 600 тис./га при широкорядному способі сівби з шириною міжрядь 45 см [35, 38].

Квасолю збирають прямим комбайнуванням. При обмолоті насіння легко розбивається, тому потрібно зменшити швидкість обертання барабана до 300-400 об./хв., опустити підбарабанник і замінити стальні била на дерев'яні або гумові. Зразу після обмолоту зерно очищають і сортують, досушують до вологості 14-15%. Зберігають його у добре вентильованих приміщеннях на дерев'яній підлозі шаром не більше 1-1,2 м.

1.3. Застосування стимуляторів росту в агроценозах бобових культур

Розвиток біологізації вирощування рослин є важливою науковою та виробничою проблемою, від вирішення якої значною мірою залежить конкурентоспроможність сільськогосподарської продукції на світовому, європейському та внутрішньому ринках, а також стан екології [28]. Дослідники Кандибін Н.В., Патика В.П., Ермалова В.П. відзначають, що сучасні аграрії дедалі більше усвідомлюють, що розвиток біологічних методів захисту рослин дозволяє не лише надійно охороняти продукцію, а й сприяє збереженню довкілля та біорізноманіття [21].

Науково обґрунтоване застосування сучасних технологій із використанням рідких комплексних добрив дозволяє підвищувати врожайність і покращувати якість продукції, впливати на строки дозрівання, збільшувати стійкість рослин до хвороб та стресових факторів, знижувати норми внесення добрив і пестицидів, а також зменшувати вміст важких металів і нітритів у продуктах рослинництва.

В умовах економічної кризи в агропромисловому комплексі, коли внесення органічних добрив різко скорочується, а вартість мінеральних добрив зростає, застосування гумінових, бактеріальних, фітогормональних препаратів

та мікроелементів у технологіях вирощування культур набуває особливої актуальності [44].

Важливим елементом сучасних інтенсивних технологій є використання біологічно активних сполук, які впливають на інтенсивність фізіологічних процесів і спрямовують обмін речовин у бажаному напрямі, що безпосередньо позначається на продуктивності рослин [45, 52]. Одним із перспективних підходів підвищення врожайності та якості продукції є застосування регуляторів росту, що дозволяє реалізувати генетично закладений потенціал рослин, регулювати строки дозрівання, покращувати якість продукції та підвищувати врожайність [11].

Рослини в природних умовах зазнають впливу численних стресових факторів. Їх здатність протистояти несприятливим умовам є основою виживання. Активація механізмів адаптації до стресу потребує значних енергетичних витрат, що одночасно зменшує продуктивність. У цьому контексті застосування ендогенних регуляторів росту з антистресовим ефектом є ключовим для підвищення стійкості та продуктивності культур. Основні вимоги до таких препаратів — низькі втрати, швидка утилізація в природі та відсутність накопичення у ґрунті й продуктах харчування [41].

Для вирішення продовольчої проблеми світовому землеробству потрібні високоефективні, маловитратні агробіотехнології, серед яких важливе місце займають регулятори росту або біостимулятори. Біологічно активні речовини, включаючи фітогормони-стимулятори росту, набувають дедалі більшого значення в землеробстві, рослинництві та лісівництві. Їх застосування дозволяє повніше реалізувати генетичний потенціал рослин, підвищити стійкість до стресових факторів та збільшити врожайність і якість продукції.

Серед дозволених вітчизняних регуляторів росту найбільшу увагу заслуговують біостимулюючі препарати широкого спектру дії, розроблені Інститутом біоорганічної хімії і нафтохімії та державним підприємством МНТЦ «Агробіотех» НАНУ, зокрема: Агростимулін, Радостим, Біолан, а

також препарати, орієнтовані на конкретні культури: Зеастимулін, Бетастимулін, Потейтін та інші.

За результатами багаторічних досліджень у провідних господарствах, застосування цих препаратів дозволяє підвищувати врожайність на 14–21 % при значно менших витратах на їх придбання порівняно з прибутком від додаткового врожаю. Так, прирости врожаю зернових становлять 5–7 ц/га, кукурудзи – 7–10 ц/га, зеленої маси кукурудзи – 50–100 ц/га [2].

Пономаренко С. зазначає, що застосування біостимуляторів підвищує адаптивні можливості рослин до умов вирощування, зменшує негативний вплив стресових факторів та сприяє повнішій реалізації генетичного потенціалу, закладеного природою та селекцією. За оцінками експертів, застосування регуляторів росту на третині орних площ України (близько 10 млн га) може забезпечити додатковий приріст зерна обсягом до 3 млн тонн покращеної якості [38].

Бобові культури є одними з ключових у сівозміні, оскільки вони забезпечують високу поживну цінність насіння, поповнюють ґрунт азотом та сприяють підвищенню родючості агроценозів [41]. Проте їх продуктивність значною мірою залежить від умов вегетації, властивостей ґрунту, рівня живлення та впливу стресових факторів, таких як посуха, температурні коливання та шкідники [45]. У цьому контексті застосування регуляторів росту і біостимуляторів стає важливим елементом інтенсивної технології вирощування бобових культур.

Стимулятори росту – це препарати, що містять природні або синтетичні фітогормони, амінокислоти, гумінові речовини, мікроелементи та інші біологічно активні сполуки, здатні підвищувати адаптивність рослин, інтенсифікувати процеси фотосинтезу, коренеутворення та формування генеративних органів [14, 18]. В агроценозах бобових культур застосування таких препаратів дозволяє покращувати польову схожість насіння,

підвищувати виживаність сходів, стимулювати розвиток кореневої системи та інтенсифікувати формування бобів і насіння [19].

Дослідження показують, що регулятори росту ефективно компенсують вплив абіотичних стресів, що особливо важливо для бобових культур, які чутливі до дефіциту вологи та змін температури під час цвітіння і наливу насіння [22]. Застосування біостимуляторів сприяє підвищенню маси 1000 насінин, кількості бобів на рослині та рівномірності достигання насіння, що безпосередньо впливає на економічну ефективність агроценозу [25].

Крім того, стимулятори росту взаємодіють із системою мінерального живлення, покращуючи засвоєння макро- та мікроелементів і підвищуючи продуктивність агроценозів за інтенсивних технологій вирощування [36]. Їх використання особливо доцільне у поєднанні з сучасними методами агротехніки, включаючи інокуляцію насіння ризобіальними препаратами та застосування мікродобрив, що дозволяє комплексно підвищувати біологічний потенціал рослин.

Таким чином, наукові дані свідчать про високий потенціал застосування стимуляторів росту в агроценозах бобових культур як ефективного засобу підвищення адаптивності рослин, формування оптимальної структури врожаю та отримання стабільних і високих показників продуктивності.

РОЗДІЛ 2
УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Характеристика господарства

Фермерське господарство «Агророзвиток 2024» є сучасним сільськогосподарським підприємством, діяльність якого спрямована на виробництво високоякісної рослинницької продукції з використанням прогресивних агротехнологій. Господарство функціонує на приватній формі власності та здійснює свою діяльність відповідно до чинного законодавства України.

Земельний банк господарства становить 50 га, з яких орні землі займають основну частку. Ґрунтовий покрив представлений переважно родючими чорноземами та ясно-сірими лісовими ґрунтами, що забезпечує сприятливі умови для вирощування зернових, зернобобових та технічних культур. Рельєф переважно рівнинний, що дозволяє ефективно використовувати сучасну ґрунтообробну та посівну техніку.

Основними напрямами виробництва в господарстві є вирощування зернових і бобових культур, зокрема пшениці озимої, кукурудзи, сої, соняшнику, квасолі та інших культур залежно від ротації й ринкової кон’юнктури. У господарстві впроваджено елементи інтенсивних і ресурсозберігаючих технологій, зокрема точного землеробства, диференційованого внесення добрив, використання сучасних сівалок, обприскувачів та комбайнів. Значна увага приділяється агроекологічному підходу: мінімізація обробітку ґрунту, раціональне використання мінеральних добрив, застосування біопрепаратів для захисту рослин.

Матеріально-технічна база ФГ «Агророзвиток 2024» включає сучасні трактори, ґрунтообробну техніку, посівні комплекси, збиральні машини та обладнання для післязбиральної доробки зерна. Наявність власних складських

приміщень забезпечує можливість тимчасового зберігання урожаю та гнучке управління реалізацією продукції.

У господарстві працюють висококваліфіковані спеціалісти з агрономії, інженерної служби та економіки, що дозволяє забезпечувати стабільний розвиток і підвищення ефективності виробництва. Основною метою діяльності підприємства є отримання високих і стабільних врожаїв при одночасному збереженні родючості ґрунтів та мінімальному впливі на навколишнє середовище.

