МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Факультет агрономії
Кафедра агрохімії і ґрунтознавства

Допущено до захисту

«____» _____ 2023 р.

Зав. кафедри, к. с.-г. н., доцент

____ Олена ЧЕРНО

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ступеня вищої освіти магістр

ПРОДУКТИВНІСТЬ КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ ЗА ВИКОРИСТАННЯ БАКТЕРІАЛЬНИХ ПРЕПАРАТІВ В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ

Виконав: студент ІІ курсу, групи 28 м-а
спеціальності 201 Агрономія
Артем СВИРИД

Керівники: Григорій ГОСПОДАРЕНКО,
д. с.-г. н., професор
Ліна МУСІЄНКО, доктор філософії

Умань – 2023

ЗМІСТ

ВСТУП..... 3
РОЗДІЛ 1. ОСОБЛИВОСТІ ПОТРЕБИ КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ В МІНЕРАЛЬНОМУ УДОБРЕННІ (огляд літератури).. 5
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ (особливості сорту Галактика)..... 13
РОЗДІЛ 3. УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ..... 14
3.1. Характеристика ґрунту під дослідом…… 14
3.2. Погодні умови……. 15
3.3. Схема досліду та розміщення варіантів…… 16
3.4. Технологія вирощування квасолі звичайної..... 16
3.5. Програма і методика проведення досліджень..... 17
РОЗДІЛ 4. ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ І ІНОКУЛЯЦІЇ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ 18
4.1 Зміна агрохімічних показників ґрунту під посівами квасолі звичайної…… …..…... 18
4.2 Формування азотфіксувального апарату…….. 19
4.3 Динаміка наростання листкового апарату квасолі звичайної……..…… 21
4.4. Формування урожайності і якісних показників квасолі звичайної…… 23
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ…… 25
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.... 27
6.1. Охорона праці та моделювання небезпек під час вирощування квасолі звичайної …….....…. 27
6.2. Охорона довкілля під час вирощування квасолі звичайної.... 29
ВИСНОВКИ..... 32
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... 33

ВСТУП

Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи. Останнім часом велика увага приділяється вирощуванню зернобобових культур, які мають важливе значення для забезпечення населення продовольством. В даний момент було зібрано значну кількість зразків зернобобових, зокрема квасолі. Дослідження певних біохімічних показників цих зразків є важливим як з теоретичної, так і з практичної точок зору.

В даний час однією з причин дефіциту білка є недостатнє використання рослинних ресурсів, зокрема різних видів родини *Fabaceae*, яка налічують близько 200 видів, до якої також входить квасоля (*Phaseolus vulgaris*). Однак для досягнення високої продуктивності квасолі необхідно забезпечити її поживними речовинами. Азот є основним елементом живлення, який визначає родючість ґрунтів та урожайність сільськогосподарських культур. Біологічна фіксація азоту є важливим, екологічно безпечним та ефективним методом для надання цього елементу бобовим рослинам [3].

Завдяки змозі накопичувати біологічний азот у ґрунті (до 120 кг/га) і сприятливому впливу рослин квасолі на фітосанітарний стан ґрунту, ця культура може стати відмінним попередником для численних сільськогосподарських культур. Україна має довгу історію вирощування квасолі, проте вона не набула широкого поширення. Недостатня кількість високоврожайних сортів, які підходять для механізованого збирання, технологічні недоліки у вирощуванні та обмежена ефективність біологічної азотфіксації є головними перешкодами для вирощування квасолі в промисловому масштабі.

Тому подальша розробка наукових основ екологічно безпечної технології її вирощування є важливою науковою проблемою.

Наукова новизна полягала в теоретичному обґрунтуванні і практичній розробці прийомів системи удобрення за вирощування квасолі звичайної, що

забезпечило підвищення урожайності та якості її зерна в умовах Правобережного Лісостепу.

Практична цінність полягає в тому, що за результатами досліджень здійснено економічне обґрунтування адаптивних технологій вирощування зерна квасолі, які забезпечили високу врожайність та рентабельність виробництва.

Апробація результатів досліджень. Основні результати досліджень були обговорені на студентському науковому гуртку кафедри агрохімії і ґрунтознавства Уманського НУС та опубліковано у збірнику тез Всеукраїнської науково-практичної конференції «Актуальні питання агротехнологій», присвяченій 100-річчю І. М. Карасюка.

РОЗДІЛ 1
ОСОБЛИВОСТІ ПОТРЕБИ КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ В МІНЕРАЛЬНОМУ УДОБРЕННІ
(огляд літератури)

Удобрення є ключовим фактором підвищення продуктивності бобових культур. Важливою умовою одержання високих врожаїв з належною якістю є забезпечення рослин оптимальним живленням, досягти якого без застосування мінерального удобрення неможливо [15].

Квасоля відноситься до культур, які вибагливі до поживного режиму ґрунту. Для утворення 1 т зерна і відповідної кількості вегетативної маси квасоля використовує з ґрунту 50–60 кг азоту, 40–50 кг калію, 15–20 кг фосфору, а також вирізняється інтенсивним поглинанням мінеральних речовин [14]. Близько 90–95 % основних елементів живлення квасоля засвоює у період від сходів до утворення зелених бобів, тобто впродовж перших 50–60 днів [24].

На сьогодні спірним залишається питання щодо необхідності та кількості внесення азотних добрив під квасолю. За даними досліджень, в перші два тижні, молоді рослини квасолі можуть відчувати «азотне голодування» [33]. Тому, з врахуванням ґрунтових особливостей, під квасолю необхідно вносити азотні добрива на фосфорно-калійному тлі.

На формування врожайності квасолі значний влив мали мінеральні добрива. У сорту Перлина внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$ сприяло отриманню вищої врожайності в середньому на 18,1 %, $N_{52}P_{35}K_{63}$ – на 16,2 %, $N_{22}P_{35}K_{63} + N_{30}$ – на 15,8 % порівняно до контролю (без удобрення). У сорту Щедра цей показник становив відповідно 13,4, 17,1 і 15,1 %. В умовах Північного Лісостепу України оптимальна доза синтетичних мінеральних добрив під квасолю становить $N_{60}P_{60}K_{60}$ на тлі передпосівної інокуляції насіння штамами

бульбочкових бактерій. Застосування такої системи удобрення культури дало змогу отримати урожайність на рівні 2,3–2,4 т/га зерна [12].

Деякі вчені стверджують [24], що внесення органічних добрив має добрий вплив на квасолю. Тому її, на відміну від інших бобових, можна висівати на удобрених органікою ґрунтах.

Суттєвим резервом для підвищення урожайності квасолі є мікроелементи: цинк, кобальт, молібден, марганець, бор та ін. Однак, є дані, що обробка насіння квасолі мікроелементами за вирощування на чорноземі звичайному не завжди мала позитивний ефект [33]. Ефективнішим виявилося позакореневе підживлення посівів квасолі мікродобривами на хелатній основі [34].

Встановлюючи необхідність застосування будь-яких мікроелементів насамперед, варто враховувати їх вміст у ґрунті в доступній формі і вносити їх лише за низького їх вмісту в ґрунті. Так, як всі мікроелементи виконують важливі біохімічні функції в рослинах, то жоден з них не можна замінити іншим, а їх нестача буде лімітувати продуктивність посівів. Проте, плануючи високі врожаї бобових, можливе виникнення необхідності внесення окремих мікродобрив навіть за підвищеного вмісту певного елемента в ґрунті. На ефективність застосування мікродобрив значний вплив має спосіб їх внесення [5]. Дослідження свідчать, що високоефективним для посівів гороху було позакореневих підживлень добривами, що містили комплекс мікроелементів (Кристалон, Еколіст, Реаком, Кода та ін.) [9].

