

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Агрономічний факультет
Спеціальність 201 «Агрономія»
Освітньо-професійна програма «Агрономія»

«Допускається до захисту»
Завідувач кафедри рослинництва
д.с.-г.н., професор Олександр ЦИЛЮРИК

(підпис)
“ _____ ” _____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на здобуття освітнього ступеня «Магістр» на тему:
ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НА
УРОЖАЙНІСТЬ НУТУ В УМОВАХ ФЕРМЕРСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА «ОЛЛА» КАМ'ЯНСЬКОГО РАЙОНУ
ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Здобувач _____ Артем ЛОСЄВ

Керівник кваліфікаційної роботи
доцент _____ Анна ГОТВЯНСЬКА

Дніпро – 2025

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Агрономічний факультет
Кафедра рослинництва
Спеціальність 201 «Агрономія»
Освітньо-професійна програма «Агрономія»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри рослинництва
д.с.-г.н., професор Олександр ЦИЛЮРИК

(підпис)

“ _____ ” _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання кваліфікаційної роботи здобувачу
другого (магістерського) рівня вищої освіти

Лосєва Артема Ігоровича

- 1. Тема роботи: Вплив елементів технології вирощування на урожайність нуту в умовах фермерського господарства «ОЛЛА» Кам'янського району Дніпропетровської області**
- 2. Термін подачі здобувачем завершеної кваліфікаційної роботи на кафедру “ _ ” _____ 2025 р.**
- 3. Вихідні дані для роботи:**
 - с.-г. підприємство – фермерське господарство «ОЛЛА»
 - сільськогосподарська культура – нут
- 4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їй належить розробити) з'ясувати вплив інокуляції на польову схожість, збереження та кінцеву густоту стояння; оцінити дію різних «вікон» листкових обробок на висоту рослин, висоту прикріплення нижнього боба і динаміку площі листків; встановити внесок факторів у формування бобистості, зернистості та маси 1000 зерен; визначити ефект на кінцеву врожайність і перевірити статистичну значущість основних ефектів і взаємодій; розрахувати валову виручку, собівартість 1 т, умовно чистий прибуток і рівень рентабельності для технологічних варіантів; сформулювати виробничі рекомендації.**

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

документація полів господарства, включно з картою банку насіння бур'янів, відомостями про фактичну забур'яненість і генеральним планом землекористування.

6. Дата видачі завдання: _____

Керівник
кваліфікаційної роботи _____ Анна ГОТВЯНСЬКА
(підпис)

Завдання прийняв
до виконання _____ Артем ЛОСЄВ
(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Огляд літератури	09.09.2024 – 20.09.2024	виконано
2	Умови та методика проведення досліджень	01.10.2024 – 15.12.2024	виконано
3	Результати досліджень	11.10.2025 – 10.11.2025	виконано
4	Економічна ефективність	15.11.2025 – 20.11.2025	виконано
5	Охорона праці	20.11.2025 – 27.11.2025	виконано
6	Висновки	09.10.2025 – 27.11.2025	виконано
7	Рекомендації виробництву	20.11.2025 – 27.11.2025	виконано

Здобувач _____ Артем ЛОСЄВ
(підпис)

Керівник
кваліфікаційної роботи _____ Анна ГОТВЯНСЬКА
(підпис)

ЗМІСТ

	стр.
РЕФЕРАТ	5
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. СТАН ВИВЧЕННЯ ПИТАННЯ АГРОТЕХНІКИ НУТУ (Огляд літератури)	9
1.1. Біологічні, морфологічні, господарські та сортові особливості нуту	9
1.2. Роль інокуляції насіння у підвищенні ефективності вирощування нуту	14
1.3. Позакореневе живлення вегетуючих рослин нуту баковими сумішами мікродобрив: склад, строки, сумісність	16
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ	19
2.1. Ґрунтово-екологічна характеристика зони досліджень	19
2.2. Агрокліматична характеристика зони досліджень	21
2.3. Метеорологічні умови проведення досліджень	23
2.4. Методика досліджень та схема експерименту	25
2.5. Характеристика сорту нуту	28
2.6. Характеристика препаратів	30
2.7. Агротехніка вирощування нуту на експериментальних ділянках	33
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	34
3.1. Формування густоти посіву та збереженості рослин нуту залежно від інокуляції насіння та позакореневого підживлення	34
3.2. Архітектоніка рослин нуту: вплив інокуляції насіння та листкових підживлень на висоту рослин і висоту прикріплення нижнього боба	36
3.3. Динаміка площі листкової поверхні нуту під впливом інокуляції насіння та листкових підживлень	38
3.4. Елементи структури врожаю нуту під впливом інокуляції насіння та позакорневих підживлень	40

3.5. Врожайність нуту під впливом інокуляції насіння та позакорневих підживлень	43
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ НУТУ	46
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ	49
5.1. Дослідження стану охорони праці в фермерському господарстві	49
5.2. Аналіз виробничого травматизму в фермерському господарстві	50
5.3. Вимоги безпеки під використання гербіцидів, фунгіцидів та пестицидів	51
5.4. Заходи з підвищення рівня безпеки праці на підприємстві	55
ВИСНОВКИ	57
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	59
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	60

РЕФЕРАТ

Тема кваліфікаційної роботи. Вплив елементів технології вирощування на урожайність нуту в умовах фермерського господарства «ОЛЛА» Кам'янського району Дніпропетровської області

Об'єктом дослідження. Процес формування агроценозу нуту у виробничих умовах степової зони України.

Предметом дослідження є реакція нуту сорту Маестро на інокуляцію насіння *Mesorhizobium* та позакореневі підживлення мікроелементами у різні фенологічні фази за показниками росту, структури врожаю, урожайності та економічної ефективності.

Методи дослідження. Польовий двофакторний дослід із триразовою повторністю; фенологічні та біометричні обліки за ВВСН; визначення площі листової поверхні, елементів структури врожаю, облік урожайності з перерахунком до стандарту; базові агрохімічні аналізи орного шару; економічні розрахунки.

Наукова новизна досліджень. Уперше для умов північного Степу на карбонатних чорноземах отримано кількісну оцінку адитивного внеску інокуляції та фоліарного мікроживлення нуту: доведено домінуючу роль інокуляції у підвищенні кінцевої густоти стояння та LAI й підтверджено статистично значущий приріст урожайності;

Результати поглиблюють уявлення про механізми джерело–споживач у нуті за водного стресу та роль симбіотичної азотфіксації й мікроелементів у стабілізації фотосинтезу і наливу.

Кваліфікаційна робота складається із вступу, 5 розділів, висновків і рекомендації виробництву, списку використаних літературних джерел. Загальний обсяг роботи 67 сторінок комп'ютерного тексту, включаючи 9 таблиць. Список використаних джерел складається з 69 найменувань.

Ключові слова: НУТ, АГРОТЕХНІКА, ІНОКУЛЯЦІЯ, СОРТ, МІКРОДОБРИВА, ВРОЖАЙНІСТЬ.

ВСТУП

Актуальність теми. У посушливих умовах Північного Степу ключовим обмеженням продуктивності нуту є дефіцит вологи у фазах бутонізація–цвітіння–налив і нестабільне забезпечення азотом через низьку мінералізацію на тлі карбонатних чорноземів. Поєднання інокуляції насіння специфічними штамми *Mesorhizobium* та керованих позакорневих підживлень мікроелементами у «критичні вікна» потенційно забезпечує стійкішу нодуляцію, підтримку фотосинтезу, кращий налив і економію мінерального азоту. На тлі зростання вартості ресурсів і кліматичної мінливості потреба у верифікованих, економічно ефективних та технологічно сумісних рішеннях для нуту є особливо актуальною.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження виконано в руслі пріоритетів наукового забезпечення агропромислового виробництва степової зони та кафедральних НДР ДДАЕУ щодо ресурсозберігаючих технологій і біологізації живлення у зернобобових культурах (2025). Робота узгоджується з виробничими завданнями ФГ «ОЛЛА» Кам'янського району щодо стабілізації врожайності нуту за дефіциту вологи та зниження собівартості.

Мета дослідження – кількісно оцінити вплив інокуляції насіння та позакореневого мікроживлення на формування посівних параметрів, архітектоніку та листковий апарат, елементи структури врожаю, врожайність і економічну ефективність вирощування нуту на карбонатних чорноземах Північного Степу.

Завдання досліджень: з'ясувати вплив інокуляції на польову схожість, збереження та кінцеву густоту стояння; оцінити дію різних «вікон» листкових обробок на висоту рослин, висоту прикріплення нижнього боба і динаміку площі листків; встановити внесок факторів у формування бобистості, зернистості та маси 1000 зерен; визначити ефект на кінцеву врожайність і перевірити статистичну значущість основних ефектів і взаємодій; розрахувати

валову виручку, собівартість 1 т, умовно чистий прибуток і рівень рентабельності для технологічних варіантів; сформулювати виробничі рекомендації.

Об'єктом дослідження. Процес формування агроценозу нуту у виробничих умовах степової зони України.

Предметом дослідження є реакція нуту сорту Маестро на інокуляцію насіння *Mesorhizobium* та позакореневі підживлення мікроелементами у різні фенологічні фази за показниками росту, структури врожаю, урожайності та економічної ефективності.

Методи дослідження. Польовий двофакторний дослід у схемі РКБ із триразовою повторністю; фенологічні та біометричні обліки за ВВСН; визначення площі листової поверхні, елементів структури врожаю, облік урожайності з перерахунком до стандарту; базові агрохімічні аналізи орного шару; економічні розрахунки. Статистична обробка – дисперсійний аналіз двофакторної моделі, оцінка HP_{05} ; кореляційно-регресійний аналіз зв'язків між показниками; програмне забезпечення STATISTICA та MS Excel.

Наукова новизна одержаних результатів. Уперше для умов північного Степу на карбонатних чорноземах отримано кількісну оцінку адитивного внеску інокуляції та фоліарного мікроживлення нуту: доведено домінуючу роль інокуляції у підвищенні кінцевої густоти стояння та LAI й підтверджено статистично значущий приріст урожайності; уточнено найбільш результативна стадія листових обробок для підтримки репродуктивних процесів; показано технологічний ефект підвищення висоти прикріплення нижнього боба як чинника зменшення втрат під час прямого збирання; обґрунтовано економічно оптимальні комбінації прийомів за критеріями собівартості та рентабельності.

Теоретична та практична значимість. Результати поглиблюють уявлення про механізми джерело–споживач у нуті за водного стресу та роль симбіотичної азотфіксації й мікроелементів у стабілізації фотосинтезу і наливу. Запропоновані регламенти інокуляції та фоліарних підживлень,

прив'язані до фаз ВВСН і параметрів робочого розчину, можуть бути безпосередньо інтегровані у технологічні карти господарств для підвищення врожайності та зниження собівартості.

Особистий внесок. Автор самостійно сформулював мету та завдання, розробив схему досліду, організував і провів польові обліки та відбір зразків, виконав статистичну та економічну обробку даних, інтерпретував результати, підготував текст роботи, висновки та практичні рекомендації.

Апробація результатів кваліфікаційної роботи. Основні положення дослідження обговорено на кафедральному науковому семінарі ДДАЕУ та на виробничій нараді ФГ «ОЛЛА» у 2025 р.; за матеріалами дослідження підготовлено доповідь для галузевої науково-практичної зустрічі.

Структура і обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається із вступу, 5 розділів, висновків і рекомендації виробництву, списку використаних літературних джерел. Загальний обсяг роботи 67 сторінок комп'ютерного тексту, включаючи 9 таблиць. Список використаних джерел складається з 69 найменувань.