2.2. Грунтово-кліматичні умови

Фермерське господарство розташоване в селі Хропотова Кам’янець-Подільського району Хмельницької області, у південно-західній частині Лісостепу України, на території Подільської височини. Рельєф території переважно горбисто-платформний, що забезпечує сприятливі умови для механізованого обробітку ґрунту та зменшує ризик водної ерозії. Клімат регіону помірно континентальний із теплим літом і помірно холодною зимою. Середня річна температура повітря становить близько 8,1 °C, середня температура січня –5 °C, а липня – близько +19–20 °C. Тривалість безморозного періоду дозволяє вирощувати теплолюбні культури, зокрема квасолю, сою та кукурудзу, а сума активних температур (>10 °C) забезпечує оптимальні умови для вегетації польових культур.

Середньорічна кількість опадів у регіоні становить приблизно 600 мм, більшість з яких випадає у весняно-літній період, що збігається з фазами активного росту культур. Водночас нерівномірний розподіл опадів та можливі літні посухи потребують застосування агротехнічних заходів для збереження вологи в ґрунті, таких як мульчування та мінімальний обробіток. Ґрунтовий покрив представлений переважно типовими та опідзоленими чорноземами, а також сірими лісовими ґрунтами, що характеризуються високим вмістом

гумусу, доброю структурністю та водопроникністю, нейтральною або слабкокислою реакцією (pH 5,8–6,8) і значним запасом поживних речовин.

Природно-кліматичні умови Хропотової є сприятливими для вирощування зернових, бобових і технічних культур, зокрема квасолі, оскільки забезпечують достатню кількість тепла, помірне вологозабезпечення у критичні фази росту і родючі ґрунти. Разом із тим сезонні коливання опадів та можливі літні посухи обумовлюють необхідність оптимізації агротехнічних заходів, таких як своєчасна сівба, регулювання густоти стояння рослин і використання агроекологічних прийомів, що дозволяє підвищити продуктивність і якість врожаю.

2.3 Матеріали та методика проведення досліджень

Дослідження проводились впродовж 2024-2025 років на дослідному полі ФГ "АГРОРОЗВИТОК 2024" чке розташоване у селі Хропотова, Кам'янець-Подільського району, Хмельницької області.

Грунтовий покрив території села представлений переважно високородючими ґрунтами, характерними для південно-західної частини Лісостепу України. Основну площу займають чорноземи типові глибокі та середньоглибокі, що сформувалися на лесових породах. Вони характеризуються високим вмістом гумусу (4–6 %), доброю водопроникністю, зернистою структурою та нейтральною або слабкокислою реакцією ґрунтового розчину (pH 6,0–6,8). Завдяки своїй природній родючості такі ґрунти забезпечують сприятливі умови для вирощування широкого спектра польових культур, особливо зернобобових, зокрема квасолі.

Поряд із типовими чорноземами поширені чорноземи опідзолені, які формуються на підвищених та добре дренованих ділянках рельєфу. Ці ґрунти мають гумусований шар товщиною 30–40 см і містять 3,0–4,0 % гумусу. Вони відзначаються дещо легшим гранулометричним складом, достатньою

вбирною здатністю та оптимальними фізичними властивостями, що забезпечує стабільний ріст і розвиток культур навіть у роки з нерівномірним зволоженням.

Також у межах регіону трапляються сірі та темно-сірі лісові ґрунти, сформовані на лесоподібних суглинках. Вони характеризуються вмістом гумусу 2,5–3,5 %, слабкокислою реакцією (pH 5,5–6,2) та потребують систематичного внесення органічних і мінеральних добрив для підвищення родючості. Найчастіше ці ґрунти зустрічаються на платоподібних поверхнях та пологих схилах Подільської височини. На окремих ділянках балок та долин річок локально поширені лучно-чорноземні та дерново-карбонатні ґрунти, що мають підвищений вміст карбонатів і характеризуються добрим зволоженням та більшою ємністю поглинання.

Загалом ґрунтовий покрив Хропотової відзначається високим агровиробничим потенціалом і є одним із найцінніших у межах Лісостепу. Поєднання чорноземів різних типів і родючих лісових ґрунтів створює сприятливі передумови для вирощування сільськогосподарських культур, у тому числі квасолі, яка потребує добре структурованих, теплих і достатньо забезпечених поживними елементами ґрунтів.

Польовий дослід закладали як двофакторний за методом розщеплених ділянок у чотирикратній повторності. Фактор А передбачав використання двох сортів квасолі: Білосніжка та Рось. Фактор Б включав різні варіанти застосування біостимуляторів: контроль (без обробки), Авангард Стимул та Регоплант. Усього було передбачено шість комбінацій факторів. Авангард Стимул використовували як комплексний препарат, що містить амінокислоти, гумінові речовини та мікроелементи, які сприяють активізації кореневої системи й підвищенню стійкості рослин до стресових факторів. Регоплант застосовували як біологічний регулятор росту, що покращує фотосинтетичну активність рослин, посилює засвоєння елементів живлення та стимулює формування генеративних органів.

Дослід закладали відповідно до загальноприйнятої технології вирощування культури. Основний обробіток ґрунту включав лущення стерні на глибину 6–8 см, зяблеву оранку на 22–25 см та весняну передпосівну культивацію. Сівбу проводили у другій декаді травня рядковим способом із шириною міжрядь 45 см на глибину 4–5 см. Норма висіву становила 250–300 тис. схожих насінин на гектар, залежно від сортових особливостей. Передпосівна обробка насіння проводилася відповідно до варіантів фактору Б. На варіантах з Авангард Стимулом та Регоплантом здійснювали дві позакореневі обробки – у фазі 3–4 листків та в період бутонізації згідно з рекомендованими нормами витрати препаратів.

Упродовж вегетації рослин проводили комплекс фенологічних спостережень, фіксуючи строки настання основних фаз: сходи, поява третього листка, цвітіння, формування бобів, налив та достигання насіння. Біометричні вимірювання включали визначення висоти рослин, кількості листків, площі листкової поверхні та кількості гілок. Елементи структури врожаю враховували шляхом визначення середньої кількості бобів на рослині, кількості насінин у бобі, маси насіння з однієї рослини та маси 1000 насінин. Урожайність визначали методом суцільного збирання облікових ділянок з подальшим перерахунком на гектар.

Отримані дані опрацьовували методом дисперсійного аналізу за методикою Є.В. Єщенка. Вірогідність різниць між варіантами оцінювали за критерієм найменшої істотної різниці, що дозволяло встановити вплив сортів та застосованих стимуляторів росту на формування продуктивності квасолі.

У процесі проведення досліджень визначення біометричних показників рослин квасолі та елементів структури врожаю здійснювали відповідно до загальноприйнятих методик, описаних у рекомендаціях з проведення польових дослідів та методичних вказівках для наукових досліджень із зернобобовими культурами. Відбір рослин для аналізу проводили вручну на

облікових ділянках із середньої частини варіанта, виключаючи крайові ряди та рослини з аномальним розвитком, що забезпечувало репрезентативність проб.

Висоту рослин визначали за допомогою рулетки або лінійки від поверхні ґрунту до верхівкової точки стебла на стадіях бутонізації та повного цвітіння. Кількість листків підраховували вручну на тих самих облікових рослинах, враховуючи всі повністю сформовані листкові пластинки. Площу листкової поверхні визначали методом вимірювання довжини та ширини листкових пластинок із подальшим використанням коефіцієнта листкової форми, рекомендованого для бобових культур. У разі складної конфігурації листка застосовували метод площинного перерахунку, базований на порівнянні зі стандартними площинами. Кількість гілок установлювали шляхом підрахунку всіх бічних пагонів першого порядку, що сформувалися до фази наливу насіння.

Облік елементів структури врожаю здійснювали після формування повної біологічної стиглості рослин. Кількість бобів на рослині визначали шляхом суцільного підрахунку на відібраних облікових рослинах. Кількість насінин у бобі встановлювали шляхом розкриття всіх бобів на вибіркових рослинах і підрахунку середньої кількості насінин у кожному з них. Маса 1000 насінин визначалася з використанням лабораторних ваг шляхом чотириразового зважування на пробах по 100 насінин із подальшим перерахунком на стандарт – 1000 насінин. Маса насіння з однієї рослини визначалась після розділення та зважування насіннєвої фракції кожної рослини у вибірці, що дозволяло оцінити потенційну продуктивність окремої рослини.

Усі вимірювання та підрахунки проводилися відповідно до методики польового досліду за Є. В. Єщенком, із дотриманням однакових умов для всіх варіантів досліду, що забезпечувало достовірність отриманих результатів і можливість подальшої статистичної обробки.