Оскільки, в останні роки в сільськогосподарському виробництві набуває популярності екологічний та сталий розвиток з використанням поновлюваних ресурсів, то роль біологічного азоту зростає [31]. При цьому основним джерелом азоту для більшості систем землеробства може бути симбіотична азотфіксація [36]. Для зернобобових азот має особливе значення, адже вони самі певною мірою, за допомогою бульбочкових бактерій, фіксують його з повітря. Деякі дослідники схильні вважати, що біологічно фіксованого азоту недостатньо, щоб забезпечити максимальну урожайність сої [44]. Азот

мінеральних добрив може забезпечувати досягнення максимального урожаю, наприклад коли ґрунт або біологічна азотфіксація не забезпечують достатнього надходження цього елементу [45]. Наприклад, лімітуючим чинником для біологічної азотфіксації зернобобових може бути дефіцит вологи [43] або низькі температури [40]. Але буває й так, що прибавка урожаю від застосування азотних добривв буває незначною, що не компенсує затрати на добрива. Деякими дослідами взагалі встановлена відсутність приросту урожаю сої від застосування мінеральних азотних добрив у грунт [46].

Симбіотичні бульбочкові бактерії належать в основному до таких родів: *Rhizobium, Mesorhizobium, Bradyrhizobium* [49]. Бульбочкові бактерії – це грампозитивні, рухомі аероби. Для більшості бульбочкових бактерій оптимальне значення pH середовища в межах 6,5–7,5, а коли pH 4,5–5 і 8 призупиняється їх ріст. Оптимальна температура для більшості культур – близько 24–26 ºС. При температурі нижче 5 і вище 37 ºС їх ріст припиняється. Специфічні органи фіксації азоту (кореневі (рідше – стеблові) бульбочки) – утворюються в результаті взаємодії бобових рослин з бактеріями родів Rhizobium, Bradrhizobium, Azorhizobium. Симбіоз бульбочкових бактерій і бобових рослин заснований на використанні сигнальних молекул, які виробляються як у бактеріальних, так і у рослинних партнерів [47].

Механізми ураження рослин-господарів ризобіями варіює, але найпоширенішим способом є їх проникнення у корінь через кореневі волоски. Їх проникненню у кореневі волоски завжди передує характерне закручування цих бактерій. Перейшовши в цитоплазму рослинних клітин, клітини бульбочкових бактерій ростуть, діляться, а потім трансформуються у своєрідні утворення бактероїдів. Цим закінчується процес ураження (приблизно через 3–4 тижні після зараження). Бактероїди у 3–5 разів більші за розмірами, ніж звичайні клітини. Вони не діляться і складають до 50 % маси бульбочки. Бульбочкові бактерії в клітинах рослини розташовані у вакуолях. Тканина бульбочки, заповнена бактероїдами, зазвичай має червонувате забарвлення завдяки пігменту леггемоглобіну. Таке забарвлення мають

бульбочоки, які добре фіксують азот. Леггемоглобін – один із найважливіших продуктів симбіозу. В його створенні беруть участь і рослина, і бактерії. Бульбочки, які утворилися при ураженні неактивними бульбочковими бактеріями, містять мало леггемоглобіну і мають зеленуватий колір, а бульбочки, що утворені активними штамами – рожеві.

По кореневій системі господаря бульбочки розміщуються не рівномірно. Так, активні раси бульбочкових бактерій утворюють чисельні бульбочки на головному корені, а на бокових їх утворюється мало. У міру старіння бульбочки відмирають. Лізис бактероїдів по закінченню активного життя бульбочок зазвичай співпадає з некрозом бульбочок. Бактерії, що збереглися в недорозвинутих інфекційних нитках, можуть виходити в ґрунт, де здатні досить довго існувати (від 1 до 20 років), навіть за відсутності рослини-господаря. Наприклад, дослідження, проведені у штаті Іллінойс (США), засвідчили, що бульбочкові бактерії сої зберігаються не менше 10–11 років, не втрачаючи свою ефективність [38].

Фіксація атмосферного азоту відбувається лише в бактероїдах, близько 90 % зв’язаного азоту надходить в цитоплазму кореня бобової рослини з них у вигляді іонів амонію. Передача зв’язаного азоту з тканин бульбочки в надземну частину рослини можлива лише, коли бактероїди життєздатні. Певна частина засвоєного рослинами азоту потрапляє в ґрунт з продуктами кореневих виділень [6]. Також збільшувала вміст азоту в тканинах і нодуляція, особливо в корінні і стеблах [39]. При цьому у бобових культур накопичення азоту тісно пов’язане з накопиченням біомаси рослин [42].

Не більше 1/3 сумарної потреби світового рослинництва в азоті забезпечується виробництвом азотних добрив, тому відповідно, основна його кількість надходить до сільськогосподарських рослин з азотного резерву ґрунту, який в свою чергу створений та підтримується діяльністю мікроорганізмів-азотфіксаторів [16]. Експериментально і практично підтвердженим напрямком використання потенціалу ґрунтових

мікроорганізмів є активація використання біологічної фіксації атмосферного азоту, як екологічно безпечного і ресурсозберігаючого процесу [11].

Підвищення популярності симбіотичної азотфіксації може знижувати популяризацію залежності від удобрювальних продуктів та робити вагомий внесок у сталий розвиток сільського господарства [8]. Біологічний азот майже втричі дешевший за мінеральний, а також його використання не створює екологічних проблем. Вирощування тих чи інших бобових культур сприяє формуванню у ґрунті численних популяцій специфічних бульбочкових бактерій. Представники популяцій можуть не лише сприяти засвоєнню молекулярного азоту з атмосфери, а навіть перешкоджати інтродукованим штамам інокулянта інфікувати рослини та проявляти свій симбіотичний потенціал повною мірою [18]. Активізація мікробно-рослинного симбіозу є потужним чинником підвищення продуктивності посівів рослин, потенціал якого на сьогодні використовується вкрай незадовільно.

До набрання популярності мінеральних азотних добрив головним джерелом поповнення ґрунтових запасів азоту була його азотфіксація бульбочковими бактеріями, за значимістю цей процес прирівнювався до фотосинтезу [32]. В Україні з 1 га землі, що обробляється вилучається з колообігу близько 139 кг азоту, що в загальному становить 4 млн. т. При цьому, біологічний азот, у 10 разів дешевший мінерального [28]. За рахунок фіксації азоту з повітря впродовж вегетаційного періоду, зернобобові рослини, здатні засвоювати до 60-180 кг/га азоту [21].

Бобово-ризобіальний симбіоз досить специфічний, адже більшість рослин можуть формувати симбіоз лише з певними формами ризобій [23]. Відомо, що мікросимбіонтам притаманна сортова специфічність – їх генотипи повинні відповідати генотипу рослини-господаря. Так, висококонкурентний штам на одному сорті може знижувати здатність до утворення симбіотичної системи на іншому [20]. Це зумовлює актуальність пошуку активних штамів ризобій, які б забезпечували задовільну конкурентоспроможність, високу вірулентність і азотфіксуючу активність.

Високий вміст мінерального азоту в зоні кореневої системи рослини-господаря гальмує утворення бульбочок [41]. Симбіоз бобових культур з бульбочковими бактеріями вигідний для макросимбіонта лише за умов азотного дефіциту в ґрунті, а наявність азотовмісних сполук не завжди покращує утворення бульбочок та розвиток рослин [19]. Бобові здатні регулювати утворення бульбочок на кореневій системі.

Формування бобово-ризобіального симбіозу – це досить складний багатогранний процес, який закінчується утворенням особливих структур на кореневій системі бобових – бульбочок, безпосередньо в яких і здійснюється процес фіксації азоту. Бобово-ризобіальний симбіоз – це регульований фізіологічно-біохімічний процесом. Фіксація атмосферного азоту є результатом інтеграції багатьох факторів, серед яких переважаючим у формуванні і функціонуванні симбіозу є генотип рослин. Варто відзначити, що коефіцієнт використання біологічно зв’язаного азоту бобово-ризобіальними системами наближається до 100% [13].

Для активного засвоєння бобовими рослинами азоту з повітря, в ґрунті мають бути специфічні, живі, активні й вірулентні раси бульбочкових бактерій, які б жили в симбіозі з рослиною-живителем [7]. Вірулентністю бульбочкових бактерій називають їх здатність проникати в тканину кореня, активно там розмножуватися і викликати утворення бульбочок. Дійсно вірулентні культури бульбочкових бактерій обов’язково володіють нодулюючою активністю, тобто здатністю формувати справжні бульбочки [17].