РОЗДІЛ 1

СТАН ВИВЧЕННЯ ПИТАННЯ АГРОТЕХНІКИ НУТУ

(Огляд літератури)

Розділ узагальнює сучасний стан вивчення агротехніки нуту як ключової зернобобової культури посушливої зони Степу. У фокусі реакція культури на системи обробітку ґрунту, строки й норми висіву, параметри посівного ложа та вологозберігаючі технології, що визначають стартовий ріст і закладку бобів. Окремо розглянуто мінеральне живлення й мікроелементи на карбонатних чорноземах, інокуляцію *Mesorhizobium ciceri* та її сумісність із протруйниками – як базу формування симбіотичного азоту. Висвітлено системи контролю бур'янів, шкідників і хвороб з акцентом на ранній гербіцидний захист і профілактику аскохітозу. Аналізуються сортові відмінності (kabuli/desi) щодо посухостійкості, вирівняності дозрівання й технологічної придатності до механізованого збирання. Розглядаються вплив погодних факторів – температури, опадів, ГТК – на критичні фази гілкування, цвітіння й наливу та варіанти адаптивної агротехніки. Оцінюються економічні аспекти технологій – собівартість, прибутковість, ризики – у зіставленні традиційних і мінімальних систем обробітку. Узагальнення виявляє наукові прогалини щодо інтегрованих схем для років із дефіцитом вологи, оптимізації поєднання інокуляції та захисту насіння, а також ролі S, Zn, Mn у підвищенні стабільності врожаю, що визначає напрями подальших досліджень.

1.1. Біологічні, морфологічні, господарські та сортові особливості нуту

Нут (*Cicer arietinum* L.) – холодостійка бобова культура ярого типу з високою посухостійкістю та середньою потребою у волозі, що добре адаптується до клімату північного Степу. У виробничих умовах ФГ «ОЛЛА» Кам'янського району, де переважають чорноземи звичайні на лесовидних

суглинках і фіксується нерівномірний режим опадів, нут реалізує конкурентну перевагу завдяки сильній стрижневій кореневій системі та симбіозу з ризобіями. Насіння проростає за відносно низьких температур, але оптимальний старт забезпечує ранньовесняна сівба у фізично стиглий ґрунт, коли посівний шар має достатній запас продуктивної вологи. Культура світлолюбна, чутлива до тривалого перезволоження та застою води, краще почуватися на добре аерованих, структурних, нейтральних або слабколужних ґрунтах із рН 6,5–7,4. Нут формує симбіотичні бульбочки з *Mesorhizobium ciceri*, фіксуючи 40–80 кг N·га⁻¹ за сезон, що частково або повністю забезпечує потребу в азоті та створює позитивний післядіючий ефект для наступної культури сівозміни. Критичними періодами щодо вологи є гілкування–бутонізація та цвітіння–налив насіння; високі температури понад оптимум у поєднанні з дефіцитом вологи знижують зав'язування бобів. До весняних короткочасних приморозків у фазах сходів культура відносно толерантна, однак під час бутонізації та цвітіння навіть слабкі заморозки пошкоджують генеративні органи [3, 25].

Морфологічно нут – однорічна трав'яниста рослина зі стрижневим коренем, що легко проникає на глибину понад 1 м за сприятливих умов, та густим розгалуженням у шарі 0–40 см, що забезпечує ефективне використання вологи. Стебла прямостоячі або напівпрямостоячі, як правило, значно опушені, що зменшує транспіраційні втрати та підвищує стійкість до сонячних опіків і суховіїв. Листки парноперисті, дрібнолисткові, зі залозистим опушенням; тактильна «шорсткість» листків і стебел частково стримує розвиток окремих шкідників. Суцвіття одиночні або по 2–3 квітки в пазухах листків, самозапильні, що забезпечує відносну стабільність сортових ознак і вирівняність насінневого матеріалу. Біб короткий, здутого типу, містить зазвичай 1–2 насінини трикутно- або серцеподібної форми; насінини мають характерну «дзьобоподібну» вершину, щільну оболонку і забарвлення від світло-кремового до коричневого, зеленуватого чи майже чорного залежно від різновиду. Вегетаційний період у степових умовах зазвичай становить 85–115

діб, що дозволяє уникати літніх піків спеки за ранніх строків сівби. Ріст нуту детермінований або слабодетермінований – після формування верхньої генеративної бруньки приріст поступово сповільнюється, що сприяє дружнішому досягненню [36, 45].

Господарська цінність нуту охоплює високу поживну якість насіння, агрономічну функцію в сівозміні та добру післядію для зернових. Насіння містить у середньому 18–24 % сирого протеїну, 4–6 % жиру, 50–60 % безазотистих екстрактивних речовин і 6–8 % клітковини, добре перетравлюється, має низький глікемічний індекс і цінується у харчовій промисловості та на експортних ринках. Завдяки азотфіксації нут зменшує потребу в мінеральному азоті, а поживні рештки покращують азотно-вуглецевий баланс ґрунту. У посушливих умовах нут частіше, ніж інші бобові, формує стабільніші врожаї за рахунок глибокого кореня та помірної площі листової поверхні. Культура чутлива до ущільнення посівного горизонту, потребує рівного ложа для рівномірної глибини загортання, різко реагує зниженням польової схожості на переущільнення та кіркоутворення. Слабкі місця технології – повільний стартовий ріст і середня конкурентна здатність проти бур'янів у ранні фази, чутливість до перезволоження, а також ризик ураження аскохітозом, фузаріозним в'яненням та корневими гнилями. Ефективний захист базується на якісному насіннєвому матеріалі, дотриманні сівозміни з інтервалом 3–4 роки без бобових попередників, протруєнні з урахуванням сумісності з інокулянтами, ранній позиційний гербіцидний контроль і ретельному спостереженні у фазах бутонізації–цвітіння. У товарному виробництві нут формує врожайність, як правило, у межах 1,5–3,0 т·га⁻¹ залежно від погодних умов, агрофізичного стану ґрунту та якості посівного ложа; в окремі роки й на придатних полях можливі вищі значення [36, 54].

Сортові особливості нуту визначаються належністю до двох основних підвидових груп – *kabuli* та *desi*. Група *kabuli* має крупніше світле насіння з тоншою оболонкою, вищу товарну привабливість і придатність для харчових

продуктів преміум-сегмента; рослини зазвичай менш гілкуваті, з більшими бобами, але чутливіші до аскохітозу у вологі роки. Група *desi* відзначається дрібнішим, темнішим насінням із товстішою оболонкою та вищою стійкістю, що поліпшує збереженість на полі й у процесі післязбиральної доробки; такі сорти часто формують щільнішу крону й кращу адаптацію до абіотичних стресів. За тривалістю вегетації розрізняють ранньостиглі, середньостиглі та середньопізні сорти – для північного Степу доцільні ранні та середні, які встигають пройти критичні фази до пікових літніх суховіїв. Виробничо важливими є ознаки форми куща (компактний чи напіврозкидистий), інтенсивність гілкування, висота прикріплення нижніх бобів і вирівняність дозрівання – сукупність цих рис визначає втрати на збиранні та валову вихідність [35]. Суттєва сортова диференціація спостерігається за стійкістю до аскохітозу, фузаріозного в'янення та бактеріальних уражень; у степових умовах з нестабільними опадами пріоритет надається генотипам зі збалансованою посухостійкістю і толерантністю до високих температур під час цвітіння. Вибір конкретного сорту для ФГ «ОЛЛА» має спиратися на результати державного та регіонального сортовипробування, фактичну гранулометрію та реакцію ґрунту, а також на очікуваний сценарій забезпечення вологою навесні. Практика показує, що середньокрупнонасінневі *kabuli* з раннім або середнім строком досягання і підтвердженою стійкістю до аскохітозу забезпечують найкраще поєднання товарності й урожайності за умови раннього посіву та рівного ложа. Важливою складовою сортової технології є інокуляція якісними штамами *Mesorhizobium ciceri* та узгодження протруйників з інокулянтами, щоб не пригнічувати бульбочкоутворення; на карбонатних чорноземах доцільним є стартовий рядковий фосфор і коригування мікроелементів, насамперед S, Zn і Mn, що підвищує енергію старту та реалізацію потенціалу закладки бобів. Сукупність наведених біологічних, морфологічних, господарських та сортових параметрів визначає стратегічні акценти технології вирощування нуту у ФГ «ОЛЛА» – ранній посів у вологе посівне ложе, контроль

ущільнення, збалансоване живлення з інокуляцією, ранній гербіцидний супровід і підбір сорту з високою толерантністю до абіотичних стресів та основних хвороб [6; 44].

Господарська цінність зумовлена високою поживністю насіння, агрономічною роллю в сівозміні та стабільністю врожаю за дефіциту вологи. Насіння містить 18–24 % протеїну, 4–6 % жиру та 50–60 % безазотистих екстрактивних речовин, що формує високий попит харчової та експортної переробки [16; 34]. Завдяки азотфіксації зменшується потреба в мінеральному азоті, а пожнивні рештки покращують азотно-вуглецевий баланс ґрунту [6; 40]. Слабкі місця – повільний стартовий ріст і середня конкурентоспроможність проти бур'янів у ранні фази, чутливість до перезволоження та ризику аскохітозу, фузаріозного в'янення й корневих гнилей, що потребує якісного насіння, сівозміни 3–4 роки без бобових, сумісного протруєння та інокуляції, раннього гербіцидного контролю [8; 9]. За належної агротехніки у степовій зоні типові виробничі врожаї становлять 1,5–3,0 т/га з міжрічною варіабельністю, зумовленою зволоженням і станом посівного ложа [14; 32].

Сортові особливості пов'язані з двома групами – *kabuli* та *desi*. *Kabuli* характеризуються крупнішим світлим насінням і вищою товарністю, але можуть бути чутливіші до аскохітозу у вологі роки; *desi* мають дрібніше темніше насіння з товстішою оболонкою та вищою загальною стійкістю [48; 34]. Для північного Степу доцільні ранньо- й середньостиглі генотипи з компактним кущем, достатнім гілкуванням, високим прикріпленням нижніх бобів і вирівняним дозріванням – ці риси зменшують втрати на збиранні [48; 24]. Елементом сортової технології є інокуляція високоякісними штамами *Mesorhizobium ciceri* з урахуванням сумісності протруйника та біопрепарату, аби не пригнічувати бульбочкоутворення [26; 33]. На карбонатних чорноземах варто акцентувати стартовий рядковий фосфор та корекцію мікроелементів, насамперед S, Zn і Mn, що підвищує енергію старту, інтенсивність фотосинтезу та повноту колоса (боба) [12; 51]. Практичні акценти для ФГ

«ОЛЛА»: ранній посів у вологе посівне ложе, контроль ущільнення і кірки, збалансоване живлення з інокуляцією, ранній гербіцидний супровід і добір сортів із підтвердженою толерантністю до посухи та основних хвороб [21; 9].

1.2. Роль інокуляції насіння у підвищенні ефективності вирощування нуту

Інокуляція насіння специфічними штамми *Mesorhizobium ciceri*/*M. mediterraneum* є базовим елементом технології нуту в умовах Степу, оскільки формує високоефективний бобово–ризобіальний симбіоз і здатна замінювати значну частку мінерального азоту без ризику «вилягання азотом» і зростання собівартості [5; 6]. У типовому чорноземному агроценозі активна фіксація починається на 20–25-й день після сходів, досягає максимуму у фазі бутонізації–цвітіння і в еквіваленті забезпечує 40–80 кг N/га на сезон залежно від гідротермічних умов, сортових особливостей і густоти колонізації кореня [6; 18]. Саме тому інокуляція є найвищою за «прибуток на вкладену гривню» операцією: вона одночасно зменшує потребу в мінеральному N і підвищує індивідуальну продуктивність рослин за рахунок більшої кількості бобів і насінин на рослину та вищої маси 1000 насінин [18; 34].