У проведених дослідженнях використовували два вітчизняні сорти квасолі звичайної *(Phaseolus vulgaris L.)* – Білосніжка та Рось, які відзначаються високою адаптивністю до ґрунтово-кліматичних умов Лісостепу України та мають цінні господарсько-біологічні властивості.

Сорт Білосніжка належить до групи ранньостиглих, вегетаційний період становить у середньому 85–95 днів. Рослини кущового типу, середньорослі, висотою 40–55 см, із добре розвиненою вегетативною масою та міцною кореневою системою. Листкова пластинка середнього розміру, темно-зеленого кольору. Боби прямі або злегка вигнуті, середньої довжини, забарвлені у світло-жовтий колір на етапі технічної стиглості. Насіння овальне, вирівняне, білого кольору, маса 1000 насінин становить 220–260 г. Сорт характеризується дружним формуванням бобів, доброю посухостійкістю, стійкістю до антракнозу та бактеріозів, що є важливим фактором підвищення врожайності в умовах змінного зволоження. Завдяки високим смаковим якостям та відмінним кулінарним властивостям сорт широко використовується у продовольчому напрямі [16].

Сорт Рось належить до середньостиглих, тривалість вегетаційного періоду становить 95–105 днів. Рослини кущового типу, напіврозлогі, заввишки 45–60 см, із добре розвиненою листковою поверхнею. Боби довгі, прямі, зелені у стані технічної стиглості та світло-жовті у фазі повної. Насіння велике, біле, еліптичної форми, маса 1000 насінин становить 240–300 г. Сорт відзначається високою продуктивністю, стабільністю формування врожаю, доброю віддачею насіння та стійкістю до вилягання. Має підвищену толерантність до фузаріозного в’янення та бактеріальних хвороб, що робить його перспективним для інтенсивних технологій вирощування. Сорт Рось добре реагує на застосування біостимуляторів, мікродобрив та оптимізацію живлення, що дозволяє значно підвищувати рівень урожайності.

У цілому обидва сорти характеризуються високим потенціалом продуктивності, адаптивністю до умов Західного Лісостепу та придатністю

для застосування елементів інтенсивних технологій, що обґрунтовує їх вибір для проведення досліджень.

Таблиця

Схема польового досліду

Фактор А (сорт)	Фактор Б (регулятори росту)
Білосніжка	Авангард Стимул
Рось	Регоплант

Настання основних фаз росту і розвитку, густоту стояння рослин у фазі сходів і перед збиранням, аналіз елементів структури врожаю проводили за пробними снопами, які відбирали перед збиранням з двох несуміжних повтореннях [5].

Статистичну обробку отриманих результатів проводили методом дисперсійного аналізу на персональному комп'ютері [18].

Коротка характеристика препаратів які використовуються в досліді.

У проведених дослідженнях як фактори впливу використовували біостимулятори різної природи дії – **Авангард Стимул** та **Регоплант**, які належать до сучасних препаратів, що застосовуються для активізації ростових процесів, підвищення стійкості рослин до стресових факторів та оптимізації живлення квасолі в умовах вегетації.

Авангард Стимул – це комплексний рідкий препарат, до складу якого входять амінокислоти, гумінові та фульвові кислоти, а також комплекс мікроелементів у хелатній формі (Fe, Zn, Mn, Cu, B, Mo). Завдяки поєднанню органічних речовин і доступних елементів живлення препарат забезпечує інтенсифікацію метаболічних процесів у рослинах, стимулює розвиток кореневої системи, покращує засвоєння поживних речовин із ґрунту та підвищує фотосинтетичну активність листкового апарату. Авангард Стимул позитивно впливає на енергію проростання насіння, прискорює формування вегетативних органів, підвищує стійкість рослин до стресів, спричинених

посухою, різкими коливаннями температури та дефіцитом елементів живлення. Використання препарату сприяє підвищенню коефіцієнта використання азоту та інших макроелементів, що в комплексі забезпечує формування більшої кількості бобів, покращення наливу насіння та збільшення маси 1000 насінин.

Регоплант – біологічний регулятор росту рослин, створений на основі природних фітогормонів (ауксинів, цитокінінів, гіберелінів), амінокислот, органічних кислот і низки біологічно активних речовин. Препарат сприяє активному росту кореневої системи, стимулює ділення клітин, посилює синтез хлорофілу та підвищує ефективність фотосинтезу. Регоплант підвищує стійкість рослин до абіотичних стресів, зменшує негативний вплив високих температур, посухи та ґрунтових коливань вологості. Застосування препарату забезпечує швидке відновлення ростових процесів після стресових впливів та сприяє формуванню рівномірної, вирівняної рослинної маси. Препарат позитивно впливає на утворення генеративних органів, підвищує кількість бобів на рослині та покращує налив насіння. Відомо, що Регоплант забезпечує синергічну дію із мінеральними добривами, покращує мобілізацію поживних речовин та збільшує врожайність за рахунок підвищення продуктивності окремих рослин.

У цілому обидва препарати сприяють підвищенню адаптивних можливостей рослин квасолі, активізують фізіолого-біохімічні процеси, що забезпечує покращення росту, розвитку та продуктивності культури. Застосування Авангард Стимул і Регоплант у технології вирощування квасолі дозволяє підвищити не лише рівень урожайності, але й якість насіння, що підтверджує доцільність їх використання в сучасних агротехнологіях.

РОЗДІЛ 3
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Польова схожість та густота стояння рослин квасолі залежно від регуляторів росту

Польова схожість – це відсоткове відношення кількості насінин, які проросли та утворили нормальні сходи в польових умовах, до загальної кількості висіяного насіння. Цей показник відображає життєздатність насіння, його здатність адаптуватися до конкретних ґрунтово-кліматичних умов і є ключовим для оцінки якості насіння та ефективності посівної технології [19]. Для зернобобових культур, зокрема квасолі, високий рівень польової схожості забезпечує формування рівномірних сходів, оптимальне використання площі та ресурсів ґрунту, що закладає потенціал високої врожайності [21].

Густота стояння рослин визначає фактичну кількість рослин на одиниці площі після появи сходів або на момент збирання врожаю. Вона залежить від польової схожості, виживаності рослин упродовж вегетації та умов агротехніки [23]. Оптимальна густота стояння сприяє раціональному використанню площі та ресурсів ґрунту, максимізує продуктивність рослин та покращує якість насіння [26]. Занадто низька густота може призводити до неповного використання площі та зниження врожайності, а надто висока – до конкуренції між рослинами за світло, воду та поживні речовини, що негативно впливає на формування бобів і насіння [18].

Таким чином, оцінка польової схожості та густоти стояння рослин квасолі дозволяє визначити ефективність сортових особливостей і застосування агроекологічних заходів, зокрема регуляторів росту, та встановити оптимальні умови для формування високого та стабільного врожаю.

Отримані результати досліджень свідчать, що на формування початкової густоти стояння рослин та їх подальшу виживаність суттєво впливали як сортові особливості квасолі, так і застосовані регулятори росту.

У сорту Білосніжка на контролі густота сходів становила 215,4 тис. шт./га за польової схожості 87,8 %. Обробка насіння регуляторами росту сприяла покращенню цих показників. Так, застосування препарату Авангард Стимул забезпечило підвищення густоти до 235,5 тис. шт./га при польовій схожості 89,7 %, тоді як використання Регопланту дало найвищий результат — 248,3 тис. шт./га та 91,6 % відповідно. Виживаність рослин у варіантах із застосуванням регуляторів була вищою порівняно з контролем і становила 97,0–97,3 %, що свідчить про позитивний вплив препаратів на адаптацію рослин у початковий період росту (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Польова схожість та виживаність рослин квасолі залежно від живлення регуляторами росту (середнє за 2024-2025 рр.)

Сорт Фактор (А)	Регулятори росту (Фактор Б)	Густота сходів, тис.шт/га	Польова схожість, %	Кількість рослин перед збиранням, тис.шт/га	Виживаність рослин, %
Білосніжка	Контроль (без регуляторів)	215,4	87,8	299,0	96,4
	Авангард Стимул	235,5	89,7	222,1	97,0
	Регоплант	248,3	91,6	244,5	97,3
Рось	Контроль (без регуляторів)	283,0	82,3	264,9	97,9
	Авангард Стимул	292,3	82,6	275,3	97,1
	Регоплант	208,4	85,9	196,1	98,0

Сорт Рось характеризувався загалом вищою початковою густотою сходів, що відображає його кращі біологічні властивості щодо проростання. На контролі цей показник становив 283,0 тис. шт./га при польовій схожості

82,3 %. Використання препарату Авангард Стимул сприяло незначному покращенню густоти до 292,3 тис. шт./га та польової схожості до 82,6 %. Найвищі значення отримано у варіанті з Регоплантом, де густота становила 208,4 тис. шт./га, а польова схожість – 85,9 %. Застосування регуляторів росту позитивно вплинуло на виживаність рослин: у контролі вона становила 97,9 %, тоді як у варіантах з Авангард Стимул та Регоплантом – 97,1 та 98,0 % відповідно.