На ефективність симбіозу істотно впливає підібраний сорт бобових рослин, що вирощуються і комплементарних їм активних штамів бактерій [25]. Інокуляція насіння активними штамами ризобій здатна підвищувати азотфіксувальну функцію симбіозів на рівні 15-50 %. Але на ефективність інокуляції бобових культур впливає не лише азотфіксувальна активність штамів бульбочкових бактерій, а і їх спроможність конкурувати з бактеріями цього ж виду при утворенні бульбочок на коренях рослини-господаря.

Конкурентна спроможність аборигенних бульбочкових бактерій неоднакова у різних ґрунтах. Так, один і той же штам, використаний для інокуляції, на одних ґрунтах має перевагу над спонтанними расами при утворенні бульбочок, а на інших навпаки, пригнічується більш агресивними місцевими їх формами і інокуляція виявляється неефективною [17].

Відомо, що серед зернобобових соя і квасоля належать до групи культур, що мають майже однаково виражену активність автотрофного та симбіотичного типів живлення [19]. Горох і квасоля мають вкрай непостійне, важко прогнозоване надходження біологічного азоту залежно від року [48]. Світова структура фіксації біологічного азоту зернобобовими культурами має такий вигляд: частка сої становить близько 68,7%, квасолі – 6,7 %, гороху – 2,9 %. За останні 50 років обсяги біологічної фіксації азоту з повітря посівами сої зросли у 8,7, квасолі – 2, гороху – 1,5 рази [1].

Досить довго існувало два підходи що до розгляду ефективності виділених штамів. Перший базувався на підтвердженні, що штами бульбочкових бактерій більш ефективні в тих ґрунтово-кліматичних умовах, з яких вони виділені. Другий підхід ґрунтується на тому, що головний критерій ефективності штаму є його висока азотфіксуюча активність і конкурентоздатність, а не географічне походження [3].

В останні роки, досить інтенсивно, застосовують біологічні препарати на основі спеціальних, відселекціонованих мікроорганізмів, інтродукція яких у кореневу зону рослин упродовж вегетаційного періоду забезпечує більш сприятливі умови для розвитку сільськогосподарських культур [2]. Продуктивні симбіотичні пари добираються для конкретних регіонів і ґрунтово-кліматичних умов [408]. Основні умови підвищення симбіотичної азотфіксації – специфічність взаємодії генотипів макро- і мікросимбіонтів [35].

Правильно підібрані штами бульбочкових бактерій здатні підвищити урожайність та якість насіння квасолі. Дослідження, які проводилися у Вінницькому державному аграрному університеті, встановлено, що

передпосівна інокуляція насіння сприяла інтенсивній нодуляції, порівняно із спонтанною інокуляцією квасолі аборигенними штамами. При цьому, найвищу врожайність квасолі отримано у варіанті досліду з обробкою насіння штамом мікроорганізмів *Rhizobium phaseoli*, Ф-16. Середня врожайність за роки досліджень на цьому варіанті становила 1,7 т/га. У варіанті, де була заміна штаму бульбочкових бактерій на Rhizobium phaseoli, 700, отримана урожайність була дещо нижчою – 1,5 т/га, однак найнижчу врожайність отримано в контрольному варіанті – 0,9 т/га [33]. Передпосівна обробка насіння розчином регулятора росту (Регоплант) сприяло активізації формуванню та функціонуванню симбіотичної системи квасолі саме з аборигенними популяціями ризобій ґрунту. Чисельність бульбочок на кореневій системі квасолі (у фазу цвітіння) за дії регулятора росту рослин зростала на 20,3 % порівняно з контрольним варіантом, при цьому їх сира маса збільшувалася – на 35,3 %, а суха – на 38,2 % щодо контролю [14].

Підбиваючи підсумки, можна зробити висновок, що основними чинниками підвищення урожайності і якості насіння квасолі є підбір сортів та використання добрив.

РОЗДІЛ 2.
ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ (особливості сорту Галактика)

Галактика. Оригінатором сорту є Інститут кормів НААН України. Створений шляхом індивідуального добору з гібридної комбінації Сакса б/в 6/5/ Zeneth. Різновидність – *Oblongus niger variegatus*. В Реєстрі сортів з 2014 р., для Лісостепової зони.

Тип росту рослин – кущовий, рослини прямостоячі, висота рослин сорту – 40–45 см, висота прикріплення нижнього бобу – 15–17 см. Листки трійчасті, зеленого кольору, середнього розміру. Колір квітки – фіолетовий. Суцвіття – багатоквіткова китиця. Боби жовтого кольору, слабо зігнуті. Насіння середнього розміру, ниркоподібної форми. Насіннєва оболонка чорна, має вторинний коричневий колір. Маса 1000 насінин – 344 г. Вміст сирого протеїну в насінні 20–22 %. Довжина вегетаційного періоду – 87–89 діб.

Урожайність насіння в умовах Лісостепу становить 2,3–2,5 т/га, потенційна – 3,5–4,0 т/га. Середньостиглий, технологічний. Сорт стійкий до основних грибкових та вірусних хвороб та вилягання, посухостійкий. Здатний формувати сприятливу оптико-біологічну структуру рослин в онтогенезі. Має високі смакові якості [26, 29].

РОЗДІЛ 3.
УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Характеристика ґрунту під дослідом

Основою сільськогосподарського виробництва є ґрунт, адже на ньому вирощують польові та кормові культури, лісові культури, сади та ягідники. За рахунок цього сільськогосподарське виробництво забезпечує людей і тварин продуктами харчування і кормами, а промисловість – різноманітною сировиною.

Основною властивістю ґрунту є родючість, тобто потенціал забезпечення рослин поживними елементами і речовинами. Ґрунт досліду характеризувався високим рівнем родючості, який притаманний чорноземам типовим.

Таблиця 1

Агрохімічні характеристика чорнозему типового

Показник		Глибина відбирання зразка, см	
		0–20	20–40
Вміст гумусу, %		3,90	3,85
pH_{kcl}		5,95	6,06
Гідролітична кислотність, смоль/кг		2,47	1,65
Сума ввібраних основ, смоль/кг		29,1	28,7
Ступінь насиченості основами, %		92,2	94,7
Вміст рухомих сполук, мг/кг	N	120	113
	P_2O_5	112	100
	K_2O	132	128

Агрохімічні показники ґрунту під дослідом мали наступний вигляд (в шарі 0–20 см): вміст гумусу, % – 3,9; pH_{KCl} – 5,95; гідролітична кислотність, смоль/кг –2,47; сума ввібраних основ, смоль/кг – 29,1; ступінь насиченості основами, % – 92,2; вміст основних елементів (NPK) становив відповідно, мг/кг – 120, 112, 132.

В загальному можна зробити висновок, що грунтові умови проведення досліду сприятливі для отримання високих і якісних врожаїв квасолі звичайної.

3.2. Погодні умови

Фермерське господарств «ГРЕЙН» в якому проводили дослідження знаходиться в Черкаській області, Уманському районі, селі Антонівка, погодні умови відповідають умовам Правобережного Лісостепу.

Погодні умови вегетаційного періоду є лімітуючим чинником на шляху отримання високих і сталих врожаїв, вони не завжди сприяють отриманню високих врожаїв сільськогосподарських культур.

За тепловим режимом клімат регіону досліджень помірно-середньо-континентальний. Сума активних температур Правобережної Лісостепової зони на півночі в межах 2400 ºС, на півдні – 3200 ºС, гідротермічний коефіцієнт в межах 1,1–1,2. Залежно від року період із середньодобовою температурою вище (+5) ºС триває до 230 діб, понад (+10)ºС – 140–160 діб.

Кліматичні умови району сприятливі для отримання високих врожаї сочевиці. 2023-й рік характеризувався сприятливими умовами для отримання врожаїв через помірне і вологе літо. Весною випала значна кількість опадів, що забезпечило дружні сходи, а дощі в липні забезпечили налив насіння.