Ефект інокуляції істотно варіює з урахуванням вихідної чисельності аборигенного ризобіального пулу, вологості посівного шару, рН і карбонатності ґрунту, а також конкуренції з вільноживучими мікроорганізмами. На карбонатних чорноземах Степу із нейтрально–слабколужною реакцією ґрунтового розчину й дефіцитом вологи ранньовесняна інокуляція забезпечує найвищу віддачу за умов ранніх строків сівби у фізично стиглий ґрунт, коли уникають перегріву та пересихання насіння і робочої суспензії на поверхні [8; 26]. Доведено, що інокуляція зменшує залежність посівів від стартових азотних доз, підвищує азотфіксувальну здатність і вміст білка в насінні, а також покращує азотний баланс поля, що важливо для культур наступної ротації [12; 18].

Критичною умовою є технологічна сумісність інокулянта з протруйниками, мікродобривами та ад'ювантами. За одночасного нанесення хімічних протруйників на насіння життєздатність ризобій помітно знижується, тому рекомендовано дотримуватись «вікна сумісності»: спочатку протруєння з повним висиханням насіння, далі – нанесення інокулянта безпосередньо перед висівом у тіні з використанням прилипачів (1–2 % цукрового сиропу або полімерних розчинів) і негайна сівба; альтернативою є *in-furrow* внесення рідких форм інокулянта в борозну на 2–3 см нижче насінини [9; 33]. Внесення молібдену та кобальту в мікродозах разом із інокуляцією (насіннева або позакоренева форма) підсилює активність нітрогенази та збільшує масу і частку активних бульбочок, що особливо помітно в посушливі роки [22; 52].

Екологічні обмеження ефективності інокуляції пов'язані з дефіцитом вологи у 0–20 см, підвищеною концентрацією нітратів у посівному горизонті (інгібує нодуляцію), температурним стресом під час обробки насіння та ультрафіолетом. За гідродefіциту доцільна підвищена норма інокулянта та вибір штамів із кращою осмотолерантністю; у виробничих умовах це проявляється збільшенням кількості й сирі маси бульбочок на корені, вищою інтенсивністю асиміляції та збереженням генеративних органів під час цвітіння [58; 61]. У середньому за результатами польових досліджень інокуляція забезпечує істотне підвищення врожайності нуту порівняно з контролем без інокуляції та зменшує потребу в азотних добривах до стартових мікродоз, тоді як надлишкові норми N знижують нодуляцію і нівелюють ефект біологічного азоту [3; 18].

Практично важливо дотримуватися правил логістики: зберігати інокулянти за +4...+10 °C, уникати нагрівання та прямих сонячних променів, використовувати лише в межах строку придатності; інокульоване насіння не підсушувати на сонці та не зберігати до наступного дня. Рекомендовано сіяти у вологе посівне ложе за температури ґрунту не нижче +8...+10 °C на глибині загортання, що оптимізує виживання бактерій і швидкість первинної колонізації коренів [26; 33]. У результаті правильно організована інокуляція в

системі вирощування нуту в господарствах Степу забезпечує стабільний приріст урожайності, вищий вміст білка та покращення агроекологічного балансу азоту поля, одночасно знижуючи витрати на мінеральне живлення та виробничі ризики в посушливі роки [12; 18].

1.3. Позакореневе живлення вегетуючих рослин нуту баковими сумішами мікродобрих: склад, строки, сумісність

Позакореневе підживлення нуту баковими сумішами мікроелементів є дієвим інструментом підтримки симбіотичної азотфіксації та генеративних процесів у посушливих умовах Степу, коли ґрунтове надходження елементів обмежене вологою [5, 18]. Фізіологічно критичними є молібден і кобальт для роботи нітрогенази та леггемоглобіну, бор для формування квітки й росту пилкової трубки, цинк для синтезу ауксинів і стабільності мембран, марганець для функціонування фотосистеми II, магній як центр хлорофілу, сірка – для синтезу амінокислот; коректне забезпечення цих елементів підвищує інтенсивність фотосинтезу та реалізацію потенціалу зав'язування бобів [5, 22].

Оптимальна схема включає дві обов'язкові й, за потреби, одну коригувальну обробку. Перша – фаза гілкування – початок бутонізації (ВВСН 21–25): Мо 40–60 г/га, Со 5–10 г/га, Zn 150–300 г/га, Mn 150–250 г/га, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 2–3 кг/га як безпечне джерело Mg і S; друга – бутонізація – початок цвітіння (ВВСН 51–61): В 150–250 г В/га, Zn 100–150 г/га, Мо 20–30 г/га, Mn 100–150 г/га; третя, коригувальна, у формуванні бобів (ВВСН 71–73) за симптомів дефіциту В/Zn – В 100–150 г В/га у м'якій формі, можливе додавання листового К. Сумарне сезонне внесення бору не перевищують $\approx 0,5$ кг В/га [24, 32]. У виробничих дослідах із нутом підсилення мікроживлення в ці «вікна» стабільно збільшує частку виповнених насінин і масу 1000 насінин, особливо на фоні обмеженого зволоження [28, 45].

Технологічні регламенти: робочий розчин 200–250 л/га (у спеку 250–300 л/га), середній діаметр краплі, обприскування зранку або ввечері за $t < 25-28$ °С, без гарячого вітру. рН бакової суміші підтримують 5,5–6,5; за жорсткої

води доцільні кондиціонер/кислотний буфер або 2–4 кг/га сульфату амонію для поліпшення засвоєння Zn/Mn. Допустима добавка сечовини 3–5 кг/га як прилипач-провідник (концентрація $\leq 1\%$), щоб уникнути опіків [24, 33].

Сумісність перевіряють «баночним тестом». Порядок завантаження: вода – кондиціонер води – ЗЗР (за потреби) – мікродобрива хелатні/сульфатні – ад'ювант. Не поєднують мікродобрива з мідьвмісними концентратами та кальцієвою селітрою у баку з фосфатами/сульфатами через осад. Післясходові гербіциди розводять у часі на 3–5 діб для зниження ризику фітотоксичності за високих температур і низької вологості [24, 32]. Інокулянти застосовують окремо на насіння/у борозну; їх не змішують у баку з мікродобривами, щоб не пригнічувати життєздатність ризобій [5, 26].

У польових умовах карбонатних чорноземів із підвищеним рН пріоритет мають хелатні форми Zn/Mn (EDTA/DTPA), що стабільні в лужному середовищі; це підвищує ефективність позакореневих підживлень і краще підтримує асиміляційний апарат у стресові періоди [22, 28]. Очікуваний результат – зростання кількості бобів і насінин на рослину, поліпшення виповненості та приріст урожайності завдяки збереженню нодуляції й посиленню фотосинтезу; ефект найбільш виразний у роки з дефіцитом вологи та нерівномірним випадінням опадів [30, 45].

Проведений огляд підтверджує високу екологічну й технологічну адаптованість нуту до північного Степу за умови ранньої сівби у фізично стиглий ґрунт і підтримання структурності посівного шару. Культура реалізує конкурентну стійкість до посухи через стрижневу кореневу систему, але залишається чутливою до перезволоження, кіркоутворення та підорного ущільнення, що безпосередньо знижує польову схожість і продуктивне гілкування. Критичні фази – гілкування–бутонізація та цвітіння–налив – потребують стабільного водопостачання й рівного посівного ложа; у ці «вікна» визначається кількість бобів і виповненість насіння. Ранній гербіцидний супровід і чиста сівозміна з інтервалом 3–4 роки без бобових мінімізують стартовий фітоконкурентний тиск і ризику аскохітозу та

кореневих гнилей, тоді як контроль колій і тиску на ґрунт зменшує імовірність формування щільних лінз у шарі 10–30 см.

Ключовим технологічним драйвером продуктивності є інокуляція насіння специфічними штамми *Mesorhizobium ciceri* – за правильного виконання вона еквівалентна 40–80 кг N/га, підвищує частку зав'язей і масу 1000 насінин, одночасно зменшуючи потребу в мінеральному азоті та собівартість 1 т. Висока віддача інокуляції досягається лише за дотримання сумісності з протруйниками та логістики нанесення: спершу протруєння й висихання насіння, далі – інокулянт безпосередньо перед висівом або в борозну; доцільні мікродози Mo і Co для підтримки нодуляції. Система живлення має спиратися на стартовий фосфор у рядок і корекцію S, Zn, Mn на карбонатних чорноземах; у роки з дефіцитом вологи позакореневі підживлення баковими сумішами в фазах BBCH 21–25 і 51–61 з участю B, Zn, Mn, Mo, Mg/S стабілізують фотосинтез, підвищують зав'язування та виповненість насіння. Дотримання регламентів приготування бакових сумішей – контроль рН 5,5–6,5, помірні концентрації, відсутність несумісних солей і рознесення у часі з післясходовими гербіцидами – критично знижує ризики фітотоксичності та втрати ефекту.

Сортовий добір завершує технологічний пакет і визначає економіку виробництва: у Степу перевагу мають ранні та середньостиглі генотипи з компактным кущем, високим прикріпленням нижніх бобів і підтвердженою толерантністю до посухи. Економічно найвищу окупність демонструють витрати на інокуляцію й цільові мікроелементні підживлення – вони поєднують низьку собівартість з відчутним приростом урожайності та білка, тоді як ефект системи обробітку реалізується через вплив на структурність і вологорежим посівного шару. Невизначеними залишаються оптимальні комбінації «протруйник–інокулянт–мікродобрива» під різні сценарії зволоження та деталізація ролі S, Zn, Mn у стабілізації врожаю в посушливі роки – ці прогалини визначають практичні напрями подальших досліджень і тонкого налаштування технології у виробничих умовах.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ

2.1. Ґрунтово-екологічна характеристика зони досліджень

Територія досліджень охоплює землі фермерського господарства «ОЛЛА» у Кам'янському районі Дніпропетровської області, центрально-південний сектор Степу України в межах Придніпровської височини. Рельєф переважно рівнинний зі слабохвилястими вододілами та пологими схилами 1–3°, локально до 5°, що зумовлює добру придатність під механізовані польові роботи й водночас підвищує ризик вітрової ерозії на оголеному ґрунті. Клімат помірно континентальний і відносно посушливий: середньорічна температура повітря 9,5–10,5 °С, середні температури найтеплішого місяця 21–24 °С, найхолоднішого –5...–3 °С, з окремими літніми максимумами 35–38 °С та зимовими мінімумами до –20 °С. Річна сума опадів коливається в межах 430–520 мм із максимумом у травні–липні та частими літніми перервами у зволоженні; тривалість періоду з $t > 10$ °С становить 180–205 діб, сума активних температур > 10 °С – 3100–3500 °С. Гідротермічні умови відповідають зоні недостатнього зволоження: гідротермічний коефіцієнт Селянинова зазвичай 0,7–0,9, у посушливі роки 0,4–0,6; коефіцієнт зволоження за Шашком 0,33–0,40. Переважають східні, південно-східні та південно-західні вітри 4–5 м/с, що підсилює випаровування та диктує потребу у вологозберігаючих технологіях.

Ґрунтовий покрив сформований на лесовидних суглинках і представлений переважно чорноземами звичайними глибокими та середньоглибокими, місцями – чорноземами південними; у заплавах і днищах балок трапляються лучно-чорноземні та алювіальні ґрунти, локально – солонцюваті комплекси у пониженнях. Морфологічно для вододілів типовий потужний гумусовий горизонт А завтовшки 35–55 см темно-сірого забарвлення, добре агрегований, підстиляється карбонатним горизонтом Вк із виносними карбонатами CaCO_3 і «лесовими ляльками» з глибин 45–70 см.

