МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Факультет агрономії
Кафедра агрохімії і ґрунтознавства

Допущено до захисту

«____» _____ 2024 р.

Зав. кафедри, к. с.-г. н., доцент

_____ Олена ЧЕРНО

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ступеня вищої освіти магістр

ВПЛИВ УМОВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА ВРОЖАЙНІСТЬ І ЯКІСТЬ ЗЕРНА ГОРОХУ В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ

Виконав: студент ІІ курсу, групи 23 м-а
спеціальності 201 Агрономія
Володимир МОРОЗ

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

Умань – 2024

ЗМІСТ

ВСТУП..... 3
РОЗДІЛ 1. ОСОБЛИВОСТІ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ ГОРОХУ (огляд літератури)..... 5
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ (особливості сорту) 13
РОЗДІЛ 3. УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ..... 14
3.1. Характеристика ґрунтово-кліматичних умов під дослідом … 14
3.2. Схема досліду та розміщення варіантів…… 16
3.3. Технологія вирощування гороху 16
3.4. Методика проведення дослідження 17
РОЗДІЛ 4. ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ГОРОХУ ПІД ВПЛИВОМ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ТА ІНОКУЛЯЦІЇ НАСІННЯ…… 19
4.1 Динаміка наростання листкового апарату …… 19
4.2 Накопичення сухої речовини посівами гороху 20
4.3 Формування азотфіксувального апарату посівами гороху .. 22
4.4 Забезпеченість рослин азотом 24
4.5. Урожайність і якість насіння гороху 25
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ГОРОХУ..…… 28
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.... 31
6.1. Охорона праці в галузі сільського господарства…….. 31
6.2. Охорона довкілля при здійсненні сільськогосподарської діяльності..... 33
ВИСНОВКИ..... 36
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 37
ДОДАТКИ……... 43

ВСТУП

Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи. Горох посівний (*Pisum sativum L.*). посідає чільне місце у структурі посівів зернобобових культур України, що обумовлюється, насамперед, його здатністю до формування високих і сталих урожаїв за досить короткий період вегетації. Зерно гороху посівного містить білок, повноцінний за амінокислотним складом, вуглеводи, жири, зольні елементи. Симбіотична фіксація атмосферного азоту дозволяє суттєво зменшити дози внесення азотних добрив, за що горох вважають одним з кращих попередників для зернових культур.

Незважаючи на великий обсяг теоретичних і експериментальних досліджень, питання удобрення гороху посівного (*Pisum sativum*) є неоднозначне і носить дискусійний характер. Кожен елемент мінерального живлення має специфічне значення. Нестача будь-якого з них призводить до порушення обміну речовин і фізіологічних процесів у рослин, погіршення їх росту та розвитку, зниження врожайності та його якості. Тому важливо було вивчити вплив на формування врожайності гороху найважливіших макро- і мікроелементів.

Наукова новизна полягає у виявленні залежностей впливу елементів системи удобрення, інокуляції на проходження процесів росту, розвитку та формування урожайності та якості зерна гороху в умовах Правобережного Лісостепу на чорноземі типовому.

Практична цінність. За результатами проведених досліджень розроблено науково-обґрунтовані рекомендації з удосконалення технології вирощування гороху, яка забезпечує одержання в господарствах зони Правобережного Лісостепу високих та сталих врожаїв гороху на рівні 3,76 т/га. Удосконалення технології полягає у встановленні оптимальної дози внесення удобрювальних продуктів за схемою $N_{30}P_{45}K_{45}$ на тлі проведення

передпосівної інокуляції насіння препаратом Нітрофікс (Нітрагін) (1 л/т насіння).

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 150-річчю академіка О. І. Душечкіна.

РОЗДІЛ 1
ОСОБЛИВОСТІ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ ГОРОХУ
(огляд літератури)

Сучасні технології вирощування зернобобових культур повинні орієнтуватися на управління процесами забезпечення високої насіннєвої продуктивності та його якості і максимально використовувати біологічний потенціал продуктивності культури [37, 38].

Для реалізації потенціалу врожайності сортів і гібридів гороху в повній мірі, необхідна оптимізація умов для росту й розвитку рослин, які можна забезпечити сучасними інтенсивними технологіями, які спрямовані на оптимальне забезпечення рослин основними елементами живлення, передбачають застосування інтегрованого захисту посівів сільськогосподарських культур від шкідників, хвороб, бур'янів та якісне і своєчасне виконання всіх агрономічних заходів.

Визначальним у формуванні високої врожайності польових культур є надходження поживних речовин у рослини та використання їх разом з продуктами фотосинтезу і симбіотичної азотфіксації.

Удосконалена система удобрення гороху є основою високоврожайних технологій [21, 25, 45]. Специфічні біологічні властивості гороху обумовлюють специфічну потребу у мінеральному живленні, а саме, відносно слабку реакцію на фактори інтенсифікації, насамперед на підвищені дози мінеральних добрив.

Навіть великий обсяг теоретичних і експериментальних досліджень, залишив спірним і неоднозначним питання удобрення. Кожен з елементів мінерального живлення має своє специфічне значення. Нестача хоча б одного з них призводить до порушення фізіологічних процесів і обміну речовин у рослин, погіршується їх ріст і розвиток, як наслідок знижується врожайність

та якість отриманої продукції. Тому важливим є вивчення впливу основних макро- й мікроелементів на формування рівня врожайності гороху.

Підвищеними вимогами до поживних речовин у гороху зумовлюються відносно коротким періодом вегетації та слабо розвиненою кореневою системою.

На формування 1 т насіння з відповідною кількістю соломи горох засвоює близько 45–60 кг азоту, 17–20 кг фосфору, 38–40 кг калію, 25–30 кг кальцію, 8–13 кг магнію і сірки, а також мікроелементи – молібден та бор [11, 35, 43]. Щоб сформувати врожайність насіння на рівні 4,0 т/га рослинам гороху необхідно винести з ґрунту 240–260 кг азоту, 48–50 фосфору і майже 80 кг калію [3].

Якщо ґрунт на якому вирощують горох містить понад 150 мг/кг ґрунту доступних форм фосфору і калію, то отримання високих врожаїв можливе і без застосування удобрювальних продуктів. На бідних ґрунтах з низьким вмістом (менше 100 мг/кг) фосфору і калію внесення добрив є обов’язковим [19].

Необхідно відмітити негативну дію, від внесення мінерального азоту, адже в такому разі рослини переходять на його споживання і бульбочки не утворюються. Загальновідомим є той факт, що азотні сполуки мають негативний вплив на бобово-ризобіальний апарат на всіх етапах його формування та функціонування, починаючи з утворення ризосфери та бульбочок, і до активної азотфіксації [50]. Азот мінеральних добрив вважається інгібітором азотфіксації [28, 34]. Внесення високих доз азотних добрив гальмує розвиток бульбочкових бактерій, знижується їх азотфіксувальна активність, у результаті чого рослини гороху переходять на живлення азотом, який внесений з мінеральними добривами [32].

Дослідженнями, проведеними на дослідному полі Полтавської ДСГДС ім. М. І. Вавилова ІС і АПВ впродовж 2011–2013 рр. на чорноземі типовому малоґумусному важкосуглинковому встановлено, що найбільш сприятливі умови для формування азотфіксувального симбіотичного апарату

створюються за поєднання допосівної інокуляції насіння з внесенням мінеральних добрив у дозі $P_{70}K_{82}$. Внесення мінерального азоту негативно впливає на симбіотичний зв'язок між рослинами гороху та бульбочковими бактеріями [7]. Тому рекомендації щодо внесення більших чи менших стартових доз азотних добрив є досить суперечливими [31].

З настанням фази 2–3 листків вже починається процес азотфіксації, а найінтенсивніше засвоєння азоту відбувається у фазах початку цвітіння – формування бобів. На цей час припадає максимум азотфіксації рослинами гороху [50]. зустрічаються різні дані щодо обсягів симбіотичної фіксації азоту. Горох під час вегетації зв'язує з повітря 40–90 кг азоту [29], 80 кг азоту [42]. За даними В. Січкаря [39], завдяки симбіотичній азотфіксації впродовж вегетації горох зв'язує орієнтовно 100 кг/га азоту. За даними інших учених, рослини гороху здатні зв'язувати азот з повітря в кількості 100–150 кг/га [16, 51]. У деяких дослідженнях цей показник збільшують навіть до 125–480 кг/га [51].