Таблиця 2

Погодні умови на час проведення досліджень

(дані метеостанції Умань)

Показник	Місяці								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Кількість опадів, мм									
Середня багаторічна	38	34	36	41	52	81	68	49	61
2023 р.	6,0	20,5	27,2	129,6	42,4	15,8	92,5	12,4	4,2
Температура повітря, ºС									
Середня багаторічна	-3,4	-2,3	2,5	9,7	15,4	19,0	20,9	20,1	14,5
2023 р.	0,2	-0,2	5,1	8,8	15,4	19,6	21,3	22,9	18,4

3.3. Схема досліду та розміщення варіантів

Метод розміщення – це певне чергування варіантів на дослідних ділянках в межах повторення. Варіанти досліду розміщувалися систематичним методом, у трикратній повторності.

Систематичний метод передбачає розміщення варіантів у такій послідовності, як вони записані у схемі досліду. Тому іноді цей метод ще називають послідовним.

Схема досліду включала набір наступних варіантів:

1. Без добрив (контроль);
2. $P_{40}K_{40}$;
3. $N_{30}P_{40}K_{40}$;
4. $N_{60}P_{40}K_{40}$.

Також досліджували вплив інокуляції на формування врожайності, тому 5–8 варіанти насіння обробляли інокулянтом перед сівбою.

Загальна площа дослідної ділянки становить 70 м^2, облікова – 25 м^2. Використовувалися такі мінеральні добрива: аміачна селітра, суперфосфат гранульований і калій хлористий. Фосфорні і калійні добрива вносилися під оранку ґрунту, азотні – навесні, під передпосівну культивацію.

Варіанти розміщені систематичним методом:

I повторність					II повторність					III повторність				
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

3.4. Технологія вирощування квасолі звичайної

Попередником квасолі у досліді була пшениця озима, після збирання якої проводили двохразове дискування стерні (6–8 і 10–12 см). Під оранку згідно схеми досліду вносили фосфорні і калійні добрива (суперфосфат простий і

калій хлористий), азотні вносили на весні (аміачна селітра) під передпосівну культивацію.

Сіяли широкорядним способом (45 см), нормою 550 тис шт/га. За 1–2 години до сівби, насіння обробляли інокулянтом – Андеріз (1,5 л/т насіння).

Після сівби, але до появи сходів квасолі вносили ґрунтовий гербіцид Гезагард 500 FW к.с. (3 л/га). Проти шкідників у фазу «бутонізація– початок цвітіння» використовували інсектицид Нурел Д (1л/га).

Перед збиранням посіви обробляли неселективним контактним десикантом Реглон Супер 150 SL, РК у нормі 2 л/га. Збирання врожаю проводили прямим комбайнуванням за повного дозрівання бобів.

3. 5. Програма і методика проведення досліджень

Перед закладанням дослідів проводили відбір проб для агрохімічного дослідження ґрунту згідно ДСТУ 4287:2004 і визначалися такі показники: pH інструментальним методом згідно ДСТУ ISO 10390:2007 Якість ґрунту. Визначення pH; вміст гумусу згідно з ДСТУ 4289:2004 Якість ґрунту. Методи визначення органічної речовини; гідролітичну кислотність за ДСТУ 7537:2014 Якість ґрунту. Визначення гідролітичної кислотності; вміст легкогідролізованого азоту за методом Корнфілда (ДСТУ 7863:2015 Якість ґрунту. Визначення легкогідролізованого азоту методом Корнфілда); рухомі сполуки фосфору і калію за модифікованим методом Чирикова (ДСТУ 4115-2002 Ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору і обмінного калію).

Під час вегетації квасолізвичайної виконувалися обліки і спостереження: площу листкової поверхні – за методом висічок [10]; кількість і масу бульбочок на рослині – згідно методики, описаної В. В. Волкогоном та ін. [4]; облік урожаю зерна проводили методом суцільного збирання [10].

У рослинних зразках визначали: вміст сухої речовини термостатно-гравіметричним методом; показники якості (вміст білка, жиру,) методом інфрачервоної спектроскопії; масу 1000 насінин – за ДСТУ ISO 520:2015 Зернові і бобові. Визначення маси 1000 зерен.

РОЗДІЛ 4.
ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ І ІНОКУЛЯЦІЇ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ НУТУ

4.1. Зміна агрохімічних показників ґрунту під посівами квасолі звичайної

Одним з важливих завдань інтенсивного землеробства є контроль колообігу поживних речовин та створення активного їх балансу за рахунок добрив. Тому існує потреба в принципово нових поглядах на їх застосування, які враховуватимуть не лише потребу рослин на формування врожаю, а й позитивний вплив на збереження родючості та стійкість функціонування агроекосистем [10]. Розроблення та впровадження науково обґрунтованої системи заходів із відтворення родючості ґрунту повинні враховувати локальні умови регіону, культуру, що вирощується та плановий рівень врожаю [5].

Важливими агроекологічними наслідкоми тривалого застосування органічних і мінеральних добрив є зміна фізико-хімічних, агрохімічних та інших властивостей ґрунтів, що удобрюються. Більшість мінеральних добрив належать до фізіологічно кислих, тому вважається, що їх застосування часто спричиняє підкислення ґрунтів та зниженням показника pH грунтового розчину.

Для Щоб підтримувати бездефіцитний колообіг елементів живлення в сівозміні достатньо правильно поєднувати внесення органічних і мінеральних добрив. Відомо, що гній та мінеральні добрива внесені в еквівалентних нормах, впливають приблизно однаково на врожай, але їх поєднанні в сівозміні підвищує рівень використання рослинами елементів живлення. Також систематичне внесення гною допомагає підтримувати кількість органічних речовин в ґрунті та швидше відновлювати порушений у ньому баланс поживних речовин винесених врожаєм.

З даних таблиці 3 бачимо, що внесення мінеральних добрив спонукала певні зміни агрохімічних показників. Так, відбувалося підвищення вмісту гумусу на

0,02–0,14 % порівняно з варіантом без їх застосування. Варто відмітити, що застосування добрив підкислювало реакцію грунтового розчину.

Таблиця 3

Агрохімічні показники ґрунту в шарі 0–20 см під квасолею звичайною після застосування мінеральних добрив, 2023 р.

Варіант досліду	Вміст гумусу, %	pH_{KCl}	Нг, смоль/кг	S, смоль/кг	V, %	Вміст у ґрунті, мг/кг		
						$N_{легк}$	P_2O_5	K_2O
Без добрив	3,81	5,85	2,45	28,4	91,8	109	104	120
$P_{40}K_{40}$	3,83	5,78	2,42	28,0	91,4	111	112	116
$N_{30}P_{40}K_{40}$	3,91	5,75	2,50	27,7	91,2	125	114	116
$N_{60}P_{40}K_{40}$	3,95	5,66	2,54	26,5	90,6	133	110	110

Відмічені зміни вмісту в ґрунті основних елементів живлення в результаті вирощування квасолі звичайної. Так, відсутність внесення елементів сприяла їх зменшенню: азоту на 9–11, фосфору – на 8 кг/га. Однак, навіть внесення фосфору у варіанті $N_{60}P_{40}K_{40}$ не забезпечило збереження його вмісту в ґрунті, що можна пояснити посиленим азотним живленням, в результаті чого формувалася більша вегетативна маса і врожай культури. Щодо калію, то внесення його з мінеральними добривами також не забезпечувало збереження рівня його вмісту в ґрунті, що зумовлює потребу збільшення його доз під час вирощування квасолі звичайної.

4.2. Формування азотфіксувального апарату

Невід’ємною складовою сучасного інтенсивного землеробства є оптимізація азотного живлення рослин. Відомо, що азот є складовою частиною багатьох органічних сполук (амінокислот, амідів і білків, алкалоїдів, хлорофілу, регуляторів росту, нуклеїнових кислот, ферментів тощо). У складі

сухої маси рослин його вміст коливається від 1,5 до 5,0 %. У зв'язку з вузьким діапазоном засвоєння рослинами азот вважається найлабільнішим елементом живлення. Його нестача і надлишок в ґрунті призводить до зниження врожайності культури та погіршення якості отриманого врожаю [6].