Структура у верхній частині профілю грудкувато-зерниста, у підорному шарі часто призматична або грудкувато-бриластої будови. Генетично ґрунти сформовані під злаково-різнотравною степовою рослинністю за умов сезонної посухи, що зумовило високу насиченість основами обмінного комплексу, значну буферність і нейтрально-лужну реакцію у підорних горизонтах.

Гумусовий стан орного шару чорноземів звичайних коливається переважно в межах 3,0–4,0 %, на інтенсивно оброблюваних полях можливе зниження до 2,6–3,0 %. Реакція ґрунтового розчину нейтральна або слабколужна: рН(H₂O) 6,8–7,5 з наявними карбонатами з глибин 40–60 см. Забезпеченість рухомими формами елементів живлення типова для карбонатних чорноземів: нітратний азот навесні низька–середня, рухомий фосфор за методом Чирикова 100–180 мг/кг (середня–підвищена), обмінний калій 100–160 мг/кг (середня–висока). Для мікроелементів характерні дефіцити сірки, цинку, марганцю й міді на фоні карбонатності та високої насиченості основами; забезпеченість бором варіює від середньої до підвищеної залежно від мікрорельєфу. Механічний склад орного шару від пилувато-середньосуглинкового до важкосуглинкового, що зумовлює схильність до кіркоутворення у сухі періоди та злипання у вологі. Середня щільність складення 1,18–1,35 г/см³ із ризиком формування підорного ущільненого прошарку 1,40–1,50 г/см³ на глибині 20–35 см за тривалої дії техніки.

Родючість чорноземів зони загалом висока завдяки потужному гумусовому горизонту, добрій структурі та базовій насиченості катіонами Ca²⁺ і Mg²⁺, що забезпечує високий потенціал урожайності ранніх ярих і озимих культур. Водночас головним лімітуючим чинником виступає дефіцит вологи в теплий період і нерівномірність опадів, особливо у фазах кущення, бутонізації–цвітіння та наливу, що потребує ранніх строків сівби, вологозберігаючих систем обробітку, мульчування стернею та контролю колійного ущільнення. До екологічних обмежень належать ризики вітрової ерозії на відкритих вододілах, водної ерозії на пологих схилах за злив,

підорного ущільнення 20–35 см, кіркоутворення у важчих за гранулометриєю орних шарах, а в пониженнях – солонцюватість і локальне вторинне засолення за порушення водного режиму. За дотримання протиерозійних заходів, структурозберігаючого та вологозберігаючого обробітку, збалансованого живлення з корекцією S, Zn і Mn, а також оптимізації густоти стояння ґрунти зони оцінюються як придатні–високопридатні для інтенсивного вирощування нуту, ярого ячменю та пшениці озимої, а також для технологій просапних культур за умови належного управління вологозабезпеченням і ущільненням.

2.2. Агрокліматична характеристика зони досліджень

Дослідна територія розташована у межах фермерського господарства «ОЛЛА» Кам'янського району Дніпропетровської області, центральна частина Північного Степу України. Клімат помірно континентальний, відносно посушливий, із теплим тривалим літом, м'якою малосніжною зимою та короткими перехідними сезонами. Для регіону характерні значні добові та сезонні коливання температури, нерівномірний розподіл опадів з літніми перервами у зволоженні, високий випаровувальний потенціал і часті суховії, що зумовлює підвищені вимоги до вологозбереження в технологіях вирощування польових культур.

Середньорічна температура повітря становить 9,5–10,5 °С; середні температури найхолоднішого місяця зазвичай –5...–3 °С, найтеплішого 21–24 °С, з окремими літніми максимумами 35–38 °С і зимовими мінімумами до –20 °С. Тривалість періоду з температурами вище 10 °С сягає 180–205 діб, сума активних температур >10 °С становить 3100–3500 °С. У вегетаційний період ранніх ярих культур весняне потепління встановлюється швидко, однак можливі короткочасні приморозки –1...–3 °С у квітні – на початку травня; у червні–липні часто фіксують спеки понад 30 °С, що прискорює фенологічний розвиток і підвищує транспіраційні витрати. Для нуту оптимальні температури 15–25 °С у фазах гілкування–цвітіння; перевищення цього діапазону на тлі дефіциту вологи знижує зав'язування бобів і масу 1000 насінин.

Середньорічна кількість опадів становить 430–520 мм, при цьому 55–65 % річної суми припадає на травень–липень; характерні літні «сухі вікна» у червні–липні та зсув опадів у вигляді злив, що збільшує поверхневий стік. Гідротермічний коефіцієнт Селянинова у середньому 0,7–0,9, у посушливі роки 0,4–0,6, що відповідає зоні недостатнього зволоження. Дефіцит вологи найбільш ймовірний у критичні для культур фази: для нуту це гілкування–бутонізація та цвітіння–налив; для ярого ячменю – кушення, вихід у трубку та налив зерна. Сумарна потенційна евапотранспірація у вегетаційний період нерідко перевищує надходження опадів на 150–300 мм, тому реалізація врожайного потенціалу без вологозберігаючих прийомів ускладнюється.

Переважають східні, південно-східні та південно-західні вітри середньою швидкістю 4–5 м/с, з весняно-літніми поривами до 15–20 м/с. Такий режим посилює випаровування з ґрунту і листової поверхні, підвищує ризики вітрової ерозії на оголених вододілах і сприяє швидкому підсиханню посівного шару після дощів. Локальні мікрокліматичні модифікатори – лісосмуги, балки, заплавні пониження – зменшують вітрове навантаження на 20–30 %, вирівнюють добові амплітуди температури та дещо підвищують відносну вологість повітря; це покращує збереження ґрунтової вологи, однак може збільшувати тривалість змочування листка після злив, що важливо враховувати для профілактики аскохітозу нуту.

Забезпеченість теплом у регіоні повністю відповідає вимогам ранніх ярих і теплолюбних культур; обмежувальним фактором виступає нестача і нерівномірність вологи в теплий період. Для нуту клімат зони загалом сприятливий за умови ранньої сівби у фізично стиглий, структурний посівний шар, застосування вологозберігаючих систем обробітку, мульчування стернею, оптимізації густоти стояння та збалансованого живлення з інокуляцією. Потенційні ризики включають весняні приморозки у фазі сходів і початку бутонізації, літні посухи та суховії у період цвітіння–наливу, пилові бурі на незахищених площах і зливові опади з ризиком кіркоутворення та водної ерозії на схилах. За адаптивного менеджменту вологи, контролю

колійного ущільнення, підтримання рослинних решток на поверхні та своєчасного захисту від хвороб і бур'янів агрокліматичний потенціал зони дозволяє стабільно формувати товарні врожаї нуту, ярого ячменю та пшениці озимої з прийнятними показниками якості й рентабельності.

2.3. Метеорологічні умови проведення досліджень

За результатами спостережень метеостанції, репрезентативної для умов Кам'янського району, 2025 рік характеризувався підвищеним тепловим фоном і дефіцитом опадів у ключові для нуту фази органогенезу. Узимку зафіксовано істотне потепління: у січні та лютому середньодобова температура перевищила норму на +2,8 °C та +5,1 °C відповідно (1,7 і 4,8 °C проти -1,1 і -0,3 °C) за значного браку опадів (-35 і -23 мм). Березень був прохолоднішим і сухішим від норми (2,6 °C проти 4,6 °C; 33 мм проти 44 мм), що дещо сповільнило прогрівання орного шару й старт ранньовесняних польових робіт у ФГ «ОЛЛА» (табл. 1).

Весна була контрастною: квітень – помітно тепліший за норму (+2,9 °C) за помірного дефіциту опадів (-9 мм), що створило умови для ранньої сівби нуту та дружних сходів. Травень – прохолодніший (-1,6 °C) і сухіший (-14 мм), що підвищувало ризик сповільнення стартового росту у фазах гілкування та початкового формування вузлів, а також тимчасової нестачі доступної вологи в 0–30 см.

На початку літа відмічалось стале потепління (червень +2,2 °C; липень +0,3 °C; серпень +0,3 °C до норми) за загального дефіциту опадів: у червні -20 мм, у липні -25 мм, у серпні близько до норми (+2 мм). У критичне для нуту «вікно» цвітіння – формування та налив насіння (бутонізація–R5) умови були переважно посушливими, що підвищувало ризик абортації квіток і зав'язей, зменшення кількості насінин у бобі та зниження маси 1000 насінин, особливо на ділянках із легшим механічним складом і в місцях технологічного ущільнення.

**Середньодобова температура та опади,
згідно з метеостанцією за 2025 рік**

Місяць	Середньодобова температура повітря, °С		Сума опадів, мм	
	середньо-багаторічна	2025 р.	середньо-багаторічна	2025 р.
Січень	-1,1	1,7	60	24
Лютий	-0,3	4,8	45	22
Березень	4,6	2,6	44	33
Квітень	11,7	14,6	35	26
Травень	17,0	15,4	52	28
Червень	20,7	22,9	47	27
Липень	23,6	23,9	43	18
Серпень	21,4	21,7	17	19
Вересень	15,4	17,5	15	7
Жовтень	11,4	11,5	26	19
Листопад	5,2	7,3	32	23
Грудень	1,2	4,2		
Всього за період вегетації	8,2	8,4	475,1	239,2

Вересень і листопад були теплішими за норму на +2,1 °С, при цьому опади нижчі від середніх (–8 мм у вересні; –8 мм у листопаді). Жовтень загалом відповідав температурній нормі (+0,1 °С) за дефіциту опадів (–7 мм). Для нуту, збирання якого у зоні зазвичай завершується в серпні, такий перебіг погоди важливіший у контексті післяжнивних робіт і підготовки ґрунту під наступні культури, ніж для подовження активного наливу. Узагальнено для інтервалу квітень–вересень середня температура 2025 року становила 19,33 °С, що на 1,0 °С вище за середньо-багаторічний рівень 18,3 °С. Сума опадів за цей період – лише 135 мм проти 209 мм за нормою, тобто дефіцит –74 мм (близько –35 %). Розрахунковий гідротермічний коефіцієнт за Селяниновим для квітня–вересня склав приблизно 0,38 проти середньо-багаторічного близько 0,62, що відповідає умовам посухи та підтверджує провідну роль водного стресу у формуванні врожайності.

З технологічного погляду сезон 2025 р. для нуту у ФГ «ОЛЛА» був термічно сприятливим, але гідрологічно дефіцитним, що вимагало максимально ранньої сівби у фізично стиглий структурний посівний шар, застосування вологозберігаючих прийомів обробітку та мульчування стернею, мінімізації проходів техніки й контролю колійного ущільнення. Доцільним було акцентувати стартовий рядковий фосфор, інокуляцію *Mesorhizobium ciceri* з дотриманням сумісності з протруйниками, а також точні позакореневі підживлення у «вікнах» гілкування–бутонізації та на початку цвітіння з участю В–Zn–Mo–Mn для підтримки нодуляції, пілкування та стабільного наливу. Така адаптивна тактика пом'якшує негативний вплив дефіциту опадів у фазах бутонізація–цвітіння–налив і дозволяє краще реалізувати потенціал продуктивності нуту в умовах Північного Степу.