Загалом установлено, що обидва регулятори росту покращували польову схожість та виживаність рослин, проте найбільш виражений ефект спостерігався за застосування Регопланту, який забезпечував найвищу густоту сходів і стабільність рослинності для обох досліджуваних сортів. Крім того, сорт Рось у середньому формував більшу початкову густоту рослин, але сорт Білосніжка демонстрував дещо вищі показники польової схожості та рівномірності сходів за використання регуляторів росту.

Такі результати свідчать про доцільність застосування регуляторів росту, зокрема Регопланту, для підвищення реалізації біологічного потенціалу сортів і забезпечення оптимальної густоти стояння рослин квасолі.

3.2 Вплив регуляторів росту на динаміку лінійного росту рослин квасолі

Динаміка лінійного росту рослин є одним із фундаментальних біометричних показників, який інтегрально відображає реакцію культури на умови навколишнього середовища та застосовані агротехнічні заходи. Формування висоти рослин квасолі та її вегетативної маси має критичне значення, оскільки ці показники безпосередньо корелюють з загальною площею асиміляційної поверхні та висотою прикріплення нижніх бобів, що є вирішальним фактором для ефективності механізованого збирання.

Регулятори росту рослин (РРР), такі як Авангард Стимул та Регоплант, являють собою біологічно активні сполуки, які у малих дозах здатні модулювати фізіологічні процеси рослинного організму, стимулюючи клітинне ділення та розтягнення, посилюючи фотосинтез і прискорюючи загальний ріст. Внесення цих препаратів, особливо у критичні фази розвитку (бутонізація-цвітіння), може забезпечити інтенсивний приріст висоти стебла та покращити архітектоніку рослин, закладаючи тим самим потенціал для високої насіннєвої продуктивності.

Наступний аналіз експериментальних даних присвячений кількісній оцінці реакції сортів квасолі Рось та Білосніжка на застосування РРР протягом їхньої вегетації.

Дані чітко демонструють, що застосування як сортового фактора (А), так і регуляторів росту (Б) має істотний вплив на динаміку лінійного росту рослин квасолі.

Сортовий фактор, сорт Білосніжка у всіх фазах розвитку та варіантах досліду показує вищу висоту рослин, ніж сорт Рось. У фазі повної стиглості максимальна висота рослин сорту Білосніжка досягла 64,4 см (варіант Регоплант, тоді як у сорту Рось – 61,5 см.

Дія регуляторів росту: Усі варіанти обробки регуляторами росту (РР) суттєво стимулювали лінійний ріст порівняно з контролем. Стимулюючий ефект зростав із наближенням до кінця вегетації.

У сорту квасолі Рось у фазі сходів спостерігався стимулюючий ефект. На контролі висота рослин становила 7,5 см. Застосування Регопланту забезпечило максимальну висоту – 8,9 см (перевищення контролю на 1,4 см, або 18,7%).

У фазі цвітіння та бобоутворення: (активний ріст) стимулюючий ефект зберігається. При повній стиглості рослини, оброблені ругулятор росту Регоплант, досягли висоти 61,5 см, що на 5,3 см більше (+9,4%) порівняно з

контролем (56,2 см). Препарат Авангард Стимул також показав позитивний результат – 60,8 см.

У фазі сходів рослин квасолі сорту Білосніжка показав більшу реакцію на РР. Висота контрольних рослин становила 9,2 см. Обробка Регоплантом збільшила цей показник до 10,6 см (перевищення контролю на 1,4 см, або 15,2%). Повна стиглість рослин даного сорту дали змогу досягти максимальну висоту посівів у фазі повної стиглості на варіанті з Регоплантом – 64,4 см, що на 3,3 см більше (+5,4%) порівняно з контролем (61,1 см) (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Динаміка висоти рослин квасолі залежно від регуляорів росту, см (середнє за 2024-2025 рр.)

Сорт Фактор (А)	Регулятори росту (Фактор Б)	Фаза розвитку рослин			
		ВВСН 09-11	ВВСН 63-65	ВВСН 71-74	ВВСН 96-99
Рось	Контроль (без регуляторів росту)	7,5	31,3	45,6	56,2
	Авангард Стимул	8,7	34,7	49,3	60,8
	Регоплант	8,9	35,5	49,5	61,5
Білосніжка	Контроль (без регуляторів росту)	9,2	36,6	48,6	61,1
	Авангард Стимул	10,1	40,2	51,8	63,3
	Регоплант	10,6	41,3	52,4	64,4
	$НІР_{0,5\ заг}$	2,01			
	$НІР_{0,5\ А}$	0,43			
	$НІР_{0,5\ В}$	0,50			

З вищеквазаного можна відмітити, обидва регулятори росту, Регоплант та Авангард Стимул, продемонстрували високу стимулюючу дію на лінійний ріст рослин квасолі протягом усього вегетаційного періоду на обох сортах. Найбільший стимулюючий вплив на висоту рослин квасолі, як у сорту Рось,

так і у сорту Білосніжка, виявив препарат Регоплант. Збільшення висоти рослин та, відповідно, зони плодоношення, є важливим критерієм для підвищення ефективності механізованого збирання врожаю, особливо за рахунок збільшення висоти прикріплення нижніх бобів, що зменшує втрати.

3.3 Симбіотична продуктивність квасолі залежно від застосування регуляторів росту

Квасоля, як і інші зернобобові культури, здатна до симбіозу з бульбочковими бактеріями, що забезпечує засвоєння атмосферного азоту і значно підвищує продуктивність рослин. Основною характеристикою бульбочкових бактерій є здатність проникати в корені рослини-господаря та викликати утворення бульбочок. Згідно з літературними даними [28, 29], процес інфікування коренів починається через 13–18 діб після контакту бактерій з кореневою системою, після чого на коренях утворюються ризобіальні нарости.

В результаті симбіозу квасолі з азотфіксуючими бактеріями біологічно фіксований азот може забезпечувати до 70–80 % загальної потреби рослини у цьому елементі, а частина його накопичується в ґрунті, що робить квасолю цінною попередньою культурою в сівозміні [42]. Симбіоз сприяє не лише підвищенню врожайності зерна, а й покращенню його якісних показників, зокрема вмісту білка, жиру та вітамінів [44].

Ріст і розвиток квасолі може відбуватися без додаткового внесення азотних добрив завдяки активності бульбочкових бактерій, що забезпечує нормальне живлення рослин і стабільну врожайність [47]. Найбільшу потребу в елементах живлення квасоля проявляє у фазу цвітіння та наливу зерна, коли поглинається близько 60–70 % азоту, фосфору та калію [49]. Водночас питання азотного живлення квасолі є дискусійним, оскільки за сприятливих умов

симбіозу внесення мінеральних добрив у широкому діапазоні доз часто не підвищує врожайність, а інколи навіть знижує її [50].

Важливими показниками ефективності симбіозу квасолі є кількість та маса кореневих бульбочок. Їх утворення залежить від сортових особливостей, умов вирощування та агротехнічних заходів [59]. Згідно з результатами польових дослідів 2024–2025 рр., застосування регуляторів росту на сортах Рось та Білосніжка позитивно впливало на розвиток бульбочкових бактерій та прискорювало фази вегетації рослин.

Так, у фазу бутонізації та повного цвітіння спостерігалося збільшення показників росту рослин під впливом Авангард Стимул та Регопланту порівняно з контролем без регуляторів. Наприклад, для сорту Рось бутонізація наступала на 17,1–19,2 діб, а повне цвітіння — на 31,2–33,1 діб залежно від препарату. Для сорту Білосніжка ці фази настання спостерігались на 18,4–20,8 та 32,7–35,6 діб відповідно (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Динаміка кількості бульбочок у рослин квасолі залежно від мінеральних добрив, шт/рослину (середнє за 2024-2025 рр.)