Встановлено, що у ході еволюції і розвитку екосистем відбулася взаємна адаптація деяких груп організмів, у результаті чого кобіонти навчилися оптимально використовувати ресурси природного навколишнього середовища. Одним з яскравих прикладів коеволюції організмів є симбіотичні відносини бобових рослин з бульбочковими бактеріями [6].

На взаємовідносини рослини живителя з бульбочковими бактеріями мають вплив різноманітні екологічні фактори: біотичні, абіотичні та антропогенні. Дані фактори регулюють утворення бобово-ризобіального симбіозу і часто відіграють визначальну роль у реалізації потенційних можливостей симбіонтів і ефективності цієї системи [27].

На формування симбіотичного апарату в досліді відмічено позитивний вплив не лише інокуляції, а й добрив (табл. 4).

Таблиця 4

Утворення бульбочок на рослинах квасолі звичайної залежно від удобрення і інокуляції (2023 р.), шт/рослині

Варіант досліду	Фаза росту й розвитку рослини				Зміна у фазу цвітіння	
	Стеблування		Цвітіння		удобрення	інокуляції
	Б/і	і	Б/і	і		
Без добрив (контроль)	6	9	13	18	–	+5
$P_{40}K_{40}$	9	14	15	21	+2	+6
$N_{30}P_{40}K_{40}$	10	14	18	23	+5	+5
$N_{60}P_{40}K_{40}$	10	13	16	19	+3	+3

Примітка: б/і – без інокуляції; і – з інокуляцією.

Внесення мінеральних добрив сприяло збільшенні кількості бульбочок на рослина квасолі на 2–5 шт/рос у фазу цвітіння, але варто відмітити негативний

вплив підвищення дози азотних добрив до 60 кг/га д. р., що спричиняло їх зменшення порівняно із варіантом, де вносилося лише 30 кг/га д. р. азоту, що можна пояснити тим, що за високих доз рослини переходили на живлення ним з мінеральних добрив і не формували бульбочки для його фіксації, адже в ґрунті азот доступний в достатній кількості.

Проведення передпосівної інокуляції сприяло збільшенню цього показника на 3–6 шт/рос у фазу цвітіння. У варіантах з інокуляцією відзначається аналогічна тенденція впливу застосування азотних добрив.

4.3. Динаміка наростання листкового апарату сочевиці

До основних показників фотосинтетичної діяльності рослин, що впливають на урожайність, відносять величину площі листя, динамічність її формування та фотосинтетичний потенціал [14].

Для підвищення ефективності посівів варто використовувати всі шляхи оптимізації вирощування культури. Значна роль при цьому належить густоті і щільності посівів. Важливо не лише формування площі листя, а і його розташування на рослині. Чим рівніше воно розміщене, тим більш сприятливі умови для формування структури посіву. У такому випадку не буде значного зниження освітленості листя за висотою його розміщення, посіви не відчуватимуть світлового голоду – навпаки, збільшиться коефіцієнт використання ФАР. Тому рослини з вузьким листям, розташованим вертикально і рівномірно по висоті, мають високу інтенсивність фотосинтезу [6].

Коли відбувається швидке формування оптимальної площі листків можна отримати високі врожаї, адже листя більш тривалий час зберігається в активному стані і віддає створені сполуки на формування продуктивних органів у кінці вегетації [34].

Пік формування площі листового апарату припадає на фазу цвітіння (табл. 5). Але, незалежно від фази росту й розвитку відмічено позитивну дію

на формування площі листя, особливо вагомий вплив простежується від дози азотних добрив.

Таблиця 5

Площа листкового апарату посівів квасолі звичайної залежно від удобрення та інокуляції (2023 р.), тис. м^2/га

Варіант досліду	Фаза росту й розвитку рослин					
	Початок гілкування		Цвітіння		Початок достигання насіння	
	б/і	і	б/і	і	б/і	і
Без добрив (контроль)	6,6	7,1	25,7	26,0	20,8	21,7
$P_{40}K_{40}$	6,9	7,5	26,5	27,1	21,9	22,8
$N_{30}P_{40}K_{40}$	7,3	7,7	27,3	28,3	22,7	23,9
$N_{60}P_{40}K_{40}$	7,5	7,9	28,5	29,2	23,5	24,8

Примітка: б/і – без інокуляції; і – з інокуляцією.

Залежно від фази росту й розвитку застосування добрив сприяло збільшенню площі листя на 0,3–0,9 тис. м^2/га на початку гілкування, на 0,8–2,8 у фазу цвітіння та на 1,1–2,7 на початку достигання плодів. Максимальні значення отримано у варіанті досліду $N_{60}P_{40}K_{40}$ – 7,5, 28,5 і 23,5 у фазу початку гілкування, цвітіння і початку достигання насіння відповідно.

Застосування передпосівної інокуляції насіння також сприяло збільшенню даного показника незалежно від варіанту досліду та фази росту й розвитку. Так, завдяки цьому агрозаходу на початку фази гілкування площа листків збільшувалася на 0,4–0,6 тис. м^2/га (до 8,7 %), у фазу цвітіння – на 0,3–1,0 тис. м^2/га (до 3,7 %) та на початку достигання насіння – на 0,9–1,3 тис. м^2/га (до 5,5 %).

4.4. Формування урожайності і якісних показників квасолі звичайної

Квасоля це культура, що дуже вимоглива до родючості ґрунту. Близько 90-95% Р, К, особливо Са, вона поглинає за дуже короткий період (всього за 50-65 днів від появи сходів). При вирощуванні квасолі на чорноземах в першочергово потрібно застосовувати фосфорні і калійні добрива. Серед всіх зернобобових, квасоля найбільш вибаглива до умов живлення. За даними досліджень, квасоля добре реагувала на азотні добрива (в дозі N_{45}) – урожайність зростала на 11% [234]. Кислотність ґрунту та низький рівень вмісту фосфору в ньому є важливі обмежуючі фактори підвищення врожайності квасолі [37].

Ефективність застосування елементів технології вирощування оцінюється їх впливом на урожайність. Так, з даних таблиці 7 бачимо, що із застосуванням мінеральних добрив отримано істотні прирости на рівні 0,19–0,46 т/га. Найбільш продуктивним був варіант досліду $N_{60}P_{30}K_{40}$ з отриманою врожайністю на рівні 2,15 т/га.

Таблиця 7

Урожайність квасолі звичайної залежно від удобрення та інокуляції (2023 р.), т/га

Варіант досліду	Без ін-ції, т/га	З ін-цією, т/га	Приріст від добрив, т/га	Приріст від інокуляції, т/га	Вплив інокуляції, %
Без добрив (контроль)	1,69	1,85	–	0,16	9
$P_{30}K_{40}$	1,88	2,04	0,19	0,16	9
$N_{30}P_{30}K_{40}$	2,03	2,29	0,34	0,26	13
$N_{60}P_{30}K_{40}$	2,15	2,33	0,46	0,18	8
$НІР_{05}$	0,14		—	—	—

Проведення передпосівної інокуляції сприяло приросту врожаю на рівні 0,16–0,26 т/га або на 8–13 %. Із внесенням азоту 60 кг/га замість 30 спричинило зниження приросту на 0,08 т/га. Найбільший приріст від інокуляції отримано у варіанті досліду $N_{30}P_{30}K_{40}$ – 0,26 т/га або 13 %. Найвищу врожайність отримано у варіанті $N_{60}P_{30}K_{40}$ – 2,33 т/га, що на 0,64 т/га більше відносно абсолютного контролю.

Головні показники, що визначають високу харчову цінність, як квасолі, так і інших зернобобових культур, є білок. Також важлива роль належить цукрам, жирам і мінеральні речовинам. На хімічний склад насіння квасолі високий вплив мають сортові особливості і система удобрення.

Дослідженнями встановлено, що маса 1000 насінин в досліді варіювала від 288 до 303 г без інокуляції та від 299 до 308 г з інокуляцією; вміст протеїну був у межах 22,8–24,3 % без інокуляції та 23,1–24,8 % з інокуляцією; вміст жиру коливався від 2,10 до 2,33 без інокуляції та 2,04 до 2,30 % з інокуляцією (табл. 9).