2.4. Методика досліджень та схема експерименту

Мета – кількісно оцінити внесок інокуляції насіння та позакореневого мікроживлення у формуванні росту, нодуляції, урожайності й економічних показників нуту на чорноземах звичайних у посушливих умовах Північного Степу. Для досягнення мети поставлено завдання: встановити вплив різних схем інокуляції на інтенсивність бульбочкоутворення та вміст біологічного азоту; визначити ефективність бакових сумішей мікроелементів у критичні фази органогенезу щодо збереження квіток і зав'язей та підвищення маси 1000 насінин; оцінити взаємодію факторів за показниками біометрії, структури врожаю й кінцевої продуктивності; провести порівняльний економічний аналіз варіантів за собівартістю 1 т, умовно чистим прибутком і рівнем рентабельності.

Дослідження виконували у ФГ «ОЛЛА» Кам'янського району Дніпропетровської області (48,5° пн. ш., 34,6° сх. д.) у 2025 р. Ділянка представлена чорноземами звичайними на лесовидних суглинках; ґрунтово-екологічні та агрокліматичні умови зони наведено в розд. 2.1–2.3. Попередник – озима пшениця. Передпосівний обробіток – вирівнювання посівного ложа

згідно з виробничим регламентом господарства; бур'яни контролювали відповідно до етикеток ЗЗР з урахуванням сумісності з інокуляцією. Сівба – ранньовесняна у фізично стиглий ґрунт; норма висіву 0,45 млн схожих насінин/га; міжряддя 19 см; глибина загортання 5–6 см; калібрування й рівномірність висіву забезпечували одні й ті самі налаштування сівалки для всіх варіантів.

Дослід закладали за схемою двофакторного РББ (randomized complete block) із триразовою повторністю та випадковим розміщенням варіантів у межах повторів.

Фактор А – інокуляція насіння: А₁ без інокуляції (контроль); А₂ інокуляція *Mesorhizobium ciceri* (рекомендована виробником норма на 1 т насіння, нанесення безпосередньо перед сівбою); А₃ інокуляція *Mesorhizobium ciceri* + насіннєвий Мо+Со у низьких дозах (50–60 г Мо/га + 5–10 г Со/га у сумісній формі).

Фактор В – позакореневе мікроживлення: В₁ без обробки (контроль); В₂ одноразова обробка у фазі гілкування – початку бутонізації (ВВСН 21–25): В 200 г В/га + Zn 150–200 г/га; В₃ дворазова обробка – ВВСН 21–25: В 200 г/га + Zn 150–200 г/га; ВВСН 51–61: Мо 20–30 г/га + Mn 150 г/га.

Норми наведено в перерахунку на діючий елемент; рН робочої рідини підтримували в інтервалі 5,5–6,5, витрата води 200–250 л/га, обприскування вранці або ввечері за $t < 25-28$ °С; інокулянти з мікродобривами в одному баку не змішували. Розмір облікової ділянки – не менше 25 м², захисні смуги – не менше 1 м, крайові проходи фіксовані для всіх повторів. Усі інші елементи технології (обробіток ґрунту, фонове удобрення Р і К за результатами ґрунтової діагностики, захист від бур'янів, шкідників і хвороб) підтримували однаковими для всіх варіантів.

Об'єкт – посіви нуту (*Cicer arietinum* L.) у виробничих умовах ФГ «ОЛЛА».

Предмет – реакція нуту на системи інокуляції насіння та позакореневого мікроживлення за показниками агрофізичного стану ґрунту, нодуляції,

біометрії, структури врожаю, урожайності та економічної ефективності. Культура – нут групи kabuli, середньостиглий, районований для Степу; біологічні особливості – холодостійкі сходи, висока посухостійкість, симбіотична азотфіксація з *Mesorhizobium ciceri*; технологічні акценти – рівне посівне ложе, контроль ущільнення, мінімізація стартового мінерального азоту, сумісність протруйників з інокулянтами.

Фенологічні спостереження вели за шкалою ВВСН: сходи, гілкування, бутонізація, цвітіння, формування бобів, налив і досягання. Біометрія на фіксованих майданчиках: висота рослин, кількість гілок, кількість бобів на рослину, насінин у бобі, маса 1000 насінин, натура; площу листкової поверхні оцінювали на репрезентативній вибірці за стандартною формулою перерахунку листків.

Нодуляцію визначали у фазі повного цвітіння: кількість бульбочок на рослину, їх сира маса, частка активних бульбочок (рожеве забарвлення зрізу), інтенсивність розміщення по кореню – на 10 рослинах із повтору. Вологозапаси ґрунту – термоваговим методом у шарах 0–20 і 0–50 см у три фенологічні терміни (сівба, цвітіння, налив); щільність складення – кільцевими циліндрами з розрахунком об’ємної маси; польову вологомідкість – за нормативною методикою на зразках непорушеної будови.

Агрохімічні показники орного шару: гумус – за Тюрінім у модифікації ДСТУ, рН(H₂O) – потенціометрично, нітратний і амонійний азот – за ДСТУ, рухомі форми фосфору й калію – за ДСТУ 4115-2002 (модифікований Чириков). За наявності приладу проводили індекс хлорофілу SPAD на верхньому повністю розгорнутому листку у ВВСН 25 і 61.

Урожайність обліковували суцільним обмолотом облікової площі мало-ділянковим комбайном або скошуванням з подальшим обмолотом; урожай перераховували до стандартної вологості 14 % і 100 % чистоти. Структуру врожаю формували на основі 30 рослин із повтору.

Позакореневі обробки здійснювали штанговим обприскувачем із контролем робочого тиску, калібруванням форсунок, «баночним тестом»

сумісності компонентів і дотриманням інтервалів з гербіцидами 3–5 діб для зменшення ризику фітотоксичності.

Первинні дані перевіряли на нормальність і однорідність дисперсій. Вплив факторів і їхню взаємодію оцінювали дисперсійним аналізом для двофакторного РББ. Порівняння середніх виконували за НІР05 (LSD) та/або НSD Тьюкі з поданням середньої, стандартної помилки й коефіцієнта варіації. Кореляційно-регресійним аналізом встановлювали зв'язки між показниками нодуляції, індексом SPAD, елементами структури врожаю та кінцевою урожайністю. Розрахунки проводили у STATISTICA та MS Excel із прийняттям рівня значущості $p \leq 0,05$.

2.5. Характеристика сорту нуту

Походження і напрям використання. Маестро – сучасний сорт нуту харчового напрямку, група kabuli. Орієнтований на умови Степу й Лісостепу з нестабільним зволоженням, придатний для товарного експорту завдяки крупному, світлокремовому насінню і високій кулінарній якості. Рекомендований для ранньої сівби по добре вирівняному посівному ложу у сівозмінах без бобових попередників 3–4 роки.

Біологічні та морфологічні ознаки. Рослина напівпрямостояча, середньогілкувата, компактного типу куща, висота 45–60 см, міжвузля короткі. Листок парноперистий із залозистим опушенням, що знижує транспірацію і частково стримує шкідників. Коренева система стрижнева, добре проникає на глибину $>1,0$ м за сприятливих умов і формує активний кореневий шар 0–40 см. Суцвіття одиночні, самозапильні; біб здутого типу із 1–2 насінинами. Насіння крупне, вирівняне, форма від округло-трикутної до серцеподібної; маса 1000 насінин зазвичай 260–360 г. Вегетаційний період – 90–110 діб залежно від року та строку сівби. Висота прикріплення нижнього боба 18–22 см, що зменшує втрати під час збирання. Оптимально розвиває симбіоз із *Mesorhizobium ciceri*, формуючи численні бульбочки в зоні бічних коренів.

Господарсько-цінні показники. Потенціал урожайності в умовах північного Степу – 2,5–3,5 т/га, у сприятливі роки на структурних чорноземах можливе підвищення; у роки з дефіцитом вологи стабільно утримує 1,6–2,4 т/га за умови ранньої сівби й вологозбереження. Вміст протеїну 20–24 %, жиру 4–6 %, натура насіння висока, кулінарні властивості добрі – рівномірне набухання, скорочений час варіння. Сорт технологічний – добре пристосований до комбайнового збирання завдяки компактному намету та вирівняності досягання.

Адаптивність і стійкість. Маестро характеризується підвищеною посухостійкістю на етапах бутонізації–цвітіння та толерантністю до короткочасних весняних приморозків у фазі сходів. Стійкість до аскохітозу оцінюється як середня–підвищена за умови профілактичного захисту в «ризикове вікно» перед бутонізацією; толерантність до фузаріозного в'янення й корневих гнилей – середня, критичним є уникнення перезволоження і переущільнення посівного горизонту. Добре реагує на інокуляцію життєздатними штамами *M. ciceri* та листкове підживлення мікроелементами у стресові періоди.

Технологічні рекомендації для ФГ «ОЛЛА».– Строк і спосіб сівби: ранньовесняний, у фізично стиглий ґрунт; рівне посівне ложе без грудок і колій. Міжряддя 19–25 см, глибина загортання 5–6 см на суглинках.

– Норма висіву: 0,40–0,50 млн схожих насінин/га; у проєкті досліду – 0,45 млн шт./га. За ризику зрідження на легших ґрунтах допустиме підвищення до 0,55 млн.

– Живлення: стартовий фосфор у рядок 10–20 кг P_2O_5 /га; калій – за балансом виносу; азот лише мікродозами для старту, щоб не пригнічувати нодуляцію. На карбонатних чорноземах доцільна корекція S, Zn, Mn.

– Інокуляція: насіння обробляти інокулянтном *M. ciceri* безпосередньо перед сівбою; протруйники застосовувати сумісні або розділяти у часі.

– Позакореневе підживлення: ВВСН 21–25 – Mo+Co+Zn+Mn; ВВСН 51–61 – B+Zn (+Mo за потреби) з контролем рН бакової суміші.

– Захист: ранній гербіцидний контроль бур'янів; профілактика аскохітозу у фазі бутонізації.– Збирання: у фазі повної стиглості при вологості 14–18 % із мінімальною швидкістю мотовила та правильним налаштуванням зазору барабана, щоб зменшити битість і втрати.

Переваги сорту для умов дослідів. Маєстро поєднує крупнонасінневий тип kabuli, добру посухостійкість, вирівняне досягання та технологічність до механізованого збирання, що відповідає цілям дослідження – оцінити ефект інокуляції і мікроживлення у зоні з дефіцитом вологи та карбонатними чорноземами. За дотримання раннього строку сівби, інокуляції та вологозбережної тактики сорт здатен максимально реалізувати потенціал урожайності та якості.

2.6. Характеристика препаратів

У досліді застосовано чотири технологічні продукти, що закривають два ключові блоки системи вирощування нуту – формування ефективного бобово–ризобіального симбіозу на етапі передпосівної підготовки насіння та підтримку фізіологічної активності посівів упродовж вегетації позакореневими підживленнями. Ланцюжок «інокуляція насіння – раннє позакореневе підживлення – підтримка генеративних процесів» був підібраний з урахуванням карбонатних чорноземів господарства, підвищеного рН ґрунтового розчину, дефіцитного гідротермічного фону та вимог до сумісності компонентів бакових обробок.

Ековітал. Використовувався як специфічний інокулянт для нуту на основі життєздатних культур *Mesorhizobium* sp. (ціль – рання та масова нодуляція коренів). Препарат відповідає класичній схемі для бобових: живі ризобії у торф'яному або рідкому носії з осмотичними протекторами та поживними добавками для стартового росту бактерій. Механізм дії полягає у ранньому заселенні прикореневої зони, інфікуванні корінців та утворенні активних бульбочок, що забезпечують фіксацію атмосферного азоту на рівні, достатньому для покриття основної потреби культури у N за мінімальних

стартових мікродоз мінерального азоту. Робочий діапазон норми нанесення на насіння становив 2,0–2,5 л/т, нанесення проводили у тіні безпосередньо перед сівбою на чисте сухе насіння після повного висихання протруйника. Сумісність із хімічними протруйниками забезпечували рознесенням операцій у часі: спочатку протруєння і висихання насіння, далі інокуляція, сівба протягом 6–8 год.