Одночасно вчені вказують на те, що високий рівень забезпеченості фосфором і калієм, спричинює недостатнє забезпечення рослин гороху азотом у фазах інтенсивного росту та наливання зерна [41].

За даними Інституту фізіології рослин і генетики НАН України, відмічено значний ефект від застосування бактеріальних препаратів. У варіанті досліду з передпосівною обробкою насіння Ризобофітом отримано приріст урожайності гороху (сорту Мадонна) 0,46 т/га (14,2 %). А от внесення в ґрунт аміачної селітри (N_{60}) пригнічує діяльність бульбочок, що знижує врожайністі на 0,36 т/га порівняно з варіантом із Ризобофітом [27]. Позитивний вплив на активність симбіотичної азотфіксації має використання сидеральних добрив [4].

Інокуляція насіння перед сівбою підвищує врожайність насіння на 0,15–0,30 т/га [32, 40].

Аналіз літературних джерел показує, що єдиної думки щодо доцільності внесення мінерального азоту під горох так і не установлено. Одні вчені схильні

вважати, що рослини здатні повністю самостійно забезпечити себе азотом завдяки фіксації його з повітря, інші прихильники думки, що впродовж 15–25 діб після сходів, до початку симбіотичної фіксації, рослини живляться за рахунок ґрунтового азоту, тому важливим є внесення стартових доз азотних добрив [52]. Існує і третя думка, суть якої полягає в тому, що отримання високих урожаїв насіння гороху можливе лише за переходу на живлення мінеральним азотом, оскільки обсяг азотфіксації в даному випадку недостатній для забезпечення високого врожаю [48].

Використання фосфорних добрив сприяє росту кореневої системи та активності бульбочкових бактерій. Це зменшує негативний вплив азоту на процес утворення бульбочок. Бульбочки перетворюють складні сполуки фосфору у форму, яку рослини можуть легко засвоювати, покращуючи при цьому забезпечення гороху не лише азотом, а й фосфором завдяки симбіозу із бульбочковими бактеріями. Недостатній рівень цього елемента у ґрунті спричиняє порушення формування репродуктивних органів і затягує процес формування зерна [11, 14, 19, 32, 35]. Фосфор підвищує стійкість рослин до низьких температур, посухи і ураження хворобами [17]. Недостатнє забезпечення рослин фосфором скорочує засвоєння азоту, і навпаки [7].

Калійні добрива сприяють підвищенню стійкості до посухи, покращують обмін та пересування вуглеводів і активізують інші важливі функції в клітинах рослин. Крім того, вони регулюють азотне та фосфорне живлення гороху. Існують дані, що недостатність калію призводить до зниження вмісту білка у зерні рослин. Калійні добрива на азотно-фосфорному тлі в дозі $К_{60}$ підвищують урожайність на 0,23-0,67 т/га [14]. За даними Ю. А. Злобіна [17], калій позитивно впливає на вміст білка в насінні. Не рекомендується вносити під горох калійні добрива з вмістом хлору [46].

До складу хлорофілу входить магній, який позитивно впливає на життєдіяльність бульбочкових бактерій, бере участь у багатьох ланках обміну речовин [19, 43]. На ґрунтах де спостерігається низький вміст магнію (менше

ніж 20–50 мг/кг ґрунту) рекомендується вносити магнієві добрива з розрахунку 30–40 кг/га MgO [31, 49].

Зернобобові культури потребують середнього рівня сірки для нормального зростання [31]. У процесі вегетації горох здатний поглинати від 20 до 40 кг/га сірки. Сірка є ключовим компонентом утворення білка. Високоефективне використання азоту для підвищення врожайності неможливо без належного забезпечення рослин сіркою. Сірка є четвертим за значенням мікроелементом для рослин, після азоту, калію і фосфору. Рослини поглинають сірку протягом вегетаційного періоду, особливо активно до фази цвітіння.

Результати досліджень ННЦ "Інститут землеробства НААН" встановили, що азотне підживлення азотними добривами на IV та IX етапах органогенезу дає змогу отримати прибавку врожайності на 0,54–1,10 т/га [14, 22].

Існує велика різноманітність рекомендацій щодо оптимальної кількості мінеральних добрив для вирощування гороху. Розбіжність у цих рекомендаціях пояснюється різними ґрунтовими та кліматичних умовами, особливостями сортів та різноманітністю методів вирощування.

Для отримання врожайності на рівні 2,2 т/га, в умовах Північного Степу, рекомендується вносити невеликі дози добрив – $N_{30}P_{30}K_{30}$ [30]. В умовах Лівобережного Лісостепу (на чорноземі типовому малогумусному важкосуглинковому) доцільним є внесення $N_{30}P_{45}K_{45}$ з наступним підживленням рослин, у фазі гілкування, N_{15}, що підвищує врожайність до 3,67 т/га [16].

В умовах Західного Лісостепу для одержання врожайності насіння на рівні 3,0–3,5 т/га рекомендує вносити восени $P_{40}K_{60}$ та N_{20} перед сівбою [33].

Найвищу врожайність сортів гороху Чекбек (3,81 т/га) та Клеопатра (4,23 т/га) отримано за внесення мінеральних добрив у дозах $N_{15}P_{60}K_{90}$ на тлі дворазового підживлення азотними добривами (по N_{15}) і застосування стимулятора росту «Росток», з обробкою насіння бульбочковими бактеріями та застосування інтегрованої системи захисту посіву [15].

Вчені М. І. Бахмат та К. С. Небаба в умовах західного Лісостепу при вирощуванні гороху посівного пропонують вносити наступні дози мінеральних добрив – $N_{30}P_{30}K_{45}$ [2].

Найвищий рівень урожайності сортів гороху безлисточкового морфотипу Дамир 2 (3,67 т/га) та Модус (3,08 т/га), листочкового морфотипу Елегант (3,46 т/га) і Світязь (3,27 т/га) отримано за технології, яка передбачає внесення повної дози мінеральних добрив $N_{30}P_{45}K_{60}$ [26].

За даними С. П. Дворецької та В. Ф. Камінського [13, 22], кращі умови для формування високого рівня врожайності сортів гороху Вінець (3,5–3,6 т/га), Готівський (3,6–3,7 т/га) та Камелот (3,5–3,6 т/га) були створені у варіантах з внесенням $N_{45}P_{60}K_{60}$ та $N_{30}P_{60}K_{60} + N_{15}$ у підживлення на VII етапі органогенезу. Застосування мінеральних добрив забезпечило зростання врожайності від 0,27 до 1,09 т/га, передпосівна інокуляція насіння – на 0,11–0,41 т/га. Застосування препарату Росток забезпечило приріст урожаю 0,03–0,20 т/га.

Оптимальним за впливом на продукційний процес (3,5 т/га) є вирощування гороху за доз мінеральних добрив, що не перевищують $N_{60}P_{60}K_{60}$ у поєднанні з ризогуміном [44]. Таку ж дозу мінеральних добрив для одержання врожайності сортів Вінничанин та Світязь на рівні 3,55 т/га пропонує вносити і Р. А. Антипін [15].

Для одержання врожайності на рівні 4,0–4,5 т/га в умовах Правобережного Лісостепу рекомендується наступна система удобрення для гороху: внесення в основне удобрення $N_{30}P_{60}K_{60}$ і проведення листкового підживлення в декілька прийомів упродовж вегетації – $N_{10}P_{10}$ ВВСН 12–13 + $N_{10}P_{10}$ ВВСН 51–59 + $N_{10}P_{10}$ ВВСН 60–69 [36]. Застосування фосфорних і калійних добрив підвищувало врожайність, залежно від сорту, на 0,1–0,3 т/га. Застосування повного мінерального добрива забезпечило приріст урожайності 0,5 т/га (24 %). Найбільший приріст врожаю від внесення добрив зафіксовано за вирощування сортів Фараон і Спартак.