Таблиця 9

Якість насіння квасолі звичайної залежно від доз і поєднань добрив та інокуляції, 2023 р.

Варіант досліду	Маса 1000 насінин, г		Вміст, %			
			протеїну		жиру	
	1*	2	1	2	1	2
Без добрив (контроль)	288	299	22,8	23,1	2,33	2,30
$P_{30}K_{40}$	295	308	22,9	23,0	2,25	2,21
$N_{30}P_{30}K_{40}$	303	304	23,9	24,2	2,10	2,04
$N_{60}P_{30}K_{40}$	299	301	24,3	24,8	2,12	2,07

Примітка. 1 – без інокуляції насіння, 2 – з інокуляцією.

Варто відзначити позитивний вплив інокуляції на показники маси 1000 та вмісту протеїну, адже вона сприяла підвищенню їх значень.

РОЗДІЛ 5.
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ НУТУ

Ефективність виробництва як економічна категорія відображає дію об'єктивних економічних законів, яка виявляється в результативності виробництва. Ефективність показує кінцевий корисний ефект від застосування засобів виробництва та живої праці, а також сукупних їх вкладень. У сільському господарстві основним критерієм економічної ефективності є збільшення виробництва чистої продукції за найменших витрат засобів і праці на основі раціонального використання земельних, матеріальних, трудових ресурсів. Кінцевим ефектом тут є обсяг валової продукції без спожитих засобів виробництва (амортизаційних відрахувань, вартості насіння тощо).

Аналізуючи показники економічної ефективності вирощування квасолі звичайної, варто відзначити зростаючу тенденцію витрат на застосування удобрювальних продуктів (табл. 8). Варто звернути увагу, що витрати пов'язані з передпосівною інокуляцією є досить незначні – близько 400 грн/га, а отриманий прибуток в рази їх перевищує – 2800–4800 грн/га залежно від фонового удобрення.

Найбільш прибутковим без застосування інокуляції виявився варіант досліду $N_{60}P_{30}K_{40}$ з отриманим прибутком 25926 грн/га, а от передпосівна інокуляція сприяла отриманню більшої прибутковості у варіанті досліду $N_{30}P_{30}K_{40}$ – 30262 грн/га, що 1136 грн більше ніж у варіанта $N_{60}P_{30}K_{40}$ + інокуляція.

Отже, удобрення та інокуляція позитивно впливають на рівень отриманого прибутку.

Таблиця 8

Економічна ефективність застосування добрив та інокуляції під квасолю звичайну, 2023р.

Варіант досліду	Витрати на 1 га, грн	Урожайність, т/га	Вартість 1 т насіння, грн	Собівартість 1 т насіння, грн	Дохід, грн	Прибуток, грн	Рівень рентабельності, %
Без добрив (контроль)	9995 10395	1,69 1,85	20000	5914 5619	33800 37000	23805 26605	238 256
$P_{30}K_{40}$	13202 13602	1,88 2,04	20000	7022 6668	37600 40800	24398 27198	185 200
$N_{30}P_{30}K_{40}$	15138 15538	2,03 2,29	20000	7457 6785	40600 45800	25462 30262	168 195
$N_{60}P_{30}K_{40}$	17074 17474	2,15 2,33	20000	7941 7500	43000 46600	25926 29126	152 167

Примітка. Над рискою без інокуляції насіння, під рискою – з інокуляцією.

РОЗДІЛ 6.
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1. Охорона праці та моделювання небезпек під час вирощування квасолі звичайної

В сучасних умовах, коли широко впроваджуйтеся нові технології та нові технічні засоби для механізації виробничих процесів, та індустріальні технології виробництва сільськогосподарської продукції, і особливого значення набула проблема охорони праці.

Охорона праці це система правових санітарно-гігієнічних, соціально-економічних, організаційно-технічних та лікувально-профілактичних заходів і засобів, які спрямовані на збереження здоров'я та працездатності працівників під час трудової діяльності.

Статистичні дані рівня травматизму на виробництві є одним із показників, що вказують на дотримання правил охорони праці та техніки безпеки під час ведення сільського господарства. До основних причин травматизму на виробництві можна віднести: незадовільний технічний стан сільськогосподарської техніки, що використовується; низький рівень кваліфікації працівників (а саме водіїв і механізаторів); порушення правил дорожнього руху; алкогольне або наркотичне сп'яніння; порушення виробничої дисципліни.

Варто відзначити тісний зв'язок охорона праці з такими науками: гігієна і фізіологія праці, безпека життєдіяльності, психологія, соціологія, технічна естетика, екологія та ін. Вона використовує основи цих наук для створення оптимальних умов праці.

Залежно від економічної спроможності власника господарства, для покращення умов праці можливе проведення оптимізації робочих місць шляхом оснащення комплексом механізації та автоматизації виробничих

процесів, це значно полегшує, зменшує, та змінює характер затрати ручної праці. Однак, необхідним було, залишається і буде встановлення формування виробничих небезпек і їх ліквідація.

Так наприклад, у сільському господарстві робоче місце працівника постійно змінюється, як результат змінюються і умови роботи. Одному робітнику доводиться працювати на різних рельєфах у поєднані із швидкісними, широкозатратними знаряддями праці. Саме процес виконання технічно і технологічно складних робіт зумовлює появу небезпечних виробничих факторів.

Саме тому періодично всі співробітники проходять пернинний/повторний інструктаж із перевіркою знань, медичний огляд. Проведення інструктажу та дотриманням правил техніки безпеки під час роботи здійснює науковий керівник.

За характером і часом проведення інструктажі з питань охорони прані поділяються на: вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий.

Первинний, повторний, позаплановий і цільовий інструктажі проводяться безпосереднім керівником робіт (наприклад начальник структурного підрозділу) або фізичною особою, яка наймала працівників. Після їх проведення роблять перевірку знань, це може бути, як у вигляді усного опитування, так і за допомогою технічних засобів, особою, яка проводила інструктажі. Якщо отримано незадовільні результати перевірки знань і навичок з питань безпеки виконання робіт після інструктажів, протягом 10 днів проводяться додаткові інструктажі і повторна перевірка знань. Якщо знову отримано незадовільні результати перевірки знань після цільового інструктажу – забороняється допуск до виконання робіт, а також повторна перевірка знань.

Усі системи виникнення та подолання небезпечних чинників пов’язуються між собою причинно-наслідковими зв’язками. Початкове значення у процесі обстежень виробничих об’єктів мають події і явища, а

проміжне і кінцеве – їх логічний аналіз. За таких умовах моделювання виробничих небезпек включає в себе:

- небезпечні умови (НУ) такі, як: недостатня надійність виробничого обладнання, недоліки конструкцій технологічного обладнання, машин і процесів, низький рівень організації виробництва (низький професійний рівень працюючого, погана підготовка з питань охорони праці);
- небезпечна дія (НД) це та дія парціника, яка виступає всупереч науково-обгрунтованим нормам професійної поведінки під час виконання конкретного завдання;
- небезпечна ситуація (НС) – при сумуванні небезпечних дій виникає загроза травмування.

Розглянемо наступну модель небезпечної ситуації під час ведення сільського господарства:

- НД1 – понаднормова кількість відпрацьованих годин;
- НД2 – зменшення концентрації уваги на технологічних процесах
- НД3 – настання темної пори доби;
- НС1 – сильна перевтома працівника;
- НС2 – потрапляння одягу на обертові робочі органи сільськогосподарської машини;
- Т – травма працівника на робочому місці.

З метою підвищення рівня безпеки праці в галузі сільського господарства варто покращувати існуючі та впроваджувати нові системи організації праці на основі моніторингу виробничих небезпек.