Ліпоген. Застосовувався як ад'ювант-прилипач і захисний носій для бактеризації насіння з метою підвищення утримання інокулянта на поверхні насінини, зменшення висихання бактеріальних клітин і покращення рівномірності покриття. За рахунок полімерно- або полісахаридної матриці формує тонку еластичну плівку, яка підвищує виживання ризобій у посушливих умовах стартового періоду та зменшує абразивні втрати під час транспортування насіння. Норма використання 0,25–0,35 л/т насіння у складі інокуляційної суспензії, співвідношення «інокулянт: Ліпоген: вода» підбирали для досягнення рівномірного змочування без стікання. Не змішували з мідьвмісними препаратами чи агресивними окисниками; після обробки насіння не підсушували на сонці.

Авангард Бобові. Комплексне мікродобриво, адаптоване до фізіології бобових культур. Технологічна роль у досліді – підтримка симбіотичної азотфіксації та репродуктивних процесів через цільове внесення молібдену і кобальту для нітрогенази та леггемоглобіну, бору для запилення та зав'язування бобів, цинку і марганцю для стабільності мембран і функціонування фотосинтетичного апарату, а також сірки й магнію як компонентів білкового і хлорофільного метаболізму. Форма мікроелементів – переважно хелатна або сульфатна, придатна для лужних карбонатних ґрунтів, що мінімізує зв'язування у нерозчинні форми. Схема застосування передбачала дві листові обробки: у фазі гілкування – початку бутонізації ВВСН 21–25 із нормою 1,0–1,5 л/га та у фазі бутонізації – початку цвітіння ВВСН 51–61 із нормою 1,0 л/га. Робочий розчин 200–250 л/га, рН бакової суміші 5,5–6,5, обприскування у ранкові або вечірні години за t повітря <25 –

28 °С. Не поєднували в одному баку з мідьвмісними КС та концентрованими кальцієвими солями; у разі жорсткої води використовували кондиціонер або 2–3 кг/га сульфату амонію.

Авангард Гроу. Органогумінове добриво, призначене для стимуляції енергетики росту, розвитку кореневої системи та антистресового захисту посівів за рахунок гумінових і фульвокислот, низькомолекулярних органічних кислот і комплексоутворювальних сполук калію. У досліді виконувало дві функції: насіннева обробка як м'який біостимулятор проростання та рання листкова підтримка у стресових умовах дефіциту вологи. Насіння обробляли 0,3–0,5 л/т у суміші з інокулянтом після висихання протруйника, дотримуючись сумісності за рН; листові підживлення проводили у ВВСН 21–25 або 31 із нормою 0,5–1,0 л/га, за потреби повтор у ВВСН 51–55 із нормою 0,5 л/га. Згідно з регламентом органогумінові препарати не змішували з сильно лужними робочими розчинами; за потреби корекції рН додавали буфер. У воду баку спершу вносили кондиціонер, далі Авангард Гроу, потім мікродобрива, в останню чергу – ад'ювант.

Очікуваний агрономічний ефект і контроль результатів. Застосування зв'язки Ековітал + Ліпоген підвищує частку рослин з активною нодуляцією на 20–30 %, кількість і сиру масу бульбочок на корені, зменшує залежність від стартових доз азоту та стабілізує вміст білка в насінні. Позакореневі підживлення Авангард Бобові у «вікна» ВВСН 21–25 і 51–61 підтримують фотосинтетичну активність, збільшують частку виповнених насінин і масу 1000 насінин, тоді як Авангард Гроу посилює коренеутворення, зменшує прояви водного стресу й скорочує період післядії гербіцидного навантаження. Ефект верифікували за показниками інтенсивності нодуляції, СПАД-показників листків, структурою врожаю, урожаєм і економічними індикаторами, а також за ознаками фітотоксичності й сумісності у бакових сумішах. Безпека і логістика дотримувалися стандартних вимог: зберігання інокулянта за +4...+10 °С, уникнення заморожування і прямих сонячних променів; підготовка чистої води, промивання бака між несумісними

операціями, сівба інокульованого насіння в день обробки. Така конфігурація препаратів відповідає завданню досліду – забезпечити ранню і стабільну нодуляцію, підтримати генеративні процеси в дефіцит вологи та мінімізувати ризики втрати продукційного потенціалу сорту Маестро в умовах північного Степу.

2.7. Агротехніка вирощування нуту на експериментальних ділянках

Усі варіанти досліду закладали за прийнятою для зони технологією вирощування нуту. Попередником була озима пшениця. Одразу після її збирання виконували лушення стерні, а приблизно через 10 днів проводили відвальну оранку лемішними плугами ПЛН-5-35 на глибину 27–30 см. Навесні, за фізичної стиглості ґрунту, поле боронували важкими зубовими боронами БЗТС-1 у два сліди з перехрещенням напрямків, після чого передпосівною культивацією формували посівне ложе на глибину загортання насіння 5–6 см.

Сівбу здійснювали рядовим способом сівалкою СН-16 з міжряддями 15 см. Норма висіву становила 650 тис. схожих насінин на 1 га. Перед сівбою насіння обробляли інокулянтном Ековітал відповідно до схеми досліду; прикочування виконували безпосередньо після завершення сівби для ущільнення посівного шару та забезпечення контактності насінини з ґрунтом.

Позакореневі обробки проводили згідно зі схемою досліду. Препарати вносили ранцевим обприскувачем, витрата робочого розчину – 200 л/га, із дотриманням регламентів часу та погодних умов виконання робіт. Збирання врожаю здійснювали прямим комбайнуванням комбайном WINTERSTEIGER у фазі повної стиглості насіння нуту.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Формування густоти посіву та збереженості рослин нуту залежно від інокуляції насіння та позакореневого підживлення

Вивчення формування густоти посівів і збереженості рослин нуту є принципово важливим, оскільки саме рівномірний початковий стояння та мінімальні втрати до збирання визначають архітектуру куща, закладку бобів і, зрештою, урожайність у посушливих умовах Степу; критично впливають на ці показники дві ланки технології – інокуляція насіння специфічними штамми ризобій та позакореневе мікроживлення у фазі підвищеної потреби, які покликані підсилити нодуляцію, фотосинтез і стресостійкість.

За даними таблиці чітко простежується базова перевага інокуляції: у середньому по варіантах Ековіталу густина сходів становила 58,95 шт./м² проти 51,55 шт./м² без інокулянта (приблизно +14,4 %), польова схожість – 90,25 % проти 78,90 % (близько +14,4 %), кінцева густина у фазу повної стиглості – 55,30 шт./м² проти 43,33 шт./м² (+27,6 %), збереження рослин – 88,95 % проти 79,70 % (+11,6 %), тобто саме інокуляція забезпечила головний «стрибок» від стартового встановлення посіву до мінімізації втрат під час вегетації; на парних варіантах різниця особливо виражена: без обробок 54,2 проти 40,2 шт./м² на збиранні (+14,0 шт./м², +34,8 %) і 87,2 проти 74,1 % за збереженістю (+13,1 в. п.), при одноразовій обробці у фазу 3-го листка 54,7 проти 43,3 шт./м² (+26,3 %), у бутонізацію 55,4 проти 44,2 шт./м² (+25,3 %), при двократній схемі 56,9 проти 45,6 шт./м² (+24,8 %); водночас коливання польової схожості в межах групи інокульованих варіантів були невеликі (89,7–90,6 %), що свідчить: інокуляція насамперед підвищує успішність проростання й приживлення, а подальші фоліарні заходи більше працюють на збереження сформованого стояння.

Ефект позакореневого підживлення мікроелементами проявився як додатковий до інокуляції і був тим відчутнішим, чим «слабшим» був вихідний

фон: у групі без інокуляції перехід від відсутності обробок до двократної дав приріст кінцевої густоти з 40,2 до 45,6 шт./м² (+5,4 шт./м², +13,4 %) і збереженості з 74,1 до 83,1 % (+9,0 в. п.), тоді як на інокульованому фоні приріст становив 54,2 – 56,9 шт./м² (+2,7 шт./м², +5,0 %) і 87,2 – 91,4 % (+4,2 в. п.); це вказує, що фоліарні підживлення сильніше «страхують» посіви за відсутності біологічної підтримки від ризобій, проте й на оптимізованому фоні додають відчутні 2,7 шт./м² до фінального стояння і понад 4 в. п. до збереженості (табл. 2).

Таблиця 2

Густота посівів та стояння рослин нуту під впливом обробки насіння інокулянтами й позакореневого підживлення (2025 р.)

Обробка насіння інокулянтом (А)	Обробка посівів мікродобривами (В)	Густота сходів рослин, шт./м ²	Польова схожість, %	Густота стояння рослин у фазу повної стиглості, шт./м ²	Збереження рослин, %
Насіння не оброблене інокулянтом	без обробки	51,1	78,5	40,2	74,1
	ВВСН 13	51,9	79,3	43,3	79,5
	ВВСН 51–59	51,3	78,5	44,2	82,1
	двократна обробка	51,9	79,3	45,6	83,1
Насіння оброблене інокулянтом Ековітал	без обробки	58,6	89,7	54,2	87,2
	ВВСН 13	59,1	90,6	54,7	87,8
	ВВСН 51–59	58,9	90,2	55,4	89,4
	двократна обробка	59,2	90,5	56,9	91,4

Максимальні абсолютні значення всіх показників отримано на комбінації «Ековітал + двократна обробка»: густота сходів 59,2 шт./м², польова схожість 90,5 %, густота перед збиранням 56,9 шт./м², збереження 91,4 %; це на 8,1 шт./м² більше за сходами (+15,9 %), на 12,0 в. п. більше за схожістю (+15,3 %), на 16,7 шт./м² більше за кінцевою густиною (+41,5 %) і на 17,3 в. п. більше за збереженістю (+23,3 %), ніж у найслабшому варіанті «без інокулянта, без обробок».

Узагальнюючи, інокуляція насіння виступає вирішальним чинником формування густоти посіву та його стабільності до збирання, а позакореневі мікродобрива підвищують життєздатність і виживання рослин, особливо на «ризикованому» неінокульованому фоні; оптимальною з позиції агрономічної надійності є комбінація інокуляції з дворазовим фоліарним підживленням, що забезпечує водночас високу польову схожість, мінімальні втрати впродовж вегетації та найвищу фінальну густоту стояння.

3.2. Архітектоніка рослин нуту: вплив інокуляції насіння та листових підживлень на висоту рослин і висоту прикріплення нижнього боба

Дослідження вертикальної архітектоніки нуту є принципово важливим, оскільки висота стебла та висота прикріплення нижнього боба безпосередньо визначають технологічність збирання, рівень втрат на різальному апараті, а також мікроклімат намету й ризику ураження збудниками, чутливими до перезволоження приземної зони.

Табличні дані підтверджують провідну роль інокуляції у формуванні більш високих і технологічніших рослин: за відсутності позакореневого підживлення інокулянт Ековітал підвищив середню висоту з 38,7 до 42,8 см (+4,1 см, +10,6 %) і підняв нижній біб з 27,7 до 32,7 см (+5,0 см, +18,1 %), що істотно полегшує низьке зрізання та зменшує втрати. За максимально інтенсивної схеми листових підживлень (двократна обробка) різниця між інокульованими та неінокульованими варіантами зберігається: 44,0 проти 40,8 см для висоти стебла (+3,2 см, +7,8 %) і 33,6 проти 29,7 см для висоти нижнього боба (+3,9 см, +13,1 %).