В умовах вирощування Північно-східного Лісостепу України поєднання передпосівної інокуляції насіння з бактеріальним препаратом ризогумін та внесення повного мінерального добрива в дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ обумовило підвищення врожайності насіння до 2,82 т/га, що на 0,8 т/га більше порівняно з контролем [12].

Доцільно змінювати дозу добрив залежно від бажаного рівня врожайності, що видно з результатів багатьох досліджень. Так, для максимальної реалізації потенційної врожайності сортів гороху рекомендується вносити вищу дозу добрив $N_{45}P_{60}K_{60\text{-}90}$, а за недостатнього матеріального забезпечення можна зменшувати її до $N_{15\text{-}30}P_{30\text{-}45}K_{30\text{-}60}$ [20].

Необхідно відмітити, що за за деякими даними отриману низьку ефективність добрив. Так, в дослідах, проведених в умовах Київської області, сорт гороху Харківський еталонний за внесення $N_{45}P_{90}K_{90}$ формував тільки 2, 28 т/га [5].

В умовах Північного Правобережного Лісостепу, на сірому лісовому ґрунті рекомендовано вносити мінеральні добрива в дозі $N_{45}P_{60}K_{90}$ + N_{15} (підживлення у фазу інтенсивного росту), що забезпечує за сприятливих умов року врожайність на рівні 5,41 т/га [21].

Внесення макродобрив без застосування мікродобрив, може не забезпечувати очікуваного приросту врожайності. Для поліпшення симбіотичної фіксації азоту варто використовувати бор, молібден, кобальт [35]. Застосування комплексних мікроелементних препаратів на різних тлах мінеральних добрив сприяло підвищенню врожайності на 0,10–0,56 т/га [19].

В останні роки набирає популярності у технологіях вирощування гороху застосування регуляторів росту і біопрепаратів [8, 39]. Доцільність внесення цих продуктів є досить дискусійною темою. Проте частина вчених стверджує, що обробка насіння і рослин біопрепаратами підвищує врожайність насіння гороху [8, 9]. Так, передпосівна обробка насіння ризогуміном або гуматмікроелементним препаратом ГК-А сприяла підвищенню врожайності культури на 11,3–13,3 % [38].

Токоферол (концентрації 0,1 г/л) за позакореневої обробки посівів гороху збільшував кількість стручків на рослинах, кількість насінин у стручку та масу 1000 насінин, що призвело до зростання біологічної урожайності на 20 % [24].

Застосування мікроелементних препаратів на тлі різного мінерального живлення підвищувало врожайність насіння культури на 0,10–0,56 т/га. Найефективнішим виявилося передпосівне оброблення насіння препаратами Дефенс С + хелат молібдену та обприскування посівів у фазі бутонізації сумішшю препаратів хелат молібдену + карбамід або антистрес + хелат молібдену + карбамід [38].

Отже, проаналізувавши літературні джерела можна відмітити спірність у питаннях внесення азотних добрив та проведення передпосівної інокуляції на тлі удобрення.

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

Дослідження провожилися із сортом закордонної селекції – ESO. Оригінатор сорту SELGEN A.S. (Чехія). Це новий інтенсивний сорт гороху, який занесений до Реєстру сортів рослин України у 2017 році. Представником сорту в Україні є фірма «Осева». Рекомендований для вирощування в зонах Лісостепу, Степу та Полісся.

Сорт інтенсивного типу, який придатний для прямого комбайнування. Середньостиглий – достигає за 110–115 діб. Висота рослин – 75–85 см.

Насінина: жовтого кольору, сферичної форми. Стебло середньої довжини, має середню кількість вузлів. Листок помірно-зеленого забарвлення. Вторинні листочки відсутні. Прилисток середнього розміру, добре розвинутий, має восковий наліт та плямистість. Утворює 10–11 стручків на рослині. Насінин у стручку максимально 8 штук. Маса 1000 насінин – 280–300 г. Вміст білка близько 22,7–24,2 %. Смакові якості та розварюваність добрі.

Слабо уражується аскохітозом та кореневими гнилями. Високоврожайний сорт, стійкий до вилягання та осипання. Збирання врожаю рекомендовано проводити за вологості зерна 14–16 %. Потенційна урожайність – 7,0 т/га

Агротехнологія вирощування загальноприйнята для природно-кліматичної зони. Краще необхідно використовувати ранні терміни посіву. Норма висіву: 1,1–1,2 млн/га схожих насінин. У 2018 р середня урожайність в компанії «Бучачагрохлібпром» становила 6,4 т/га [18].

РОЗДІЛ 3.
УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Характеристика ґрунтово-кліматичних умов під дослідом

Вічні наші прекрасні чорноземи, і вічні наші турботи про нього, адже важливо не тільки взяти, а й потурбуватися про ґрунт так, щоб одержати ще більший урожай. Захист сільськогосподарських рослин, а отже, й сільськогосподарської продукції, як і раніше, є найважливішим завданням, однією з найголовніших складових продовольчої безпеки країни.

Дослід закладено в Кіровоградській області, Голованівському районі, селі Нерубайка в умовах господарства ПСП «ЕЛІТ». Переважаючими ґрунтами у господарстві є чорноземи типові.

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	2,25
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

Чорноземи типові мають найхарактерніші морфологічні ознаки чорноземів, а саме потужний гумусований профіль (>80 см), неглибоке залягання карбонатів (у верхньому перехідному горизонті або в його нижній частині), Е-І перерозподіл відсутній, $CaCO_3$ у вигляді псевдоміцелію або трубочок.

Аналізу ґрунту перед сівбою гороху мав наступні результати: вміст гумусу в межах 3,90–3,85 % (залежно від шару 0–20 і 20–40 см відповідно); pH_{KCl} 5,95–6,06, гідролітична кислотність не перевищувала 2,47 смоль/кг ґрунту, сума ввібраних основ – 29,1 і 28,7 смоль/кг, ступінь насиченості основами відповідно 92,2–94,7 %. Вміст основних елементів живлення у верхньому шарі 0–20 см був у таких межах: N – 120 (низька забезпеченість), P – 112 (підвищена забезпеченість), K – 132 мг/кг (висока забезпеченість).

Не менш важливі за ґрунтові умови є кліматичні, а можливо навіть і вагоміші, адже нестачу певного елемента легко ліквідувати його внесенням у мінеральній формі, а от ліквідувати наслідки посухи значно важче. Клімату регіону притаманні тепле літо і помірно холодна зима.

З таблиці 2 бачимо, що вегетаційний період гороху супроводжувався вологою весною, але посушливим літом. Березень характеризувався підвищенням опадів відносно середньо-багаторічного показника в 2,5 рази.

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
2024 р.	29,8	14,9	89,5	56,2	41,8	56,5	17,9	17,7	12,1
Температура повітря, ºС									
Середня багаторічна	-3,4	-2,3	2,5	9,7	15,4	19,0	20,9	20,1	14,5
2024 р.	-1,6	4,2	4,5	13,0	15,3	21,2	24,3	23,1	19,7

Температурний режим під час вегетації культури були майже на рівні середніх багаторічних даних.

Підсумовуючи, можна сміливо стверджувати, що ґрунтово-кліматичні умови регіону є сприятливі для вирощування гороху, але цьогорічна засуха лімітувала отримання високих врожаїв.

3.2. Схема досліду та розміщення варіантів

Дослід закладено в умовах господарства ПСП «ЕЛІТ», який включав у себе 4 варіанти удобрення гороху на тлі інокуляції.

Схема досліду:

1. Без добрив (контроль);
2. $P_{45}K_{45}$;
3. $N_{30}P_{45}K_{45}$;
4. $N_{60}P_{45}K_{45}$.

З 5 по 8 варіанти – це варіанти 1–4 з передпосівною інокуляцією насіння гороху.