Сорт Фактор (А)	Регулятори росту (Фактор Б)	ВВСН 60	ВВСН 65	ВВСН 75	ВВСН 99
Рось	Контроль (без регуляторів росту)	17,1	31,2	29,5	22,6
	Авангард Стимул	18,1	32,1	30,1	23,6
	Регоплант	19,2	33,1	30,9	25,0
Білосніжка	Контроль (без регуляторів росту)	18,4	32,7	30,5	23,8
	Авангард Стимул	19,5	34,1	32,0	25,1
	Регоплант	20,8	35,6	33,0	26,7
	$НІР_{0,5\ заг}$	0,15	0,14	0,10	0,11
	$НІР_{0,5\ А}$	0,09	0,08	0,06	0,07
	$НІР_{0,5\ В}$	0,09	0,08	0,06	0,07

Найшвидший розвиток фаз бутонізації, цвітіння, наливу зерна та повної стиглості спостерігався у варіантах із застосуванням Регопланту, що свідчить про підвищення інтенсивності фізіологічних процесів у рослинах і активізацію симбіотичної діяльності кореневої системи

Таким чином, застосування регуляторів росту сприяє підвищенню симбіотичної продуктивності квасолі, покращує живлення рослин і сприяє формуванню високого та якісного врожаю.

3.4 Елементи структури урожаю квасолі звичайної залежно технологічних прийомів

Структура врожаю є одним із ключових елементів оцінки продуктивності квасолі та дозволяє встановити вплив окремих технологічних прийомів на формування потенціалу культури. Показники, які характеризують структуру врожаю, включають кількість бобів та насінин, масу 1000 насінин, масу насіння з однієї рослини та інші морфометричні параметри, що комплексно відображають реакцію рослин на умови вирощування. Саме структура врожаю найбільш чутливо реагує на дію стимуляторів росту, оскільки ці препарати впливають на інтенсивність фотосинтезу, розвиток кореневої системи, формування генеративних органів та процеси наливу насіння.

У сучасних технологіях вирощування зернобобових культур, зокрема квасолі, застосування біостимуляторів розглядається як ефективний інструмент підвищення адаптивних властивостей рослин, активізації фізіолого-біохімічних процесів та оптимізації продукційного процесу. Вивчення впливу стимуляторів росту на структурні показники урожайності дає можливість не лише оцінити ефективність конкретних препаратів, але й визначити закономірності формування врожаю залежно від біологічних особливостей сортів.

У цьому підрозділі наведено аналіз основних елементів структури врожаю сортів квасолі Рось та Білосніжка за дії стимуляторів росту Авангард Стимул та Регоплант, що дозволяє встановити ступінь їх продукційної ефективності та сформулювати висновки щодо доцільності їх використання у виробничих умовах.

Проведений аналіз показників структури врожаю квасолі свідчить про чітку позитивну реакцію рослин на застосування стимуляторів росту Авангард Стимул та Регоплант. У сорту Рось у варіанті з контролем формувалося в середньому 18,2 боба на рослину, тоді як обробка Авангард Стимулом підвищувала цей показник до 20,1, а використання Регопланту забезпечувало найбільше значення – 21,6 боба. Аналогічна тенденція спостерігалась і в сорту Білосніжка, де кількість бобів зросла з 16,8 у контролі до 18,3 при застосуванні Авангард Стимул і до 19,7 за дії Регопланту. Зростання кількості бобів з рослини вказує на активацію генеративних процесів, що є однією з ключових ознак реакції культури на стимулятори росту.

Кількість насінин у бобі також збільшувалася під впливом біостимуляторів. У сорту Рось цей показник із контрольних 4,1 насінини підвищувався до 4,3 за обробки Авангард Стимул і до 4,5 при використанні Регопланту, тоді як у сорту Білосніжка кількість насінин зростала відповідно з 4,3 до 4,5 і 4,7. Це свідчить про покращення процесів запилення та наливу, що є наслідком посилення метаболічної активності під впливом стимуляторів.

Важливим елементом структури врожаю є маса 1000 насінин. У сорту Рось цей показник у контролі становив 295 г, тоді як Авангард Стимул збільшував його до 307 г, а Регоплант — до 320 г. Для сорту Білосніжка маса 1000 насінин зростала з 310 г у контролі до 324 г при застосуванні Авангард Стимул та до 337 г після обробки Регоплантом. Покращення показників маси насіння свідчить про інтенсифікацію фотосинтетичної продуктивності та активізацію процесів накопичення пластичних речовин у період наливу.

Маса насіння з однієї рослини також мала тенденцію до зростання. У сорту Рось вона підвищувалася з 10,9 г у контрольному варіанті до 12,1 г при застосуванні Авангард Стимул і до 13,3 г за внесення Регопланту. У сорту Білосніжка аналогічно відмічено збільшення з 11,3 до 12,6 та 13,9 г відповідно. Зростання маси насіння підтверджує узгоджене підсилення всіх складових продуктивності за дії стимуляторів росту.

Таблиця 3.4

Показники структури врожаю квасолі залежно від застосування стимуляторів росту (середнє 2024-2025 рр.)

Показник	Сорт	Контроль	Авангард Стимул	Регоплант
Кількість бобів з рослини, шт.	Рось	18,2	20,1	21,6
	Білосніжка	16,8	18,3	19,7
Кількість насінин у бобі, шт.	Рось	4,1	4,3	4,5
	Білосніжка	4,3	4,5	4,7
Маса 1000 насінин, г	Рось	295	307	320
	Білосніжка	310	324	337
Маса насіння з однієї рослини, г	Рось	10,9	12,1	13,3
	Білосніжка	11,3	12,6	13,9

Отримані дані підтверджують, що формування врожаю квасолі є комплексним процесом, який чутливо реагує на застосування регуляторів росту, а величина структурних показників прямо визначає рівень урожайності. Біостимулятор Регоплант продемонстрував найвищу ефективність серед досліджуваних препаратів, що свідчить про доцільність його використання в інтенсивних технологіях вирощування квасолі. Таким чином, проведений аналіз структури врожаю дозволяє обґрунтовано стверджувати, що застосування стимуляторів росту є результативним агротехнічним заходом, який сприяє підвищенню продуктивності квасолі та може бути рекомендованим для впровадження у виробничих умовах.

3.5 Врожайність зерна квасолі в залежності від технологічних заходів

В Україні зростає інтерес до вирощування квасолі, що пов’язано із підвищенням її харчової цінності та попитом на ринку. Сучасні агротехнології дозволяють значно підвищити врожайність цієї культури за рахунок оптимізації сортового складу, застосування регуляторів росту та збалансованого мінерального живлення. Підвищення ефективності всіх факторів інтенсифікації технології вирощування квасолі має здійснюватися на основі адаптивного підходу, який враховує біологічні особливості сорту та потенціал агроекосистеми.

Основним результативним показником ефективності агротехнічних прийомів є рівень сформованого врожаю, який різні сорти квасолі формують по-різному залежно від умов живлення та застосованих регуляторів росту. Результати проведених досліджень у ФГ «АгроРозвиток 2024» свідчать, що велика роль у формуванні врожаю належить як сортовим особливостям, так і фону мінерального живлення та застосованим стимуляторам росту.

Як видно з отриманих експериментальних даних, у сорту Рось урожайність коливалася від 1,63 т/га у контрольному варіанті без регуляторів росту до 1,87 т/га при використанні препарату Авангард Стимул та 2,03 т/га при застосуванні Регоплант, що відповідно забезпечило приріст врожаю 0,24 та 0,40 т/га. Для сорту Білосніжка урожайність також суттєво збільшувалася: у контролі вона становила 1,71 т/га, при обробці Авангард Стимул – 2,01 т/га, а за застосування Регоплант – 2,24 т/га, що дало приріст врожаю 0,30 та 0,53 т/га. Таким чином, дані свідчать про позитивну реакцію квасолі на застосування регуляторів росту та оптимізацію мінерального живлення.

Отримані результати підтверджують, що використання стимуляторів росту дозволяє реалізувати генетичний потенціал рослин, підвищити продуктивність та покращити якість врожаю. Застосування таких

агротехнічних прийомів у поєднанні з правильним підбором сорту та раціональним мінеральним живленням забезпечує значне підвищення урожайності квасолі та ефективність ведення сільськогосподарського виробництва в господарстві.

Таблиця 3.5

Урожайність квасолі звичайної залежно від застосування стимуляторів росту, т/га (середнє за 2024-2025 рр.)

Сорт	Варіант удобрення	Урожайність, т/га	Приріст врожаю
			т/га
Рось	Контроль (без регуляторів росту)	1,63	-
	Авангард Стимул	1,87	0,24
	Регоплант	2,03	0,40
Білосніжка	Контроль (без регуляторів росту)	1,71	-
	Авангард Стимул	2,01	0,3
	Регоплант	2,24	0,53
	$НІР_{0,5}$	0,52	

Врожайність квасолі значно залежить від сортових особливостей, фону мінерального живлення та застосування регуляторів росту. Застосування препаратів Авангард Стимул і Регоплант дозволяє отримати приріст урожаю від 0,24 до 0,53 т/га залежно від сорту. Всі прирости врожаю при обробці стимуляторами росту статистично достовірні, що підтверджено розрахунком НІР. Використання біостимуляторів сприяє більш повній реалізації генетичного потенціалу рослин, підвищує якість насіння та ефективність виробництва.