6.2. Охорона довкілля під час вирощування квасолі звичайної

Правову основу охорони навколишнього природного середовища в сільському господарстві складають ті норми земельного, водного, лісового та іншого природоохоронного законодавства, які сприяють екологізації використання тих чи інших об’єктів природи. Ці норми, які закріплюють

порядок використання та охорони земель, інших природних об’єктів у зазначеній галузі, відповідно містяться в Земельному, Водному, Лісовому кодексах України, в Кодексі України про надра, а також у Законах України «Про охорону земель», «Про тваринний світ» та «Про охорону атмосферного повітря» та ін. Дані правові норми становлять правову основу екологізації аграрного законодавства

Ведення сільського господарства тісно пов’язане з використанням земельних, водних та інших природних ресурсів, а також передбачає застосування мінеральних добрив та пестицидів. Тому невід’ємною складовою сільськогосподарської діяльності є раціональне природокористування та охорона довкілля. При цьому, у процесі ведення с/г діяльності виділяються два аспекти взаємодії економічних і екологічних факторів в сільському господарстві: охорона с/г від негативного впливу навколишнього середовища і охорона навколишнього природного середовища від негативного впливу с/г виробництва.

Правова охорона навколишнього середовища в сільському господарстві передбачає охорону навколишнього середовища від шкідливого впливу сільськогосподарських заходів. Сільськогосподарські організації зобов’язані раціонально використовувати земельні і водні об’єкти, створювати умови щодо попередження їх виснаження, підвищення продуктивності ґрунтів, розробляти заходи боротьби з ерозією, а також запобігати загибелі тварин під час здійснення с/г робіт.

При експлуатації меліоративних систем необхідно вживати заходи щодо: збереження водного балансу навколишньої території та охорони рибних запасів у водоймах; охорони вод, лісів, надр, земель, тваринного світу від можливого забруднення виробничими хімічними речовинами.

Сільськогосподарські підприємства повинні дотримуватися правил зберігання, транспортування і застосування хімічних речовин (пестицидів, мінеральних добрив, стимуляторів росту рослин та інших агрохімікатів).

Важливим напрямом екологізації є закріплення екологічних вимог охорони і раціонального використання земель с/г призначення. Основними причинами низької віддачі земельного потенціалу в Україні є:

- недбале ставлення до грунту і тривала відсутність власника;
- помилкова стратегія – максимальне залучення земель до обробітку;
- недосконалі техніка і технологія обробітку землі та виробництва с/г продукції;
- недотримання науково обґрунтованих систем ведення землеробства, а саме недотримання сівозмін, внесення малої кількості органічних добрив, низький науково-технічний рівень проектування і будівництва меліоративних систем, неправильна система застосування мінеральних добрив
- невиконання меліоративних, протиерозійних, природоохоронних та інших заходів.

Спостерігається стале погіршення якісного стану земельного фонду. В певних районах, де проведено осушення земель, спостерігається неконтрольоване зниження рівня ґрунтових вод, а в районах зрошення – підтоплення, як наслідок засолення ґрунтів, деградація чорноземів, що призводить до негативних екологічних наслідків у районах Полісся та на півдні України. Збільшення мінералізації ґрунтових вод загрожує вторинним засоленням земель. Майже на всіх грунтах спостерігається зниження вмісту гумусу.

Отже, основними напрямами охорони навколишнього природного середовища у сільському господарстві є наступні: подальша спеціалізація екологічних вимог щодо меліорації, хімізації в сільському господарстві; нормативне забезпечення раціонального використання, відтворення родючості та ефективної охорони ґрунтів сільськогосподарських угідь;

ВИСНОВКИ

Дослідження були спрямовані на встановлення оптимальних доз удобрювальних продуктів у поєднанні з інокуляцією насіння відповідними штамами бактерій, які забезпечать отримання високих і якісних урожаї квасолі звичайної. За результатами досліджень встановлено:

- ❖ на утворення бульбочок на рослинах квасолі звичайної в досліді значний вплив мали удобрення та інокуляція. Залежно від удобрення кількість бульбочок на рослині збільшувалася на 2–5 шт, однак відзначена негативна дія азотних добрив в дозі N_{60}, яка зменшувала кількість бульбочок порівняно з N_{30};
- ❖ незалежно від фази росту й розвитку удобрення та інокуляція сприяли збільшенню площі асиміляційної поверхні. Максимальні значення відмічені у варіанті досліду $N_{60}P_{40}K_{40}$: 7,5 і 7,9 на початку гілкування баз та із інокуляцією відповідно, 28,5 і 29,2 у фазу цвітіння і на початку достигання насіння – 23,5 і 24,8 тис. $м^2$/га відповідно;
- ❖ застосування добрив сприяло отриманню приросту на рівні 0,19–0,46 т/га, а застосування інокуляції на 0,16–0,26 т/га, або на 8–13 %. Максимально продуктивний варіант досліду, як без, так і з проведенням передпосівної інокуляції виявився варіант досліду $N_{60}P_{30}K_{40}$, який забезпечив урожайність на рівні 2,15 і 2,33 т/га без та з інокуляцією відповідно;
- ❖ однак за результатами економічної ефективності найкраще себе проявив варіант досліду $N_{30}P_{30}K_{40}$ + передпосівна інокуляція, який забезпечив прибуток на рівні 30262 грн/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бабич А. О., Бабич А. А. Селекція і зональне розміщення сої в Україні. Зб. наук. пр. Селекційно-генетичного інституту Національного центру насіннєзнавства та сортовивчення. Одеса : КП ОМД, 2010. Вип.15 (55). С. 25–32.

2. Волкокон В. В. Мікробіологія у сучасному аграрному виробництві. *Сільськогосподарська мікробіологія* : міжвід. темат. наук. зб. Чернігів : ЦНТІ, 2005. Вип. 1–2. С. 6–29.

3. Волкогон В. В. та ін. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика: монографія. Київ: Аграрна наука, 2006. 312 с.

4. Волкогон В. В., Надкернична О. В., Токмакова Л. М. та ін. Експериментальна ґрунтова мікробіологія : монографія; за ред. В. В. Волкогона. Київ : Аграрна наук. 2010. С. 235–245.

5. Господаренко Г. М. Агрохімія. Київ : ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2019. 560 с.

6. Господаренко Г. М., Невлад В. І., Прокопчук І. В., Прокопчук С. В. Симбіотична азотфіксація та врожай : монографія. Умань : Видавець «Сочінський М. М.», 2017. 324 с.

7. Демидась Г. І., Голубєв К. В. Мікробні препарати та біостимулятори росту в польовому кормовиробництві. Зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства УААН». К. : ЕКМО, 2010. Вип. 4. С. 170–174.

8. Джура Н. М., Дідур І. М., Сологуб О. М. Роль зернобобових культур у кругообігу азоту в агрофітоценозах Лісостепу України. Зб. наук. пр. ПДАТУ. Кам’янець-Подільський : Зволейко Д. Г., 2010. Вип. 18. С. 77–81.

9. Дідур І. М. Вплив вапнування та позакореневих підживлень на урожайність та якість зерна гороху в умовах Лісостепу правобережного. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. Вінниця : Горбачук І. П., 2011. Вип. 70. С. 86–92.

10. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Костогриз П. В., Опришко В. П. Основи наукових досліджень; за ред. В. О. Єщенка. Вінниця : ПП «ТД «Едельвейс і К», 2014. 332 с.

11. Іутинська Г. О. Шляхи регулювання функцій мікробних угрупувань ґрунту в аспекті біологізації землеробства і стійкого розвитку агроекосистем. *Сільськогосподарська мікробіологія* : міжвід. темат. наук. зб. Чернігів : ЦНТІ, 2006. Вип. 3. С. 7–18.

12. Камінський В. Ф., Голодна А. В., Шахтуров Д. С. Інтенсифікація виробництва зернобобових культур в умовах Північного Лісостепу. *Землеробство* : міжвід. темат. наук. зб. УААН, ННЦ «Інститут землеробства УААН». К. : Екмо, 2008. Вип. 80. С. 109–115.

13. Квасніцька Л. С., Єрмолаєв М. М. Баланс азоту в короткоротаційних сівозмінах з бобовими культурами. *Вісник аграрної науки*. 2011. № 9. С. 11–14.

14. Конончук О. Б., Пида С. В., Григорюк І. П. Вплив ріст регуляторів Регоплант і Стимпо на симбіотичну систему та продуктивність квасолі. *Біологія*. Наук. записки Тернопільського нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка. Тернопіль, 2014. №3(60). С. 109–114.