Розміщення варіантів – послідовне, повторність – триразова. Загальна площа дослідної ділянки 80 м^2, облікова – 30 м^2. Використовувалися такі мінеральні добрива: аміачна селітра, суперфосфат гранульований і калій хлористий. Внесення фосфорних і калійних добрив проводилося під оранку ґрунту, азотні –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

3.3. Технологія вирощування гороху

Вирощування гороху в досліді відбувалося згідно рекомендованих технологій для Правобережного Лісостепу України, а саме: після збирання

попередника (ячмінь ярий) проводили лущення стерні на глибину 6–8 см. Восени, під оранку вносили дози фосфорних та калійних добрив залежно від варіанту досліду (у вигляді суперфосфату гранульованого та калію хлористого), глибина оранки – 25–26 см. Азотні добрива у вигляді карбаміду вносили навесні, під ранньовесняне боронування.

Так, як дослідження передбачали передпосівну інокуляцію, то за 1–2 години до сівби, частину насіння обробляли інокулянтом – Нітрофікс (Нітрагін) (1 л/т насіння). Кількісна доза висіву – 1,1 млн/га, міжряддя – 15 см, глибина сівби – до 6 см. Після сівби проводили коткування поля кільчасто-шпоровими котками.

За настання повної стиглості збір урожаю проводили прямим комбайнуванням.

3. 4. Методика проведення досліджень

Відбір насіннєвих зразків для аналізів проводили методом пробного снопа.

Перед закладанням дослідів відбір проб для агрохімічного дослідження ґрунту проводили згідно ДСТУ 4287:2004 і визначали такі показники:

- вміст гумусу згідно з ДСТУ 4289:2004 Якість ґрунту. Методи визначення органічної речовини;
- pH інструментальним методом згідно ДСТУ ISO 10390:2007 Якість ґрунту. Визначення pH;
- 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 сочевиці виконувалися обліки і спостереження:

- площу листкової поверхні – за методом висічок;
- кількість і масу бульбочок на рослині – згідно методики, описаної В. В. Волкогоном та ін. [6].

У рослинних зразках визначали:

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

Кращий варіант досліду визначали за показниками економічної ефективності з урахуванням витрат (за цінами у IV кварталі 2024 року) [11].

Статистична обробка результатів дослідження проводилася такими стандартними програмами, як ПІК «Agrostat», MSOfficeExcel, дисперсійний аналіз – за методикою В. О. Єщенка та ін. [10].

РОЗДІЛ 4.
ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ГОРОХУ ПІД ВПЛИВОМ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ТА ІНОКУЛЯЦІЇ НАСІННЯ

4.1. Динаміка наростання листкового апарату

Урожайність гороху визначається розміром асиміляційної поверхні. Темпи наростання листкової поверхні, продуктивність фотосинтезу – це основні складові, що визначають швидкість накопичення органічної маси і рівень показників структури врожаю [25]. Оптимізувати площу асиміляційного апарату можна певними складовими технології вирощування, особливо дозою висіву та рівнем мінерального живлення.

З даних табл. 3, бачимо, що як удобрення, так і інокуляція сприяє збільшенню площі асиміляційної поверхні посівів гороху.

Таблиця 3

Площа листкового апарату посівів гороху сорту ЕСО залежно від удобрення та інокуляції (2024 р.), тис. м^2/га

Варіант досліду	Фаза росту й розвитку рослин					
	Бутонізація		Цвітіння		Початок достигання насіння	
	б/і	і	б/і	і	б/і	і
Без добрив (контроль)	14,6	16,9	25,1	30,4	22,5	28,2
$P_{45}K_{45}$	17,3	19,5	32,6	37,0	29,6	34,4
$N_{30}P_{45}K_{45}$	18,6	22,0	34,4	39,3	31,6	36,8
$N_{60}P_{45}K_{45}$	20,2	22,5	36,5	41,4	34,2	39,1

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

В результаті застосування удобрювальних продуктів площа листового апарату збільшувалася у всі фази росту й розвитку рослин гороху, так у фазу бутонізації цей показник збільшувався на 2,7–5,6 тис. м^2/га, цвітіння – 7,5–11,4, початку достигання насіння – 7,1–11,7 тис. м^2/га залежно від варіанту досліду.

Передпосівна обробка насіння препаратом бульбочкових бактерій також мала позитивний вплив на динаміку формування листкового апарату рослин гороху. Так, у фазу бутонізації, цвітіння і початку достигання насіння цей показник змінювався відповідно на 2,2–3,4, 4,4–4,9 і 4,8–5,2 тис. м^2/га.

Варто відзначити, що найбільший вплив серед мінеральних добрив на утворення листкового апарату мали азотні добрива, адже не залежно від фази росту й розвитку та відсутності, чи проведення передпосівної інокуляції насіння, у варіанті із внесенням азоту мінеральних сполук у дозі 60 кг/га відмічено найвищі показники досліджуваного показника.

4.2. Накопичення сухої речовини посівами гороху

Для формування зернової продуктивності важливе значення відіграє розподіл сухої речовини в органах рослин упродовж вегетаційного періоду, який тісно пов’язаний із швидкістю руху асимілянтів.

Величина та якість урожаю сільськогосподарських культур значною мірою залежать від продуктивності фотосинтезу та умов, що сприяють інтенсифікації цього процесу.

Важливим показником, що дозволяє виявити причини формування врожаю, є формування надземної маси рослиною, інтенсивність накопичення якої може визначатися низкою факторів: погодними умовами, особливостями сорту, мінеральним живленням та ін.

У зв’язку з цим одним із завдань наших досліджень було визначення сухої біомаси в залежності від застосування бактеріальних препаратів та удобрювальних продуктів.

Проведеними розрахунками визначено, що за дії активних штамів бульбочкових бактерій, удобрювальних продуктів та їх поєднання показник сухої маси зростав у всі фази росту й розвитку (табл. 4).

Таблиця 4

Динаміка накопичення сухої речовини посівами гороху сорту ЕСО залежно від удобрення та інокуляції (2024 р.), т/га

Варіант досліду	Фаза росту й розвитку рослин					
	Бутонізація		Цвітіння		Початок достигання насіння	
	б/і	і	б/і	і	б/і	і
Без добрив (контроль)	1,66	2,04	2,56	3,00	3,59	4,41
$P_{45}K_{45}$	1,88	2,32	2,77	3,28	4,14	4,89
$N_{30}P_{45}K_{45}$	2,05	2,48	2,95	3,49	4,98	5,92
$N_{60}P_{45}K_{45}$	2,14	2,78	3,19	3,77	5,51	6,32

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

На підвищення накопичення сухої речовини посівами гороху значний вплив мало, як застосування удобрювальних продуктів, так і інокуляція насіння. Збільшення показника за рахунок удобрення був наступний: у фазі бутонізації – 0,22–0,69, цвітіння – 0,21–0,63, початку достигання насіння – 0,55–1,92 т/га.

Інокуляція сприяла підвищенню накопиченню сухої речовини на 0,38–0,64 т/га у фазу бутонізації, на 0,44–0,58 у фазу цвітіння та на 0,82–0,94 т/га у фазу початку достигання насіння.

Найвищі отримані результати відмічені у варіанта досліду $N_{60}P_{45}K_{45}$, як із застосуванням інокуляції, так і без її проведення, незалежно від досліджуваної фази росту й розвитку рослин гороху.

4.3. Формування азотфіксувального апарату посівами гороху

Симбіотична азотфіксація має надзвичайну важливість для гороху та інших видів бобових рослин. Горох має унікальну властивість утворювати співжиття (симбіоз) з бактеріями роду *Rhizobium* на своїх корінних. Цей співжиттєвий процес дозволяє гороху здійснювати біологічну фіксацію азоту з атмосферного повітря і перетворювати його у доступну для рослини форму – амонійну (NH_4^+), який може використовуватися рослинами для росту й розвитку.

Ось кілька ключових аспектів важливості симбіотичної азотфіксації для гороху:

1. *Забезпечення азотом:* Азот є одним з ключових поживних елементів для рослин. Горох, завдяки симбіозу з бактеріями *Rhizobium*, може фіксувати його з повітря та використовувати його для власного росту, навіть в умовах, коли в ґрунті обмежений вміст азоту.

2. *Мінімізація використання мінеральних добрив:* Горох здатний забезпечувати себе азотом, що частково зменшує потребу в мінеральних азотних добривах. Це може бути екологічно і економічно ефективним, оскільки зменшується використання хімічних добрив і сприяє збереженню родючості ґрунту.