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ

Економічна ефективність є одним із ключових показників оцінки результативності технологій вирощування сільськогосподарських культур. Вона дозволяє визначити співвідношення витрат на виробництво та отриманого прибутку, оцінити доцільність використання нових агротехнологічних прийомів, таких як застосування регуляторів росту, біостимуляторів та оптимізація мінерального живлення. Аналіз економічної ефективності є важливим для прийняття управлінських рішень у господарстві, планування ресурсів та визначення найбільш вигідних варіантів виробництва. У даному розділі проводиться оцінка економічної ефективності вирощування квасолі у ФГ «АгроРозвиток 2024» з урахуванням врожайності сортів Рось та Білосніжка при застосуванні різних регуляторів росту.

Економічна ефективність вирощування квасолі у ФГ «АгроРозвиток 2024» визначалася співвідношенням витрат на виробництво та отриманого прибутку від реалізації продукції. При розрахунках враховувалися прямі витрати на насіння, мінеральні добрива, регулятори росту, агротехнічні роботи, а також врожайність сорту за різними варіантами обробки. За результатами польових досліджень урожайність квасолі у контрольному варіанті без застосування регуляторів росту становила для сорту Рось 1,63 т/га, а для сорту Білосніжка — 1,71 т/га. Застосування регуляторів росту сприяло підвищенню урожайності: у сорту Рось обробка препаратом Авангард Стимул забезпечила урожайність 1,87 т/га, Регоплант — 2,03 т/га, а у сорту Білосніжка Авангард Стимул підвищив урожайність до 2,01 т/га, Регоплант — до 2,24 т/га. Приріст урожаю залежно від застосованого препарату становив від 0,24 до 0,53 т/га.

Для оцінки економічної ефективності враховувалися такі основні статті витрат: вартість насіння квасолі, витрати на регулятори росту, внесення мінеральних добрив, а також проведення основних агротехнічних робіт,

включаючи підготовку ґрунту, посів, догляд за посівами та збирання врожаю. Доходи розраховувалися як добуток отриманого врожаю на ринкову ціну квасолі.

Таблиця 4.1

Економічна оцінка результатів урожайності зерна квасолі звичайної (середнє за 2024-2025 рр.)

Сорт	Варіант обробки	Урожайність, т/га	Приріст врожаю, т/га	Витрати на препарат, грн/га	Додатковий дохід, грн/га	Економічний ефект, грн/га
Рось	Контроль (без регуляторів)	1,63	-	0	-	-
	Авангард Стимул	1,87	0,24	150	2400	2250
	Регоплант	2,03	0,40	180	4000	3820
Білосніжка	Контроль (без регуляторів)	1,71	-	0	-	-
	Авангард Стимул	2,01	0,30	150	3000	2850
	Регоплант	2,24	0,53	180	5300	5120

Розрахунки показали, що застосування регуляторів росту забезпечує приріст доходу за рахунок підвищення врожайності, який перевищує витрати на препарати. Для сорту Рось обробка Авангард Стимул забезпечила додатковий дохід, що перевищує витрати на препарат і створює економічний ефект. Використання Регоплант дало найбільший економічний ефект серед варіантів обробки. Для сорту Білосніжка застосування Авангард Стимул забезпечило додатковий прибуток, а обробка Регоплант дозволила досягти максимальної рентабельності вирощування. Аналіз показав, що впровадження біостимуляторів дозволяє підвищити рентабельність вирощування квасолі у порівнянні з контролем, отримавши додатковий дохід, який у 2–5 разів перевищує витрати на препарати.

Отже, використання регуляторів росту Авангард Стимул та Регоплант підвищує врожайність квасолі на 0,24–0,53 т/га залежно від сорту, забезпечує додатковий економічний ефект, який перевищує витрати на препарати, підвищує рентабельність вирощування та сприяє поєднанню високої продуктивності і економічної вигідності виробництва у господарстві. Максимальна економічна ефективність спостерігається при застосуванні сорту Білосніжка з обробкою препаратом Регоплант.

РОЗДІЛ 5
ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Загальні положення

Охорона праці у ФГ «АгроРозвиток 2024» є невід'ємною складовою ведення сільськогосподарського виробництва. Її основна мета – створення безпечних і нешкідливих умов праці для всіх працівників, зниження ризику травматизму та професійних захворювань, дотримання чинного законодавства України у сфері трудових відносин та санітарних норм.

У господарстві проводиться систематичний контроль дотримання правил охорони праці під час усіх агротехнічних операцій: підготовки ґрунту, посіву, догляду за рослинами, внесення мінеральних добрив, обробки регуляторами росту та збирання врожаю.

4.2 Організація безпечного робочого процесу

1. Планування робочих місць та зон безпеки

- Робочі місця організовані з урахуванням фізіологічних особливостей працівників і умов праці.
- Встановлені спеціальні зони для зберігання, приготування та використання хімічних і біологічних препаратів.
- На полі визначені маршрути пересування техніки та працівників для запобігання нещасним випадкам.

2. Інструктажі та навчання персоналу

- Перед початком робіт проводяться вступні та повторні інструктажі з охорони праці.
- Працівники навчаються правилам поводження з регуляторами росту, добривами та засобами захисту рослин.
- Ведеться журнал обліку проведених інструктажів та контроль за його дотриманням.

3. Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ)

- Використовуються захисний одяг, рукавички, респіратори, окуляри та чоботи.
- При обробці рослин біостимуляторами та пестицидами працівники застосовують повний комплект ЗІЗ для запобігання контакту зі шкідливими речовинами.

4.3 Безпека при використанні регуляторів росту та мінеральних добрив

- Перед використанням препаратів здійснюється контроль їх термінів придатності та умов зберігання.
- При приготуванні робочих розчинів дотримуються дозування, рекомендованого виробником.
- Роботи проводяться у ранкові або вечірні години, щоб знизити вплив сонячного випромінювання та температурного стресу на працівників і рослини.
- Після обробки регуляторами росту працівники проходять обов’язкову процедуру миття рук і відкритих ділянок тіла.
- Контейнер для залишків препаратів обов’язково маркується та утилізується відповідно до санітарних норм.

4.4 Безпека при механізованих роботах

1. Техніка і обладнання
   - Всі трактори, посівні комплекси, обприскувачі та комбайни проходять регулярний технічний огляд.
   - Забезпечується справність гальм, рульового керування, систем гідравліки та електрообладнання.
2. Правила роботи операторів
   - Трактористи та водії комбайнів повинні мати відповідні посвідчення і проходити інструктаж з техніки безпеки.

- Робота на техніці заборонена у стані втоми або під впливом алкоголю та лікарських препаратів, що знижують увагу.

3. Безпечна організація руху

- Поля розмічені для безпечного пересування техніки.
- Робочі маршрути визначені так, щоб уникати контактів із працівниками, які виконують ручні операції.

4.5 Профілактика виробничого травматизму та санітарні заходи

- Організовуються регулярні медичні огляди працівників, які контактують із хімічними та біологічними препаратами.
- Проводяться заняття з надання першої допомоги при отруєннях, опіках та травмах.
- Робочі зміни плануються з урахуванням кліматичних умов, забезпечуються перерви для відпочинку та вживання води.
- На полях встановлені спеціальні місця для миття рук, обробки та зберігання інструментів.

4.6 Контроль за дотриманням охорони праці

- В господарстві функціонує служба відповідальних за охорону праці, яка контролює дотримання правил безпеки.
- Регулярно проводяться перевірки стану ЗІЗ, техніки, складів із препаратами та організації робочих місць.
- Порушення правил охорони праці фіксуються, і працівники проходять повторний інструктаж.

РОЗДІЛ 5

Екологія вирощування квасолі у ФГ «АгроРозвиток 2024»

5.1 Вплив агротехнічних заходів на екологію

Вирощування квасолі у ФГ «АгроРозвиток 2024» проводиться з урахуванням сучасних екологічно безпечних технологій, що забезпечують збереження родючості ґрунту, підтримку біологічного різноманіття та мінімізацію негативного впливу на навколишнє середовище. Застосування регуляторів росту, біологічних та мінеральних добрив проводиться у рекомендованих дозах, що дозволяє уникнути надлишкового внесення азоту та інших елементів живлення, які можуть призводити до забруднення ґрунтових та поверхневих вод.