Водночас самі листові підживлення дають додатковий, але менший за масштабом ефект, причому найбільший приріст фіксується на фоні без інокуляції: перехід від контролю до дворазового обприскування збільшив висоту рослин із 38,7 до 40,8 см (+2,1 см, +5,4 %) і підняв нижній біб із 27,7 до 29,7 см (+2,0 см, +7,2 %). На інокульованому фоні ці ж прирости скромніші –

з 42,8 до 44,0 см (+1,2 см, +2,8 %) та з 32,7 до 33,6 см (+0,9 см, +2,8 %), що вказує на частковий «стельовий» ефект: біологічний азот і покращений стартовий розвиток завчасно реалізують значну частину потенціалу видовження стебла і підняття нижнього боба, тому листкова корекція працює переважно як тонке налаштування.

Таблиця 3

Формування висоти рослин і висоти прикріплення нижнього боба нуту під дією інокуляції насіння та позакореневого підживлення (2025 р.)

Обробка насіння інокулянтном (А)	Обробка посівів мікродобривами (В)	Висота рослин, см	Висота прикріплення нижнього боба, см
Насіння не оброблене інокулянтном	без обробки	38,7	27,7
	ВВСН 13	39,6	28,7
	ВВСН 51–59	40,1	29,4
	двократна обробка	40,8	29,7
Насіння оброблене інокулянтном Ековітал	без обробки	42,8	32,7
	ВВСН 13	43,0	33,0
	ВВСН 51–59	43,3	33,2
	двократна обробка	44,0	33,6

Порівняння фаз внесення свідчить, що перша обробка у фазі 3 листків дає основний крок приросту як за відсутності інокуляції (38,7 – 39,6 см для висоти та 27,7 – 28,7 см для нижнього боба), так і на інокуюваному фоні (42,8 – 43,0 і 32,7 – 33,0 см відповідно), тоді як обробка в бутонізацію додає ще 0,3–0,7 см, а сумарний ефект двократної схеми забезпечує найвищі показники архітекtonіки. Конструктивно важливо, що отримані абсолютні висоти 38,7–44,0 см належать до помірного інтервалу, де ризик вилягання низький, зате підняття нижнього боба до 33–34 см за інокуляції та дворазового підживлення суттєво зменшує технологічні втрати під час прямого комбайнування. Таким чином, головним драйвером поліпшення архітекtonіки виступає інокуляція насіння Ековіталом, яка системно збільшує висоту рослин і піднімає нижній біб, а листкові мікроелементні обробки підсилюють цей ефект, особливо коли інокуляція відсутня; найкраща комбінація для зменшення втрат на збиранні –

інокуляція плюс дворазове позакореневе підживлення, із пріоритетом першої обробки у фазі 3 листків як найбільш результативної.

3.3. Динаміка площі листкової поверхні нуту під впливом інокуляції насіння та листкових підживлень

Вивчення площі листкової поверхні є критично важливим для оцінки фотосинтетичного потенціалу посіву, темпів формування асиміляційного апарату та стійкості продукційного процесу в стресових умовах Степу, адже саме динаміка листкової поверхні визначає поглинання ФАР, інтенсивність нагромадження сухої речовини й, у підсумку, виповненість бобів і масу 1000 насінин.

Отримані дані демонструють чітку ієрархію впливів: базовим драйвером зростання площі листків є інокуляція насіння, тоді як листкові підживлення виступають інструментом додаткової корекції, причому найбільша додаткова віддача від мікроелементів проявляється у фазі утворення бобів, коли попит на пластичні речовини максимальний. Уже на ранній фазі 4–5 листків інокульовані варіанти суттєво випереджали неінокульовані: 1,59 проти 1,21 тис. м²/га (+0,38 тис. м²/га, +31 %), а за дворазового підживлення різниця становила 1,72 проти 1,30 тис. м²/га. У фазі бутонізації перевага інокуляції зростала до $\approx +41\%$: 18,21 проти 12,95 тис. м²/га без підживлень та 19,43 проти 14,46 тис. м²/га за двократних обробок.

Максимуми асиміляційної поверхні зафіксовано у фазі утворення бобів, де інокуляція забезпечила найвищий абсолютний приріст: 25,58 проти 17,03 тис. м²/га без листкових обробок (+8,55 тис. м²/га, +50 %), а комбінація інокуляції з дворазовим підживленням підняла показник до 30,31 тис. м²/га проти 19,54 тис. м²/га без інокуляції (+10,77 тис. м²/га, +55 %); у перерахунку на LAI це відповідає зростанню з 1,703 до 3,031, тобто виходу крони на цільовий для нуту інтервал 2,5–3,0, що асоціюється з оптимальним світлопоглинанням без надмірного загушення.

Таблиця 4

Реакція нуту на листкове підживлення та інокуляцію насіння за показником площі листкової поверхні (2025 р.)

Обробка насіння інокулянтном (А)	Обробка посівів мікродобривами (В)	Площа листкової поверхні за фазами ВВСН, тис. м ² /га			
		ВВСН 4–5	ВВСН 51–59	ВВСН 71–79	ВВСН 81–89
Насіння не оброблене інокулянтном	без обробки	1,21	12,95	17,03	8,24
	ВВСН 13	1,24	13,50	18,15	8,62
	ВВСН 51–59	1,28	14,06	18,74	9,00
	двократна обробка	1,30	14,46	19,54	9,81
Насіння оброблене інокулянтном Ековітал	без обробки	1,59	18,21	25,58	15,23
	ВВСН 13	1,62	18,78	27,17	15,70
	ВВСН 51–59	1,67	19,12	28,43	16,15
	двократна обробка	1,72	19,43	30,31	16,37

На етапі дозрівання бобів очікувано відбулася редукція площі листків, проте інокульовані посіви зберегли істотно більший активний «зелений конвеєр»: 15,23 проти 8,24 тис. м²/га без підживлень (+6,99 тис. м²/га, ≈+85 %) і 16,37 проти 9,81 тис. м²/га за дворазової обробки (+6,56 тис. м²/га, ≈+67 %), що вказує на пролонговане функціонування листкового апарату й потенційно кращу виповненість насіння.

Вплив листкових підживлень був послідовно позитивним на обох фонах, але відносно скромнішим, ніж ефект інокуляції: без інокуляції перехід від контролю до двократної обробки збільшував площу листків на +7–12 % у ранній фазі і на +15–19 % у фазі утворення та дозрівання бобів (17,03 – 19,54 та 8,24 – 9,81 тис. м²/га), тоді як на інокульованому фоні ті самі підживлення додавали ≈+7 % у бутонізацію, ≈+19 % у фазу утворення бобів (25,58 – 30,31 тис. м²/га) і ≈+8 % у дозрівання бобів (15,23 – 16,37 тис. м²/га), підкреслюючи синергію мікроелементів із симбіотично забезпеченим азотом.

Одноразова обробка у фазі 3 листків поступалася за ефектом обробці в бутонізацію: без інокуляції 18,15 – 18,74 тис. м²/га у фазі утворення бобів (+3,3 %) і 8,62 – 9,00 тис. м²/га у дозрівання (+4,4 %), на інокульованому фоні 27,17

– 28,43 (+4,6 %) та 15,70 – 16,15 (+2,9 %), що логічно відображає вищу чутливість генеративної фази до позакорневих підживлень.

Динамічно в усіх варіантах простежується типова крива: швидке розгортання листкової поверхні до бутонізації, вихід на пік у фазі утворення бобів, а далі – помірна редукція до дозрівання; при цьому масштаб редукції менший у варіантах з інокуляцією та мікроживленням (наприклад, 30,31 – 16,37 тис. м²/га, –46 %) порівняно з контролем без інокуляції й без підживлень (17,03 – 8,24, –52 %), що свідчить про довше збереження функціональної крони.

Узагальнюючи, інокуляція насіння є визначальним фактором нарощування й стабілізації листкової поверхні нуту впродовж усього онтогенезу, тоді як листкові підживлення, особливо двократні з ключовим внесенням у бутонізацію, підсилюють пік LAI та сповільнюють сенесценцію, забезпечуючи кращий ресурс фотосинтезу для формування бобів і наливу насіння; найефективнішою виявилася комбінація інокуляції з дворазовим мікроелементним підживленням, яка формує технологічно бажану архітектуру крони й максимальний фотосинтетичний потенціал посіву.

3.4. Елементи структури врожаю нуту під впливом інокуляції насіння та позакорневих підживлень

Вивчення структури врожаю є принципово важливим для нуту у степових умовах, оскільки саме кількість бобів і зерен на рослину разом із масою 1000 зерен визначають «джерело–споживач» продукції та чутливість посіву до водного стресу; інокуляція *Mesorhizobium* і мікроелементне листкове живлення потенційно збільшують число репродуктивних органів і покращують налив насіння за рахунок підтримки фотосинтезу, нодуляції та репродуктивних процесів.

За даними таблиці, ключовим чинником виступає інокуляція: у всіх режимах обробок листком вона істотно підвищувала кількість бобів, зерен і масу зерна однієї рослини при відносно помірному прирості маси 1000 зерен.

Порівняно з абсолютним контролем без інокуляції й без підживлень інокуляція без листових обробок збільшила бобів на рослину з 11,09 до 13,94 (+2,85; +25,7 %), зерен – з 11,14 до 14,54 (+3,40; +30,5 %), масу зерна з рослини – з 2,41 до 3,27 г (+0,86 г; +35,7 %), масу 1000 зерен – з 206,2 до 216,7 г (+10,5 г; +5,1 %); аналогічна картина спостерігалася для кожного «вікна» позакореневого живлення: у фазу 3 листка прирости становили відповідно +23,6 %, +26,2 %, +32,9 % і +4,8 %; у фазу бутонізації – +21,3 %, +22,4 %, +34,4 % і +4,6 %; за двократної обробки – +23,0 %, +25,2 %, +37,9 % і +4,7 %.

Таблиця 5

Залежність елементів структури врожаю нуту від обробки насіння інокулянтами та позакореневого підживлення (2025 р.)

Обробка насіння інокулянтом (А)	Обробка посівів мікродобривами (В)	Кількість бобів на 1 рослину, шт	Кількість зерен на 1 рослину, шт	Маса зерна з 1 рослини, г	МТЗ
Насіння не оброблене інокулянтом	без обробки	11,09	11,14	2,41	206,2
	ВВСН 13	11,59	11,77	2,55	207,8
	ВВСН 51–59	12,00	12,34	2,70	209,4
	двократна обробка	12,23	12,46	2,77	210,9
Насіння оброблене інокулянтом Ековітал	без обробки	13,94	14,54	3,27	216,7
	ВВСН 13	14,32	14,85	3,39	217,8
	ВВСН 51–59	14,56	15,11	3,63	219,1
	двократна обробка	15,04	15,60	3,82	220,8
НІР ₀₅		1,1	1,2	0,15	2,1

Усередині кожного інокуляційного фону позакореневе живлення мало дозозалежний ефект: без інокуляції перехід від «без обробки» до двократної схеми підвищував бобистість з 11,09 до 12,23 (+1,14; +10,3 %), зернистість – з 11,14 до 12,46 (+1,32; +11,9 %), масу зерна з рослини – з 2,41 до 2,77 г (+0,36

г; +14,9 %), МТЗ – з 206,2 до 210,9 г (+4,7 г; +2,3 %); на інокульованому фоні відповідні прирости були +7,9 %, +7,3 %, +16,8 % і +1,9 %, тобто листові підживлення найбільше впливали на масу зерна з рослини, де очікувано поєднується приріст числа зерен із кращим наливом.