3. *Поліпшення біологічної активності ґрунту:* Симбіотична азотфіксація також сприяє збільшенню кількості органічного азоту в ґрунті завдяки збагаченню його органічними речовинами, що сприяє покращенню структури та біологічної активності ґрунту.

Отже, симбіотична азотфіксація для гороху є ключовим процесом, який дозволяє рослині отримувати азот, поліпшує стан ґрунту та допомагає знизити залежність від мінеральних азотних добрив.

Симбіотична фіксація азоту починається у фазі 2–3-х листків, і сягає максимуму в період бутонізації–початку цвітіння, припиняється з початком фази наливу зерна [22].

Дослідженнями встановлено, що внесення в основне удобрення невисоких доз $N_{30}P_{60}K_{60}$ сприяло формуванню найбільшої кількості бульбочок, а підвищення дози до $N_{90}P_{90}K_{60}$ призводило до зниження їх кількості [36, 37].

У наших дослідженнях симбіотична продуктивність рослин гороху залежала від досліджуваних чинників, і змінювалася під впливом удобрення та інокуляції (табл. 5).

Таблиця 5

Утворення бульбочок на рослинах гороху залежно від удобрення та інокуляції (2024 р.), шт/рослині

Варіант досліду	Фаза росту й розвитку рослини				Зміна у фазу цвітіння	
	Бутонізація		Цвітіння		удобрення	інокуляції
	Б/і	і	Б/і	і		
Без добрив (контроль)	4	8	13	19	–	6
$P_{45}K_{45}$	14	19	24	29	11	5
$N_{30}P_{45}K_{45}$	18	24	31	40	18	9
$N_{60}P_{45}K_{45}$	15	22	26	33	13	7

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

З даних таблиці бачимо, що у фазу цвітіння удобрення сприяло збільшенню кількості бульбочок на 11–18 шт/рос, однак доза азотних добрив N_{60} відзначалася меншою їх кількістю порівняно з N_{30}, як у фазу бутонізації, так і у фазу цвітіння. Це свідчить про надмірне азотне живлення і перехід рослин на живлення ним з ґрунту, а не завдяки азотфіксації.

Інокуляція сприяла збільшенню кількості бульбочок на 5–9 шт/рос. у фазу цвітіння, з максимальним значенням у варіанті досліду $N_{30}P_{45}K_{45}$ і передпосівної інокуляції насіння, і становило – 40 шт/рослину.

4.4. Забезпеченість рослин азотом

На інтенсивність зеленого забарвлення листків має вплив вміст хлорофілу, а також вказує на рівень забезпеченості рослин азотом. На базі цього були розроблені портативні прилади N-тестери. Їх використовують для визначення потреби азоту рослинами і корегування дози підживлень азотними добривами сільськогосподарських культур. Оскільки для різних їх види і сортів характерний різний вміст хлорофілу, то одержані величини потрібно уточнювати. Також, на результати вимірювань має вплив і нестача сірки, магнію і забезпеченість рослин вологою. Тому недоцільно проводити вимірювання приладом за проявом цих ознак. На результати даного вимірювання не мають впливу час дня, покриття листків вологою чи засобами захисту рослин [11].

Із врожаєм рослини гороху накопичують значну кількість азоту, тому вплив азотного живлення, поряд з водозабезпеченням відводять вирішальну роль у його формуванні. Дослідження показують значний вплив удобрення з інокуляцією на забезпеченість рослин азотом (табл. 6).

Таблиця 6

Динаміка забезпеченості гороху азотом залежно від удобрення та інокуляції насіння (2024 р.), од. приладу

Варіант досліду	Строк визначення					
	Квітень		Травень		Червень	
	1	2	1	2	1	2
Без добрив (контроль)	318	330	488	511	363	388
$P_{45}K_{45}$	333	357	492	514	383	396
$N_{30}P_{45}K_{45}$	352	375	517	539	393	402
$N_{60}P_{45}K_{45}$	360	372	538	544	395	398

Найбільше на забезпеченість рослин гороху азотом впливало поліпшення азотного живлення рослин та інокуляція. У перший період визначення, залежно від удобрення показники приладу змінювалися від 318 до 360 од., за проведення передпосівної інокуляції насіння гороху штамами бульбочкових бактерій відповідно – від 330 до 375 од.

Кінець вегетації характеризувався зниженням забезпеченості рослин азотом, що можна пов'язати його розбавленням у рослині, а також погіршенням умов проходження нітрифікації й фіксації атмосферного азоту як інокульованими, так і не інокульованими рослинами. Необхідно також відмітити, що інокуляція насіння незалежно від строків визначення сприяла поліпшенню азотного живлення незалежно від варіантів досліду із застосуванням добрив.

4.5. Урожайність і якість насіння гороху

Врожайність гороху, як і в інших культурних рослин, залежить від різних факторів, які включають в себе: ґрунтові і кліматичні умови, правильно підібраний сорт/гібрид, мінеральне живлення посівів, належний догляд.

Важливим резервом підвищення врожайності насіння гороху є реалізація потенційної продуктивності сортів за допомогою оптимізації елементів технології вирощування. Добрива мають значний вплив на врожайність гороху. Урожайність гороху може змінюватися під впливом добрив у діапазоні від 1,16 до 5,46 т/га [25].

За результатами проведених досліджень бачимо доцільність застосування, як добрив, так і передпосівної інокуляції (табл. 7). Так, залежно від варіанту досліду за рахунок внесення удобрювальних продуктів спостерігалося підвищення врожайності від 3,07 до 3,36 т/га, і дало приріст врожаю на рівні 0,66–0,95 т/га відносно контролю. Максимальний показник без застосування передпосівної інокуляції відмічено на варіанті досліду $N_{60}P_{45}K_{45}$ – 3,36 т/га.

Таблиця 7

Урожайність гороху залежно від удобрення та інокуляції (2024 р.), т/га

Варіант досліду	Без інокуляції, т/га	З інокуляцією, т/га	Приріст від добрив, т/га	Приріст від інокуляції, т/га	Вплив інокуляції, %
Без добрив (контроль)	2,41	2,65	–	0,24	10
$P_{45}K_{45}$	3,07	3,48	0,66	0,41	13
$N_{30}P_{45}K_{45}$	3,27	3,76	0,86	0,49	15
$N_{60}P_{45}K_{45}$	3,36	3,72	0,95	0,36	11
$НІР_{05}$	0,20		—	—	—

Що до впливу інокуляції, то за проведення даного агрозаходу отриманий приріст врожайності на 0,24–0,49 т/га залежно від варіанту досліду, або на 10–15 %. Варто відзначити, що посилення азотного удобрення мінеральними формами спричиняло зниження приросту.

Найкращі умови для формування врожайності гороху сформувалися у варіанті досліду $N_{30}P_{45}K_{45}$ + інокуляція, що забезпечило врожайність на рівні 3,76 т/га, де приріст від інокуляції становив 15 %, а приріст відносно абсолютного контролю – 1,35 т/га.

Якість зерна впливає на її цінність для використання у харчовій і переробній промисловості. Якість формує ціну, а ціна – головний показник ефективності роботи господарства. Вагомий показник, який має вплив на формування ціни реалізації насіння гороху є вміст білка. Вміст білка в гороху може варіюватися залежно від сорту гороху, умов вирощування, ґрунтових та кліматичних умов, а також від кількості добрив та обробки рослин.

Досліджуваний показник маси тисячі насінин змінювався залежно від досліджуваних чинників у межах 203–221 г без інокуляції та 210–225 г з проведенням передпосівної інокуляції (табл. 8).

Таблиця 8

Якість насіння гороху залежно від доз і поєднань добрив та інокуляції, 2024 р.

Варіант досліду	Маса 1000 насінин, г		Вміст, %	
			білка	
	1*	2	1	2
Без добрив (контроль)	203	210	22,1	22,3
$P_{45}K_{45}$	211	219	22,5	22,8
$N_{30}P_{45}K_{45}$	221	225	23,4	23,8
$N_{60}P_{45}K_{45}$	215	220	23,6	23,9

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

Безумовно важливим показником для зернобобових культур є вміст білка. Бачимо, що в межах досліду на його вміст впливали, як добрива, так і інокуляція.