Біологічно активні препарати, зокрема Авангард Стимул та Регоплант, сприяють підвищенню ефективності живлення рослин, покращують їх стійкість до стресових факторів і зменшують потребу в застосуванні хімічних добрив, що позитивно впливає на екологічний стан агроценозу.

5.2 Вплив вирощування квасолі на ґрунтову екосистему

Квасоля, як бобова культура, здатна до симбіозу з бульбочковими азотфіксуючими бактеріями, що забезпечує природне збагачення ґрунту азотом. Частина азоту, внесеного в біологічний кругообіг, залишається у ґрунті після збирання врожаю, що покращує його родючість та зменшує потребу в хімічних добривах для наступних культур у сівозміні.

Сівозміни з включенням квасолі сприяють поліпшенню структурності ґрунту, зменшенню ерозійних процесів та підвищенню вмісту органічної речовини. Практика обробітку ґрунту у господарстві передбачає мінімізацію

його руйнування та підтримку біологічної активності, що сприяє розвитку корисних ґрунтових мікроорганізмів.

Використання регуляторів росту та біологічних препаратів проводиться з дотриманням санітарних і екологічних норм, що мінімізує ризик забруднення ґрунтів і водних ресурсів. Добрива та стимулятори росту застосовуються у відповідності до фаз розвитку рослин, що підвищує їх ефективність та зменшує втрати речовин у навколишнє середовище.

5.3 Екологічні переваги вирощування квасолі

1. Покращення азотного балансу ґрунту

- Квасоля фіксує атмосферний азот, що зменшує потребу у мінеральних азотних добривах.

2. Збереження біорізноманіття

- Рослини створюють сприятливі умови для розвитку ґрунтових мікроорганізмів, комах-опилювачів та інших корисних видів.

3. Стійкість до стресових факторів

- Використання регуляторів росту підвищує адаптивні можливості рослин до посухи, високих температур та інших несприятливих умов, що знижує ризик пошкодження екосистеми.

4. Зменшення негативного впливу на навколишнє середовище

- Застосування біостимуляторів дозволяє зменшити норми мінеральних добрив та пестицидів, що мінімізує забруднення ґрунту, води та повітря.

Впровадження екологічно обґрунтованих технологій вирощування квасолі у ФГ «АгроРозвиток 2024» забезпечує не лише високий та якісний урожай, а й підтримку родючості ґрунтів, збереження біологічного різноманіття та мінімізацію негативного впливу на навколишнє середовище. Застосування регуляторів росту та біологічних препаратів у поєднанні з відповідними агротехнічними заходами дозволяє поєднувати продуктивність та екологічну безпеку виробництва.

ВИСНОВКИ

1. Вплив сорту та регуляторів росту на врожайність квасолі: Дослідження показали, що сорти квасолі Білосніжка та Рось мають високий потенціал продуктивності. Застосування регуляторів росту Авангард Стимул та Регоплант дозволяє підвищити врожайність на 0,24–0,53 т/га залежно від сорту, при цьому максимальні результати досягнуті у сорту Білосніжка при обробці Регоплант.

2. Економічна ефективність: Використання біостимуляторів забезпечує додатковий прибуток, що перевищує витрати на препарати у 2–5 разів, підвищуючи рентабельність вирощування. Найвищий економічний ефект спостерігався для сорту Білосніжка з обробкою препаратом Регоплант.

3. Формування біометричних показників: Застосування регуляторів росту позитивно впливає на висоту рослин, кількість листків та гілок, площу листкової поверхні, що сприяє кращому розвитку структури врожаю, збільшенню кількості бобів на рослині, кількості насінин у бобі та маси насіння.

ПРОПОЗИЦІЇ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА:

- Для отримання високих врожаїв квасолі рекомендується використовувати сорт Білосніжка у поєднанні з обробкою препаратом Регоплант. Застосування регуляторів росту слід поєднувати з оптимізацією мінерального живлення та стандартними агротехнічними заходами для максимального ефекту.
- Впровадження біостимуляторів дозволяє зменшити використання добрив і пестицидів, що підвищує екологічну безпеку продукції та знижує виробничі витрати.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Агробізнес Сьогодні. Огляд біопрепаратів та інокулянтів для бобових культур. URL: https://www.agro-business.com.ua (дата звернення: 07.07.2025).

2. Бажина Н. О. Ефективність комбінованих гербіцидів у посівах квасолі звичайної. *Цукрові буряки.* 2024. № 6. С. 16–18.

3. Бойко П. І., Літвінов Д. В., Демиденко О. В. Продуктивність культур у різноротаційних сівозмінах на чорноземах. *Вісник аграрної науки.* 2025. № 12. С. 11–14.

4. Голодна А. В., Акуленко В. В., Столяр О. О. Продуктивність квасолі залежно від елементів технології в умовах Північного Лісостепу. *Збірник наук. праць Інституту землеробства НААН. 2013.*

5. Голодна А. В., Дупляк О. Т., Черниш О. О. Реакція квасолі на строки сівби та інокуляцію. *Plant Varieties and Seeds.* 2021. № 17. С. 44–52.

6. Голодна А. В., Акуленко В. В., Столяр О. О. Формування продуктивності квасолі звичайної залежно від елементів технології вирощування в північній частині Лісостепу. Збірник наукових праць ННЦ "Інститут землеробства НААН". 2013. Вип. 1–2. С. 120–124.

7. Іващенко О. О., Мельник О. В. Підвищення ефективності гербіцидів у бобових культур. *Агробізнес сьогодні*. 2020. № 9. С. 30–33.

8. Кардашов А. Т., Литвак П. В., Смаглій О. Ф. Сучасні агроекологічні системи вирощування бобових культур. *Київ: Аграрна наука*, 2019. 420 с.

9. Кириченко В. В., Кобизєва Л. Н., Петренкова В. П. та ін. Ідентифікація ознак зерно-бобових культур (квасоля, нут, сочевиця) / за ред. В. В. Кириченка. Харків, 2009. С. 87–115.

10. Куничак Г. І., Гуцуляк Т. М. Двофазний обробіток ґрунту для зниження забур'яненості у сої. *Агроном.* 2025. № 1(51). С. 118–120.

11. Лиха О. М., Шевчук О. С. Ефективність бактеріальних препаратів у вирощуванні зернобобових. *Мікробіологія і біотехнологія.* 2022. № 3. С. 41–47.

12. Любич О. Я., Голодна А. В. Вплив регуляторів росту на продуктивність квасолі. *Plant Production Science.* 2023. № 28. С. 87–94.

13. Мовчан К. І., Петриченко В. Ф. Формування продуктивності квасолі залежно від густоти та способу сівби. *Agronomy Research.* 2021. Т. 19. № 4. С. 1335–1346.

14. Назаренко Т. І., Щеглова О. О. Біостимулятори в технології вирощування зернобобових культур. *Землеробство та рослинництво*. 2023. № 2. С. 55–63.

15. Нікітенко В. П. та ін. Ефективність інокулянтів на основі Rhizobium у посівах квасолі. *Agricultural Science and Practice.* 2022. Т. 9. № 3. С. 21–28.

16. Овчарук О. В. Урожайність сортів квасолі залежно від елементів технології вирощування. *Наукові доповіді НУБіП України.* 2020. № 4.

17. Овчарук О. В., Овчарук В. І., Ткач О. В., Кравченко В. С. Вплив строків сівби і крупності насіння на цвітіння та плодоутворення квасолі звичайної Збірник наукових праць УНУС. 2022. Вип. 101. Ч.1. С. 115–121. DOI: 10.32782/2415-8240-2022-101-1-115-121

18. Овчарук О. В., Овчарук В. І., Ткач О. В., Рудь А. В. Показники схожості насіння при проростанні квасолі, звичайної залежно від різних погодноклiматичних умов. *Таврійський науковий вісник.* 2023. Вип. 131. С.168–174. https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.131.21.

19. Оліфірович С. Й., Оліфірович В. О. Урожайність вітчизняних сортів квасолі звичайної (зернової) в умовах південної частини Лісостепу Західного. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво.* 2020. Вип. 68 (I). С. 162–175. https://doi.org/10.32636/01308521.2020-(68)-1-12

20. Присяжнюк О. І., Топчій О. В. Формування елементів структури врожайності сочевиці залежно від строків сівби, мікродобрив і регуляторів

росту. *Наукові праці інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків.* 2017. Вип. 25. С. 72–78.

21. Пономаренко С. О., Трохименко Д. М. Біостимуляція росту рослин – сучасні технології. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2022. № 4. С. 60–67.

22. Пустова З. В. Бактеріальна обробка насіння та її вплив на продуктивність квасолі. *Подільський вісник аграрної науки.* 2021. № 29. С. 46–53.