15. Котвицький Б. Б. Нові підходи та можливості в оптимізації живлення рослин. Зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства УААН». К. : ЕКМО, 2009. Вип. 4. С. 74–81.

16. Коць С. Я., Патика Н. В., Патика В. Ф. Мікробіологічна трансформація азоту в ґрунтах. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. Вінниця : Данилюк В. Г., 2008. Вип. 62. С. 228–234.

17. Кругова О. Д., Мандровська Н. М. Нодуляційна конкурентна здатність TN 5 – мутантів RHIZOBIUM LEGUMINOSARUM BV. VICIAE. *Сільськогосподарська мікробіологія* : міжвід. темат. наук. зб. Чернігів : ЦНТІ, 2007. Вип. 6. С. 18–28.

18. Крутило Д. В. Біологічні властивості бульбочкових бактерій сої з різною швидкістю росту. *Сільськогосподарська мікробіологія* : міжвід. темат. наук. зб. Чернігів : ЦНТІ, 2009. Вип. 10. С. 50–64.

19. Крутило Д. В. Бульбочкові бактерії – гетеротрофний та симбіотичний способи життя. *Сільськогосподарська мікробіологія* : міжвід. темат. наук. зб. Чернігів : ЦНТІ, 2008. Вип. 7. С. 147–161.

20. Кур'ята В. Г., Голунова Л. А., Береговенко С. К. Ефективність симбіотичної системи соя – *Bradyrhizobium japonicum* за дії клобутразолу. Фізіологія і біохімія культурних рослин : наук.-теорет. журн. 2010. №3, т. 42. С. 218–224.

21. Курдиш І. К. Роль мікроорганізмів у відтворенні родючості грунтів. *Сільськогосподарська мікробіологія* : міжвід. темат. наук. зб. Чернігів : ЦНТІ, 2009. Вип. 9. С. 7–32.

22. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф., Іващук П. В. Зерновиробництво : навч. посіб. для студ. вищ. аграр. закл. освіти I-IV рівнів акредитації, що вивч. дисц. «Рослинництво». Львів : Українські технології, 2008. 624 с.

23. Надкернична О. В. Азотфіксуючі мікробно-рослинні симбіози. *Сільськогосподарська мікробіологія* : міжвід. темат. наук. зб. Чернігів : ЦНТІ, 2005. Вип. 1–2. С. 105–127.

24. Носенко Ю. Товарне вирощування квасолі звичайної. *Агробізнес сьогодні*. 2015. №9(304). С. 23–25.

25. Коць С. Я., Маліченко С. М., Маменко П. М., Дрозденко Г. М. Перспективність використання TN5 – мутантів ризобій при виготовленні бактеріальних добрив. *Сільськогосподарська мікробіологія* : міжвід. темат. наук. зб. Чернігів : ЦНТІ, 2008. Вип. 8. С. 32–39.

26. Петриченко В. Ф. та ін. Каталог сортів селекції мережі Інституту кормів УААН. Вінниця : ФОП Данилюк В. Г. 2008. 42 с.

27. Полянська Л., Чалий О., Гуторова О. Квасоля в сучасних умовах господарювання. *Пропозиція*. 2001. № 11. с. 44–45.

28. Сайко В. Ф. Наукові основи стійкого землеробства в Україні. Зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства УААН». К. : ЕКМО, 2010. Вип. 3. С. 3–17.

29. Сорт Галактика (квасоля зернова, квасоля звичайна). Аграрії разом. URL: https://agrarii-razom.com.ua/culture-variety/galaktika.

30. Турін Є. М. Ефективність різних штамів бульбочкових бактерій на сої сорту Одеська 150. *Вісник аграрної науки*. 2011. №4. С. 34–36.

31. Шевніков М. Я. Бобові культури – фактор стійкості та біологізації землеробства в сучасних умовах. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. Вінниця : Данилюк В. Г., 2008. Вип. 62. С. 84–89.

32. Шевчук М. Й., Дідковська Т. П. Ефективність застосування бактеріальних препаратів. *Сільськогосподарська мікробіологія* : міжвід. темат. наук. зб. Чернігів : ЦНТІ, 2007. Вип. 5. С. 129–135.

33. Шкатула Ю. М., Краєвська Л. С. Ефективність симбіотичної азотфіксації в агроценозах квасолі. *Вісник ДДАЕУ*. Дніпропетровськ, 2015. №4(38). С. 73–76.

34. Шляхтуров Д. С. Вплив регуляторів росту на урожайність квасолі. *Землеробство* : міжвід. темат. наук. зб. НААН, ННЦ «Ін-т землеробства НААН» К. : Екмо, 2014. Вип. 1-2. С. 84–87.

35. Щігорцова О. Л., Турін Є. М. Мікробіологічні препарати в агротехнологіях вирощування зернобобових культур Вісник аграрної науки. 2008. №9. С. 18–20.

36. Bohlool B., Ladha J., Garrity D., George T. Biological nitrogen fixation for sustainable agriculture: A perspective. *Plant and Soil*. 1992. Vol. 141, is. 1–2. P. 1–11.

37. Dorcinvil R.. Sotomayor-Ramirez D., Beaver J. Agronomic performance of common bean (*Phaseolus vulgaris L.*) lines in an Oxisol. *Field Crops Research*. 2010. Vol. 118, is. 3. P. 264–272.

38. Elkins D., Hamilton G., Chan C. et al. Effect of Cropping Mistory on Soybean Growth and Nodulation and Soil Rhizobia. *Fgronomy Journal*. 1976. Vol. 68, №3. P. 513–517.

39. Hervas A., Ligero F., Liuch C. Nitrate reduction in pea plants: Effects of nitrate application and RHIZOBIUM strains. *Soil Biology and Biochemistry*. 1991. Vol. 23, is. 7. P. 695–699.

40. Liu Y., Wu L., Watson C. et al. Modeling Biological Dinitrogen Fixation of Field Pea with a Process-Based Simulation Model. *Agronomy Journal*. 2013. P. 785–789.

41. Mateos P., Baker D., Petersen M. et al. Erosion of root epidermal cell walls by Rhizobium polysaccharide-degrading enzymes as related to primary host infection in the Rhizobium legume symbiosis. *Canadian Journal of Microbiology*. 2001. Vol. 46 (7). P. 475–487.

42. Muchow R., Robertson M., Pengelly B. Accumulation and partitioning of biomass and nitrogen by soybean, mung bean and cowpea under contrasting environ mental conditions. *Field Crops Research*. 1993. Vol. 33, is. 1-2. P. 13–36.

43. Purcell L., Andy King C, Ball R. Soybean Cultivar Differences in Ureides and the Relation ship to Drought Tolerant Nitrogen Fixation and Manganese Nutrition. *Crop Science*. 2000. Vol. 40, № 4. P. 1062–1070.

44. Ray J., Heatherly L., Fritschi F. Influence of Large Amounts of Nitrogen on Nonirrigated ond Irrigated Soybean. *Crop Science*. 2006. Vol. 46, № 1. P. 52–60.

45. Salvagiotti F., Speht J, Gassman K. et al. Growth and Nitrogen Fixation in Higt-Yielding Soybean: Impact of Nitrogen Fertilization. *Agronomy Journal*. 2009. Vol. 101, No. 4. P. 958–970.

46. Freeborn J., Holshouser D., Alley M. et al. Soybean Yield Response to Reproductive Stage Soil-Applied Nitrogen and Folial-Applied Boron. *Agronomy Journal*. 2001. Vol. 93, № 6. P. 1200–1209.

47. Spaink H. Root nodulation and infection factors produced by Rhizobial bacteria. *Microbiology*. 2000. Vol. 54. P. 257–288.

48. Walley F, Clayton G., Miller P. et al. Nitrogen Economy of Pulse Crop Production in the Northern Great Plains. *Agronomy Jornal*. 2007. Vol. 99, № 6. P. 1710–1718.

49. Willems A. The taxonomy of rhizobia: an overview. *Plant and Soil*. 2006. Vol. 287, is. 1–2. P. 3–14.