Застосування азотних добрив в досліді підвищувало вміст білка на 1,3–1,5 % без інокуляції, на 1,5–1,6 з інокуляцією. Сама ж інокуляція підвищувала його вміст на 0,2–0,4 %.

Отже, загально по досліду можна зробити висновок, що для формування високих і сталих врожаїв потрібно враховувати ряд чинників, таких, як ґрунтові і погодні умови, підбір сорту чи гібриду, підбір оптимальних доз добрив, проведення інокуляції тощо.

РОЗДІЛ 5.
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ГОРОХУ

Економічна ефективність при вирощуванні гороху має важливе значення з декількох причин:

- *Прибутковість*: Однією з ключових переваг економічно ефективного вирощування гороху є здатність генерувати прибуток для фермерів та сільськогосподарських підприємств. Оптимальне використання ресурсів, які включають землю, воду, добрива та працю, дозволяє забезпечити ефективне вирощування гороху та збільшити його прибутковість.
- *Збалансований ринок*: Ефективне вирощування гороху може сприяти підтримці стабільності ринку. Попит на цю культуру в різних галузях харчової промисловості може бути великим, і ефективність вирощування може забезпечити сталість постачання та стабільні ціни для споживачів.
- *Екологічна стійкість*: Ефективне вирощування гороху може включати в себе екологічно стійкі методи, які допомагають зберігати родючість ґрунту, зменшувати використання хімічних добрив і пестицидів, а також оптимізувати споживання води.
- *Конкурентоспроможність*: Економічно ефективне вирощування гороху може допомогти фермерам залишатися конкурентоспроможними на ринку. Оптимізація процесів вирощування та використання ресурсів може допомогти знизити витрати та збільшити прибуток, забезпечуючи перевагу на ринку.
- *Соціальний вплив*: Ефективне вирощування гороху може створювати робочі місця та сприяти розвитку сільських громад, що має соціальну важливість для сталого розвитку сільських територій.

Отже, економічна ефективність вирощування гороху допомагає забезпечити прибутковість для фермерів, стабільність на ринку, заохочує екологічно стійкі практики та сприяє соціальному розвитку сільських територій.

Аналізуючи дані табл. 8, бачимо, що за погодних умов 2024 року та його цінової політики на удобрювальні продукти застосування добрив не відзначалося прибутковістю, так як отриманий приріст врожаю не перекривав затрати на них. Що стосується інокуляції, то даний агрозахід забезпечує прибутковість по всіх варіантах досліду від 192 до 2688 грн/га. Найбільш прибутковим виявився варіант досліду $N_{30}P_{45}K_{45}$ у поєднанні з передпосівною інокуляцією насіння, який забезпечив прибуток в розмірі 8698 грн/га.

Таблиця 8

Економічна ефективність системи мінерального удобрення під горох, 2024 р

Варіант досліду	Вартість приросту, грн			Витрати, пов'язані із застосуванням удобрювальних продуктів, грн/га						Прибуток від отриманого приросту врожаю, грн/га		Рівень рентабельності (збитковості), %	
				Всього		у тому числі							
						Вартість удобрювальних продуктів		Навантаження, перевезення, внесення удобрювальних продуктів і дороблення приросту врожаю					
	у*	і	у+і	у	у+і	у	у+і	у	у+і	у	у+і	у	у+і
Без добрив (контроль)	–	2160	–	–	360	–	300	–	60	–	1800	–	–
$P_{45}K_{45}$	5940	3690	9630	6990	7350	5825	6125	1165	1225	-1050	2280	-17	24
$N_{30}P_{45}K_{45}$	7740	4410	12150	9102	9462	7585	7885	1517	1577	-1362	2688	-18	22
$N_{60}P_{45}K_{45}$	8550	3240	11790	11238	11598	9365	9665	1873	1933	-2688	192	-31	2

Примітка. у – удобрення; і – інокуляція; у+і – удобрення + інокуляція

РОЗДІЛ 6.
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1 Охорона праці в галузі сільського господарства

Засідання Національної ради з питань безпеки життєдіяльності населення спрямоване на те, що стан охорони праці на підприємствах АПК на сьогоднішній день незадовільний, адже щорічно гине понад 100 осіб в результаті ведення сільського господарства. Близько половини нещасних випадків причиною є порушення вимог безпеки організації праці, неправильного обслуговування техніки та не проведення інструктажів з охорони праці [47].

Необережність щодо безпеки на робочих місцях у виробничих дільницях призводить до травм і навіть загибелі. Ця проблема спостерігається через необізнаність працівників в галузі охорони праці, а також через досвід цих фахівців на сільськогосподарських підприємствах.

На законодавчому рівні були прийняті низки нормативних актів для запобігання трудовим травмам, смерті та нещасним випадкам, зокрема Кодекс законів про працю України, Закон України «Про охорону праці» і так далі. Однак, на місці агропромислових підприємств не застосовуються ці законодавчі акти, що спричиняє зростання нещасних випадків на виробництві та травматизмі. Найвищий рівень травматизму на вітчизняних агропромислових підприємствах під час виконання робіт, пов’язаних із застосуванням сільськогосподарської техніки та транспортних засобів.

Якщо робити розподіл по причинах нещасних випадків по факту порушення, то вони матимуть наступний вигляд: ураження розлітаючими предметами – 12,0 %; дорожньо-транспортні пригоди – 3,7 %; контакт з тваринами – 11,5%; падіння з висоти – 12,0 %; вплив температур – 1,2%; електричний струм – 1,0%; різні обрушення – 16,7%; вплив шкідливих речовин – 3,0%; фізичні перевантаження –1,0%.

Аналізуючи травми залежно від виду виконуваних робіт відмічено, що частіше всього отримували травму механізатори у ході обробляння землі і збиранні врожаю (близько 53,9 %), під час ремонту сільськогосподарської техніки (23,4 %), при транспортуванні вантажів та людей (13,5 %), й інших роботах (9,2 %). Велика частина травм має місце при ремонтуванні сільськогосподарської техніки й відповідно має такі показники: шофер (32,9 %), комбайнерів (20,7 %) трактористів (24,8 %) [47]. Це можна пояснити тим, що ремонт сільськогосподарської техніки здійснюється механізаторами в період підготовки до посівної та жнив.

Найбільш часті випадки травмування у сільськогосподарському комплексі наступні: падіння з тракторів чи інших сільськогосподарських механізмів, особливо за спроби зіскочити або сісти на ходу; захват частин тіла або одежі незахищеними рухомими частинами машин та механізмів, це відбувається переважно у процесі ремонту або регулюванні із не заглушеним двигуном або із ввімкненим валом відбору потужності трактора, також можливі травматичні випадки при очищенні працівниками лемехів та інших небезпечних частин с.-г. машин та механізмів незахищеними руками тощо.

Важлива роль щодо поліпшення умов праці і зниженню показника травматизму під час ведення сільського господарства належить заходам соціально-економічного та організаційного характеру. Адже вагомий вплив мають попереджувальні заходи охорони праці та її безпеки, в першу чергу проведення відповідних інструктажів, а також систематичне проведення ефективного навчання працюючих, напрацювання механізаторами професійних навичок, і як основа оптимізація й осучаснення роботи й повноважень служби охорони праці призведе до убезпечення кожного працівника сільськогосподарської сфери.

Отже, для зменшення травматизму серед працівників сільського господарства, слід удосконалити навики ефективного використання сільськогосподарської техніки, необхідно здійснювати комплекс дієвих превентивних заходів колективно.

6.2. Охорона довкілля при здійснені сільськогосподарської діяльності

Нині, в Україні загострилася необхідність у раціональному та гармонійному управлінні ґрунтовими процесами, адже спостерігається певна деградація ґрунту в результаті гонитви за показниками високої врожайності. Тобто під час вирощування сільськогосподарських культур використовуються різні біологічні та хімічні засоби задля отримання більшого урожаю, що неоднозначно впливає на довкілля.

Науково доведено, високі темпи виснаження ґрунту, тобто втрати його родючості – це кілька сільськогосподарських сезонів неправильного, шкідливого користування, в той час як швидкість відновлення запасів органічної речовини у ґрунті досить повільна, іноді необхідні тисячі років задля відновлення родючості ґрунту.