23. Самойлик В. П., Тарасенко А. Р. Продуктивність сорго та бобових у різних системах удобрення. *Агроекологічний журнал.* 2023. № 2. С. 39–45.

24. Семенченко В. П., Коваленко Л. О. Система захисту бобових культур з використанням сучасних ЗЗР. *Захист рослин.* 2020. № 5. С. 12–18.

25. Степанець В. І., Козачок І. О. Агробіологічні основи підвищення врожайності зернобобових культур. Київ: ЦП «Компринт», 2018. 256 с.

26. Тарасюк О. П. Якість насіння квасолі залежно від сортових особливостей та умов вирощування. *Харчова промисловість і технології.* 2020. № 1. С. 33–40.

27. Шкатула Ю. М., Булавко О. В. Ефективність гербіцидів і стимуляторів росту у посівах квасолі. *Сільське господарство та лісівництво.* 2019. № 5. С. 232–240.

28. Міністерство аграрної політики та продовольства України. Аналітика ринку зернобобових культур (звіт 2023–2024). URL: https://www.minagro.gov.ua (дата звернення: 09.10.2025).

29. Інститут сільського господарства Поділля НААН України. Рекомендації з вирощування зернобобових культур (квасолі, гороху, нуту). URL: https://isgp.com.ua (дата звернення: 09.10.2025).

30. Національна академія аграрних наук України. Сучасні технології вирощування бобових культур. Методичні матеріали. URL: https://naas.gov.ua (дата звернення: 09.10.2025).

31. NUBiP України. Квасоля звичайна: продуктивність, сорти, система удобрення. Наукові рекомендації. URL: https://nubip.edu.ua/node (дата звернення: 06.09.2025).

32. Український Гідрометеорологічний центр. Агрометеорологічні умови вирощування бобових культур у Лісостепу. URL: https://www.meteo.gov.ua (дата звернення: 09.10.2025).

33. Yadav R. K., Kumar A., Singh V. Effect of biofertilizers on growth and yield of common bean. *Legume Research.* 2021. Vol. 44(6). P. 710–715.

34. Rani S., Malik K., Sharma S. Influence of planting density and nitrogen levels on kidney bean productivity. *Journal of Plant Nutrition.* 2020. Vol. 43. P. 2562–2571.

35. Baldi E., Marino P., Mancinelli R. Integrated nutrient management in pulses: a review. *Agronomy.* 2022. 12(5): 1019.

36. Renwick S., Cazzato E., Amato M. Biological nitrogen fixation in legumes under different agronomic practices. *Plants.* 2023. 12(4): 840.

37. FAO. Pulses: nutritious seeds for a sustainable future. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. URL: https://www.fao.org/pulses-2016/home/en/ (дата звернення: 10.11.2025).

38. International Year of Pulses: Global Yield & Production Statistics. FAOSTAT. URL: https://www.fao.org/faostat (дата звернення: 10.11.2025).

39. AgroTimes. Технологія вирощування квасолі: сучасні рекомендації агрономів (2023–2024). URL: https://agrotimes.ua (дата звернення: 09.09.2025).

40. Grain Alliance Research. Ефективність біостимуляторів і регуляторів росту у вирощуванні зернобобових культур. URL: ttps://grainalliance.com/research (дата звернення: 08.09.2025).

41. AgroExpert. Гербіцидний захист квасолі та інших бобових: сучасні протоколи. URL: https://agroexpert.ua (дата звернення: 08.09.2025).

42. Crop Science Analytics. Global common bean market trends and agronomic advancements (2024 report). URL: ttps://www.cropscienceanalytics.com (дата звернення: 08.08.2025).

43. European Legume Hub. Innovations in legume agronomy and nitrogen fixation. URL: https://www.legumehub.eu (дата звернення: 16.07.2025).

44. USAID Agriculture Resilience Programme. Best practices for pulse cultivation under climate variability. URL: https://www.usaid.gov/agriculture (дата звернення: 16.07.2025).

45. EIP-AGRI. Biological nitrogen fixation and legume intensification: farmer’s guidelines. URL: https://ec.europa.eu/eip/agriculture (дата звернення: 18.08.2025).

ДОДАТКИ

Додаток 1

Технологічна карта вирощування квасолі

(сорт Білосніжка, урожайність основної продукції 2,2 т/га, площа 100 га)

№ п/п	Технологічна операція	Одиниця виміру	Обсяг робіт	Склад агрегату			Обслуго- вуючий персонал		Норма виробітку	Кількість нормозмін	Витрати праці на весь обсяг робіт, люд.-год.	Тарифна ставка за нормозміну, грн		Зарплата за весь обсяг робіт, грн			Витрати палива, кг	
				Марка трактора, комбайна, автомобіля	с.-г. машина		механі-затори	інші працівники				механізатора м	іншим	працівника механізатора м	іншим працівника	разом	на одиницю роботи	на весь обсяг робіт
					марка	кількість												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Основний обробіток ґрунту																		
1	Лущення стерні на глибину 6-8см	га	100	Т- 150К	ЛДГ-15	1	1		66,2	1,51	10,57	137,2		207,17		207,17	2,9	290,00
2	Навантаження мінеральних добрив	т	43	ЮМЗ- 6Л	ПГ-0,3	1	1		109	1,30	9,08	119,48		155,3		155,3	0,57	22,80
3	Транспортування мін. добрив	т	43	ЮМЗ- 6Л	2ПТС-4- 793А	1	1		26,6	1,30	9,08	96,48		125,4		125,4	0,81	32,40
4	Внесення мінеральних добрив $P_{60}K_{60}$	га	100	ЮМЗ- 6Л	МВУ- 900	1	1		77,1	1,30	9,08	119,48		155,3		155,3	0,61	61,00
Доза внесення $P_{60}K_{60}$ (Розрахунок здійснено на простий суперфосфат – 20 % д.р. та калій сірчанокислий – 46 % д.р.)																		
5	Оранка на зяб на глибину 20-22 см	га	100	JOHN DEER - 8400	KVERNELAND – 100RB	1	1		8,5	11,76	29,2	159,32		1873,6		1873,6	18,7	1870,00

Разом за період											67,01			3453,6		3453,6		2276,2
Передпосівний обробіток ґрунту та сівба																		
4	Ранньовесняне боронування	га	100	Т-150	СГ-21 БЗСС-1,0	1 21	1		71,7	1,39	9,76	137,2		190,7		190,7	1,7	170,0
5	Ранньовесняна культивація	га	100	Білору с - 920	КПС-4+БЗТС-1,0	1 4	1		19,00	5,26	37	137,2		721,67		721,67	5,7	570
	Ранньовесняна культивація	га	100	Білору с - 920	КПС-4+БЗТС-1,0	1 4	1		19,00	5,26	37	137,2		721,67		721,67	5,7	570
	Навантаження мінеральних добрив	т	9	ЮМЗ-6Л	ПГ-0,3	1	1		109	0,29	2,06	119,48		34,65		34,65	0,57	5,13
	Транспортування мін. добрив	т	9	ЮМЗ- 6Л	2ПТС-4- 793А	1	1		26,6	0,29	2,06	96,48		27,98		27,98	0,81	7,29
	Внесення мінеральних добрив N_{30}	га	100	ЮМЗ-6Л	МВУ-900	1	1		77,1	0,29	2,06	119,48		34,65		34,65	0,61	5,49
	Ранньовесняна культивація	га	100	Білору с - 920	КПС-4+БЗТС-1,0	1 4	1		19,00	5,26	37	137,2		721,67		721,67	5,7	570
	Навантаження мінеральних добрив	т	9	ЮМЗ-6Л	ПГ-0,3	1	1		109	0,29	2,06	119,48		34,65		34,65	0,57	5,13
	Транспортування мін. добрив	т	9	ЮМЗ- 6Л	2ПТС-4- 793А	1	1		26,6	0,29	2,06	96,48		27,98		27,98	0,81	7,29

9	Передпосівна культивація	га	100	ХТЗ- 170	Європак Б622	1	1		26,9	3,72	26,02	137,2		510,38		510,38	6,30 4	630,00
10	Обробка насіння інокулянтом	т	11		Мобі токс	1		2	110	0,08	1,40		41		57,4	57,4		
11	Навантаження насіння для сівби	т	9		вручну	1		1	4,50	1,96	13,73		18		36,55	36,55		
12	Транспортування та завантаження насіння	т	9	ГАЗ-3307	УЗСА-40	1	1			1,96	13,73							
13	Сівба	га	100	МТЗ-82	УПС-12	1	1		18	5,56	49,65	119,48		664,31		664,31	3	300