Один із важливих параметрів території на якій вирощуються сільськогосподарські рослини є родючість ґрунту, тому найбільш гострим постає питання її збереження і підвищення при вирощуванні рослин.

Основною характеристикою родючості ґрунту є вміст у ґрунті таких основних елементів як азот, фосфор, калій, а також наявність мікроелементів. Окрім вище перерахованого також важливим для родючості є збалансована вологоємність, чисте повітря, здорова ґрунтова фауна тощо. Саме такий ґрунт необхідний для забезпечення гармонійного навколишнього середовища.

Варто зауважити, що в Україні створено ряд законів для здійснення охорони ґрунтів, зокрема таких: Закон України «Про охорону земель» (прийнятий у червні 2003 року); Закон України «Про пестициди і агрохімікати» (від березня 1995 року); Закон України «Про меліорацію земель» (від січня 2000 року), Постанова Кабінету міністрів «Про затвердження Порядку здійснення природно-сільськогосподарського, еколого-економічного, протиерозійного та інших видів районування земель» (від травня 2004 року); Наказ Міністерства аграрної політики України «Методичні рекомендації щодо оптимального співвідношення

сільськогосподарських культур у сівозмінах різних ґрунтово-кліматичних зон України» (від липня 2008 року) тощо. Тому кожен аграрій повинен керуватися даними законами і постановами при веденні сільського господарства.

Ще одним важливим чинником, що негативно впливає на утворення органічної речовини в ґрунті (гумусу), є різке зменшення поголів'я великої рогатої худоби та свиней. Внаслідок переваги темпів мінералізації органічної речовин над її гуміфікацією відбуваються щорічні втрати гумусу.

Вирощування гороху, як і будь-яка сільськогосподарська діяльність, може мати деякі негативні впливи на навколишнє середовище. Ось деякі з них:

- *Використання пестицидів і хімічних добрив*: Застосування пестицидів та хімічних добрив може мати негативний вплив на ґрунт і водні ресурси. Вони можуть забруднювати ґрунтові води, викликати зниження родючості ґрунту та негативно впливати на біорізноманіття.
- *Водовикористання*: Вирощування гороху, особливо у великих масштабах, може потребувати значної кількості води для зрошення. Це може призвести до дефіциту води в деяких районах та вплинути на водні екосистеми.
- *Ерозія ґрунту*: Можлива ерозія ґрунту в результаті масштабного вирощування гороху, особливо при неправильному використанні та обробці ґрунту. Це може призвести до втрати родючого шару ґрунту та зменшення його плодючості.
- *Вплив на біорізноманіття*: Масове вирощування гороху може впливати на природне середовище та біорізноманіття, зокрема, змінюючи природні екосистеми та впливаючи на місцеві види рослин і тварин.
- *Транспортування та викиди вуглецю:* Вирощування гороху може вимагати транспортування продукції на значні відстані, що сприяє викидам вуглецю в атмосферу та негативно впливає на зміну клімату.

Щоб зменшити негативний вплив вирощування гороху на довкілля, можна використовувати більш екологічно чисті методи сільськогосподарського виробництва, такі як органічне вирощування, ротація

культур, ефективне використання води та мінімізація використання хімічних пестицидів та добрив.

Отже, при культивуванні гороху потрібно застосовувати мінеральні добрива, поєднуючи із добавлянням органіки, це підвищить вміст у ґрунті поживних речовин, підвищить: рівень органіки у ґрунтах, стійкість рослин до несприятливих чинників, а як наслідок сприятиме високому рівню урожайності й збереже навколишнє природне середовище для наступник поколінь.

ВИСНОВКИ

Метою проведених досліджень було встановлення оптимальних доз мінеральних добрив на тлі проведення інокуляції, що забезпечить отримання високих і якісних врожаїв гороху в умовах Правобережного Лісостепу. За результатами досліджень можна зробити наступні висновки:

– Пік формування площі листкової поверхні припадає на фазу цвітіння, де показник був у межах 25,1–36,5 тис. $м^2$/га без інокуляції та 30,4–41,4 тис. $м^2$/га з її проведенням, з максимальними значеннями у варіанті досліду $N_{60}P_{45}K_{45}$. Відмічена позитивна дія, як удобрення, так і інокуляції.

– Важливим показником є формування активного симбіотичного апарату, який дасть змогу зменшити витрати на синтетичні мінеральні добрива. Найкращі умови створені у варіанті досліду $N_{30}P_{45}K_{45}$, де утворилася найбільша кількість бульбочок – 31 і 40 шт/рос у фазу цвітіння без інокуляції і з її проведенням відповідно. Підвищення дози азотних добрив до 60 кг/га негативно впливає на формування симбіотичного апарату.

– Вагомий вплив на формування врожаю мали удобрення та інокуляція. Максимальна врожайність досліду забезпечувалася за внесення $N_{30}P_{45}K_{45}$ на тлі проведення передпосівної інокуляції – 3,76 т/га. В цьому ж варіанті отримано найвищий прибуток – 2688 грн/га, що дає змогу рекомендувати дану комбінацію для вирощування гороху в Правобережному Лісостепу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Антипін Р. А. Оптимізація технологічних прийомів вирощування гороху в умовах правобережного Лісостепу України: автореф. дис. … канд. с.-г. наук : 06.01.09. Вінниця. 2007. 19 с.

2. Бахмат М. І., Небаба К. С. Структурні елементи врожаю гороху посівного залежно від удобрення та регуляторів росту в умовах Лісостепу Західного. *Науковий вісник НУБіП України*. Серія Агрономія. 2018. №294. С.24–31.

3. Бірюкова І. Щоб горох добре вродив. *Farmer*. 2018. №3. С. 126–128.

4. Василенко А. О., Безуглий І. М., Глянцев А. В. [та ін.]. Стабільність показників продуктивності і вмісту білка у сортів гороху селекції Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. *Збірник наукових праць Селекційно-генетичного інституту - національного центру насінництва і селекції*. 2015. Вип. 26(66). С.154–160.

5. Василенко А. О., Сокол Т. В.,. Безуглий І. [та ін.] Потенціал зразків гороху за цінними господарськими ознаками. Міжвідомчий тематичний науковий збірник Інституту рослинництва *Селекція і насінництво*. Харків. 2015. №108. С. 12–19.

6. 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.

7. Гангур В. В., Єремко Л. С. Вплив елементів технології вирощування на продуктивність гороху в умовах лівобережного Лісостепу України. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2015. №9. С. 19–33.

8. Гирка А. Д., Ткаліч І. Д., Сидоренко Ю. Я. [та ін.]. Актуальні аспекти технології вирощування гороху в умовах північного Степу України. *Вісник аграрної науки*. 2018. №2. С. 31-35.

9. Гончар Л. М., Пилипенко В. С. Польова схожість насіння та густота стояння рослин гороху посівного залежно від удобрення та інокуляції. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2017. Випуск 269. С.46-57.

10. Городній М. М., Лісовал А. П., Бикін А. В. та ін. Агрохімічний аналіз. Київ : Арістей, 2005. 468 с.

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

12. Данильченко О. М. Формування фотосинтетичного апарату та врожайності зерна гороху в умовах північно-східного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Серія: Агрономія і біологія. 2016. Вип. 9. С. 88-91.

13. Дворецька С. П., Камінський В. Ф. Вплив елементів технології вирощування на продуктивність гороху в Північному Лісостепу. Міжвідомчий тематичний науковий збірник "*Землеробство*". 2009. Випуск 81. С. 75-79.

14. Дворецька С., Любчич О. Мінеральне живлення гороху. *Пропозиція*. 2016. №11. С. 66-72. https://propozitsiya.com/ua/mineralne-zhivlennya-gorohu., (11.03.2019).

15. Дворецька С. П., Рябокінь Т. М., Каражбей Т. В. Вплив агрометеорологічних умов на формування продуктивності сортів гороху. *Збірник наукових праць "ННЦ Інститут землеробства НААН"*. Київ: "ВП Едельвейс". 2016. №1. С. 36-45.

16. Єремко Л. С., Гангур В. В., Киричок О. О., Сокирко Д. П. Мінеральне живлення як фактор підвищення фотосинтетичної продуктивності і урожайності посівів гороху. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. №3. С. 50-56.

17. Злобін Ю. А. Курс фізіології і біохімії рослин. Суми. ВТД "Університетська книга". 2004. 464 с.

18. Інтернет джерело: https://tovpaz.com/products/nasinnya/goroh/eso

19. Іщенко В., Козелець Г., Гайденко О. Удобрення гороху за всіма правилами. *Інформаційно-аналітична газета «Агробізнес Сьогодні».* 2018. №24.http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/12390 udobrennia - horokhu-za-vsima-pravylamy.html., (11.03.2019)

20. Камінський В. Ф. Агробіологічні основи інтенсифікації вирощування зернобобових культур в Лісостепу України : автореф. дис. … канд. д.-г. наук : 06.01.09. Вінниця, 2006. 48 с.

21. Камінський В. Ф., Дворецька С. П. Комплексний вплив факторів інтенсифікації на продуктивність гороху. *Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН*. Київ. Нора-принт. 1999. Вип. 1–2. С. 31-34.

22. Камінський В. Ф., Дворецька С. П., Рябокінь Т. М. Формування урожаю сортів гороху залежно від рівня інтенсифікації технології вирощування у Північному Лісостепу. *Збірник наукових праць ННЦ "Інститут землеробства НААН"*. 2015. Вип. 4. С. 59-65.

23. Кірілеску О.Л., Мовчан К.І. Формування врожайності зернобобових культур в умовах західного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2016. Випуск 82. С.127–132.

24. Колесніков М.О. Вплив токоферолу на проростання гороху (*Pisum sativum L.*) та формування його біологічної врожайності. *Агробіологія*. *Збірник наукових праць Білоцерківського національного аграрного університету*. 2013. Випуск 11(104). С.115–119.

25. Король Л.В. Формування біологічного потенціалу гороху залежно від застосування добрив та регуляторів росту в умовах Лісостепу України : автореф. дис. … канд. с.-г. наук : 06.01.09. Київ, 2019. 21 с.

26. Костина Т. П. Вплив мінеральних добрив на формування асиміляційної поверхні та продуктивність сортів гороху. Міжвідомчий тематичний науковий збірник "Землеробство". Київ. ВД "Едельвейс". 2012. Вип. 84. С. 86–93.

27. Коць С. Я., Петерсон Н. В. Мінеральні елементи і добрива в живленні рослин. 2-е вид. перероб., допов. Київ : Логос, 2009. 182 с.

28. Коць С. Я., Петриченко В. Ф. Симбіотичні системи у сучасному сільськогосподарському виробництві. *Вісник аграрної науки*. 2015. №3. С.57–66.

29. Кравченко В. С., КононенкоЛ. М., Вишневська Л. В. [та ін.] Біологізація вирощування зернобобових культур в Україні, аналіз та перспектива. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2019. Вип. 92. С83-91.

30. Лебідь Є. М., Десятник Л. М., Федоренко І. Є. [та ін.]. Особливості вирощування гороху й озимої пшениці в сівозмінах Степу. *Агроном*. 2018. №3. С. 166-167.

31. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Мінеральні добрива та їх застосування. 2-ге вид., виправ., допов. Львів. Українські технології. 2012. 324 с.

32. Лопушняк В. І., Шевчук М. Й., Полюхович М. М., Пархуць Б. І., Пархуць І. М. 555 питань і відповідей з агрохімії та агрохімсервісу : навч.-довід. посіб. За ред. В. І. Лопушняка. Львів: Простір-М, 2018. 488 с.

33. Мартинюк О. М. Продуктивність гороху, люпину білого та сої залежно від елементів технології вирощування в західному Лісостепу : автореф. дис. … канд. с.-г. наук : 06.01.09. Київ, 2008. 21 с.

34. Петриченко В. Ф., Камінський В. Ф., Патика В. П. Бобові культури і сталий розвиток агроекосистем. Міжвідомчий тематичний науковий збірник *Корми і кормовиробництво.* 2003. Вип. 51. С. 3–6.

35. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В. Рослинництво. Нові технології вирощування сільськогосподарських культур. 5-те вид., виправ., допов. Львів. Українські технології. 2020. 806 с.

36. Пилипенко В. С. Управління формуванням продуктивності гороху за оптимізації системи удобрення в правобережному Лісостепу України : автореф. дис. … канд. с.-г. наук : 06.01.09. Київ, 2017. 23 с.

37. Пилипенко В. С., Гончар Л. М., Каленська С. М. Формування продуктивності гороху залежно від елементів технології вирощування.

Міжвідомчий тематичний науковий збірник "Землеробство". 2016. №91. Том 2. С. 51–55.

38. Савранчук В. В., Іщенко В. А. Вплив бактеріальних і біологічно активних препаратів на формування продуктивності рослинами гороху вусатого типу в Північному Степу. *Бюлетень ІСЗ НААН*. 2015. № 6. С. 119–125.

39. Січкар В. Повернення бобового "царя". *Farmer*. 2018. №1. С. 94-96.

40. Сокол Т. В., Безуглий І. М., Василенко А. О. Стійкість зразків гороху до аскохітозу та фузаріозу на штучному інфекційному фоні. *Збірник наукових праць Селекційно-генетичного інституту – національного центру насінництва і селекції.* 2015. Вип. 26(66). С.170-178.

41. Телекало Н. В. Продуктивність інтенсивних сортів гороху посівного залежно від впливу інокуляції та позакореневих підживлень в умовах Лісостепу правобережного: автореф. дис. … канд. с.-г. наук : 06.01.09. Вінниця. 2015. 20 с.

42. Телекало Н. В. Симбіотична діяльність посівів гороху посівного. *Зернобобові культури та соя для сталого розвитку аграрного виробництва України*. Матеріали міжнародної наукової конференції, 11–12 серпня 2016 р. Вінниця. Діло. 2016. С. 82-83.

43. Харченко О. В., Прасол В. І., Ільченко О. В. Агроекологічне та екологічне обґрунтування живлення сільськогосподарських культур. Суми : Університетська книга, 2009. 125 с.

44. Черенков А. В., Шевченко М. С. Стратегія виробництва зернобобових культур і сої в Степу України. *Вісник аграрної науки*. 2017. №1. С. 13-18.

45. Чинчик О. С. Вплив системи удобрення та способів основного обробітку ґрунту на формування структури рослин сортів гороху. *Корми і кормовиробництво*. 2013. Вип. 77. С. 123-127.

46. Якість ґрунтів та сучасні стратегії удобрення / За ред. Д. Мельничука, Дж. Хофман, М. Городнього. Київ : Арістей, 2004. 488 с.

47. Andrew W. Lenssena, Upendra M. Sainju, Jalal D. Jabrob, Brett L. Allenb and William B. Stevensb. Dryland Pea Production and Water Use Responses to Tillage, Crop Rotation, and Weed Management Practice. Agronomy journal. September-October 2018. Volume 110. Issue 5. P. 1843–1853.

48. Andrzejewska J. Agrotechniczne uwarunkowania plonowania i brodawkowania zroznicowanych odmian grochu siewnego (*Pisum sativum* L.). Bydgoszcz. Wydawnictwa Uczelnsane Akademii Techniczno-Rolniczej. 2002. 96 s.

49. Bilski Z., Kajdan-Zysnarska I. Uprawa roślin bobowatych grubonasiennych Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie Oddział w Poznaniu. Poznań. 2019. 53 s.

50. Gaur P.M., Jukanti A.K., Varshney R.K. Impact of genomic technologies on chickpea breeding strategies. *Agronomy*. 2012. Vol.2. P. 199–221.

51. Negi S., Sing R., Dwivedi O. Effect of biofertilizers, nutrient sources and lime on growth and yield of garden pea. Legume research. 2006. 29 (4). 282–285.

52. Symanowicz B., Kalembasa S., Toczko M. Zmiany zawartości wybranych makroelementów w Pisum sativum l. i w glebie pod wpływem zróżnicowanego nawożenia potasowego. *Acta Agrophysica*. 2015. 22(3), 311–321.

ДОДАТКИ