Окремі одноразові «вікна» підтверджують фізіологічну логіку: у фазу 3 листка прирости скромніші, ніж у бутонізацію, наприклад без інокуляції у фазу 3 листка бобів було +0,50 (+4,5 %), зерен +0,63 (+5,7 %), маси з рослини +0,14 г (+5,8 %), тоді як у бутонізацію відповідно +0,91 (+8,2 %), +1,20 (+10,8 %) і +0,29 г (+12,0 %); на інокульованому фоні в бутонізацію маса з рослини зростала на +0,36 г (+11,0 %), що вказує на вищу віддачу підживлень у період закладки бобів і початку наливу.

Найвищі абсолютні значення досягнуті за поєднання інокуляції з двократним листовим живленням: 15,04 боба і 15,60 зерна на рослину, 3,82 г маси з рослини та 220,8 г МТЗ, що проти абсолютного контролю дорівнює +3,95 боба (+35,6 %), +4,46 зерна (+40,0 %), +1,41 г маси з рослини (+58,5 %) і +14,6 г МТЗ (+7,1 %). Співвідношення зерен до бобів засвідчує, що основний внесок у врожай формують додаткові боби та зерна, тоді як маса 1000 зерен зростає помірно: без інокуляції коефіцієнт зерен на біб підростав із ~1,00 до ~1,03, з інокуляцією тримався біля 1,04; це свідчить про переважний вплив технології на «чисельність» репродуктивних органів при стабільній крупності насіння.

Отже, інокуляція є базовим драйвером формування структури врожаю нуту, забезпечуючи двозначні прирости бобистості, зернистості та маси зерна з рослини, а позакореневі підживлення, особливо у фазу бутонізації та в двократній схемі, посилюють ефект через покращення наливу; максимальна результативність досягається саме за їх поєднання, причому найбільший відносний вигравш припадає на масу зерна з рослини, що узгоджується з підвищенням кількості зерен на рослину й помірним збільшенням МТЗ, тобто стратегія «інокуляція + дворазове мікроживлення» формує найпродуктивнішу конфігурацію елементів урожаю в умовах дослідів.

3.5. Врожайність нуту під впливом інокуляції насіння та позакоренових підживлень

Оцінювання врожайності є ключовим етапом перевірки дієвості інокуляції та листкового мікроживлення для нуту Степу, оскільки саме кінцевий збір зерна інтегрує ефекти, раніше зафіксовані на рівні густоти стояння, висоти рослин і площі листків, а також реалізує потенціал структури врожаю через число бобів, зерен і масу 1000 зерен; у вододефіцитні роки технології, що підтримують симбіотичну азотфіксацію й фотосинтетичну активність у «вікнах чутливості», зазвичай дають відчутний приріст продуктивності.

Таблиця 6

Формування врожайності нуту під дією інокуляції насіння та листкового підживлення, т/га

Обробка насіння інокулянтном (А)	Обробка посівів мікродобривами (В)	Врожайність зерна, т/га
Насіння не оброблене інокулянтном	без обробки	2,19
	ВВСН 13–14	2,35
	ВВСН 51–59	2,39
	двократна обробка	2,46
Насіння оброблене інокулянтном Ековітал	без обробки	2,74
	ВВСН 13–14	2,80
	ВВСН 51–59	2,87
	двократна обробка	2,95
НІР ₀₅ , т/га	фактор А	0,08
	фактор В	0,10
	взаємодія АВ	0,12

За результатами таблиці домінуючим фактором виступила інокуляція: середній рівень за фактором А підвищився з 2,35 т/га без інокуляції до 2,84 т/га з інокуляцією, тобто на 0,49 т/га, що істотно перевищує НІР₀₅ для фактора А (0,08 т/га) й підтверджує стабільний позитивний ефект на всіх режимах листкового підживлення; різниці «інокулянт Ековітал» проти «без інокулянта»

в межах однакових листкових схем становили +0,55 т/га для варіанта без обробок, +0,45 т/га у фазу 3 листка, +0,48 т/га у фазу бутонізації та +0,49 т/га за двократною обробки, і всі вони достовірні відносно $НІР_{05}=0,08$ т/га.

Фактор В також справив значущий основний вплив: перехід від відсутності підживлень до одноразової обробки у фазу 3 листка підвищував середню врожайність із 2,47 до 2,58 т/га (+0,11 т/га), що перевищує $НІР_{05}$ для фактора В (0,10 т/га), тоді як подальша інтенсифікація до обробки в бутонізацію та до двократною схеми демонструвала тренд до зростання до $\approx 2,63$ і $\approx 2,70$ т/га відповідно, але прирости між сусідніми щаблями були нижчими за 0,10 т/га і, отже, статистично не відрізнялися на рівні 5 %.

У середині кожного інокуляційного фону реакція на листкові підживлення була подібною: без інокуляції урожайність зростала від 2,19 т/га без обробки до 2,35 т/га у фазу 3 листка (+0,16 т/га, $> НІР_{05}В$), далі до 2,39 т/га у бутонізацію (+0,04 т/га, неістотно) і до 2,46 т/га за двократною схеми (+0,07 т/га, неістотно); на інокульованому фоні від 2,74 т/га без обробки підвищення до 2,80 т/га у фазу 3 листка становило +0,06 т/га, до 2,87 т/га в бутонізацію +0,07 т/га, а до 2,95 т/га за двох обробок +0,08 т/га, тобто покращення було послідовним, але в межах статистичної похибки для фактора В.

Перевірка взаємодії АВ показала відсутність виразної синергії: різниця приростів від двократною схеми порівняно з відсутністю листкових обробок становила +0,27 т/га на неінокульованому фоні та +0,21 т/га на інокульованому, а їх розходження 0,06 т/га менше за $НІР_{05}$ взаємодії 0,12 т/га, що вказує на адитивний, а не взаємопідсилювальний характер дії факторів. У підсумку найвищий показник отримано за поєднання інокуляції з двократним мікроживленням – 2,95 т/га, що перевищує абсолютний контроль без інокуляції й без підживлень на 0,76 т/га або +34,7 %, тоді як внесок лише інокуляції без листкових обробок становив +0,55 т/га (+25,1 %), а внесок лише інтенсифікації листкового живлення без інокуляції від «0» до двох обробок – +0,27 т/га (+12,3 %); отже, інокуляція є базовим драйвером підвищення врожайності нуту, а листкові підживлення забезпечують додатковий, хоч і

помірний, приріст, причому статистично гарантований ефект спостерігається вже від одноразової обробки у фазу 3 листка, а подальше нарощування до обробки в бутонізацію та двох обробок формує стабільний позитивний тренд без достовірної переваги між цими щаблями на рівні 5 %.

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ НУТУ

Економічна оцінка технологічних рішень у нуті є критичною для господарств степової зони, де водний стрес і цінова волатильність диктують необхідність максимізувати віддачу кожної витраченої гривні.

У подальшому використовуються такі визначення понять: валова вартість продукції – це грошовий еквівалент урожаю за фіксованою ціною реалізації, тобто врожайність $\times 27\,000$ грн \cdot т $^{-1}$; виробничі витрати – сукупні прямі затрати на вирощування й збирання на 1 га за кожним технологічним варіантом; собівартість 1 тонни зерна – частка витрат у розрахунку на одиницю продукції, тобто витрати \div урожайність; умовно чистий прибуток – різниця між валовою вартістю та виробничими витратами; рівень рентабельності – відношення прибутку до витрат, помножене на 100 %, що відображає дохідність вкладень.

Інокуляція насіння – це передпосівне заселення насіння специфічними штамми *Mesorhizobium* для активації симбіотичної азотфіксації, а листкове підживлення – кероване внесення мікроелементів по вегетації у ключові фази розвитку з метою підтримати фотосинтез, генеративні процеси та нодуляцію.

На контрольному варіанті без інокуляції й без підживлення врожайність склала 2,19 т \cdot га $^{-1}$, валова виручка – 59 130 грн \cdot га $^{-1}$, витрати – 14 226,4 грн \cdot га $^{-1}$, собівартість – 6 496 грн \cdot т $^{-1}$, прибуток – 44 903,6 грн \cdot га $^{-1}$ і рентабельність – 315,6 %. Додавання одноразового листкового підживлення у фазу 3 листка без інокуляції підняло врожай до 2,35 т \cdot га $^{-1}$ (+7,3 % до контролю), виручку до 63 450 грн \cdot га $^{-1}$, при витратах 14 919,4 грн \cdot га $^{-1}$ собівартість знизилась до 6 349 грн \cdot т $^{-1}$ (-2,3 %), прибуток зріс до 48 530,6 грн \cdot га $^{-1}$, рентабельність – до 325,3 %.

Перенесення одноразової обробки на фазу бутонізації без інокуляції дало 2,39 т \cdot га $^{-1}$ (+9,1 %), 64 530 грн \cdot га $^{-1}$ виручки, 15 217,4 грн \cdot га $^{-1}$ витрат, 6 370 грн \cdot т $^{-1}$ собівартості, 49 312,6 грн \cdot га $^{-1}$ прибутку і 324,1 % рентабельності,

тобто економічний ефект близький до варіанта «3 листок». Двократне підживлення без інокуляції забезпечило 2,46 т·га⁻¹ (+12,3 %), 66 420 грн·га⁻¹ виручки, 15 632,2 грн·га⁻¹ витрат, 6 354 грн·т⁻¹ собівартості, 50 787,8 грн·га⁻¹ прибутку та 324,9 % рентабельності, що є найкращим серед «без інокуляції» за абсолютним прибутком, але не за відсотковою дохідністю.

Таблиця 8

Залежність економічних показників вирощування нуту від застосування агротехнічних заходів, %

Обробка насіння інокулянтном (А)	Обробка посівів мікродобривами (В)	Врожайність, т/га	Валова вартість продукції, грн/га	Виробничі витрати, грн/га	Собівартість 1 тони зерна	Умовно чистий прибуток, грн/га	Рівень рентабельності, %
Насіння не оброблене інокулянтном	без обробки	2,19	59 130	14 226,4	6 496	44 903,6	315,6
	ВВСН 13	2,35	63 450	14 919,4	6 349	48 530,6	325,3
	ВВСН 51–59	2,39	64 530	15 217,4	6 370	49 312,6	324,1
	двократна обробка	2,46	66 420	15 632,2	6 354	50 787,8	324,9
Насіння оброблене інокулянтном Ековітал	без обробки	2,74	73 980	14 926,4	5 446	59 053,6	395,7
	ВВСН 13	2,80	75 600	14 219,4	5 078	61 380,6	431,6
	ВВСН 51–59	2,87	77 490	15 517,4	5 407	61 972,6	399,4
	двократна обробка	2,95	79 650	15 832,4	5 367	63 817,6	403,1

Власне інокуляція «Ековітал» без додаткових листових обробок дала різкий економічний зсув: 2,74 т·га⁻¹ (+25,1 % до контролю), 73 980 грн·га⁻¹ виручки, витрати 14 926,4 грн·га⁻¹, собівартість 5 446 грн·т⁻¹ (-16,2 %), прибуток 59 053,6 грн·га⁻¹ і рентабельність 395,7 % (+80,1 в.п.).

Поєднання інокуляції з одноразовим позакореневим підживленням у фазу 3 листка сформувало 2,80 т·га⁻¹, 75 600 грн·га⁻¹ виручки при найнижчих витратах у групі 14 219,4 грн·га⁻¹, що зумовило мінімальну собівартість 5 078 грн·т⁻¹ (-21,8 % до контролю), найвищу рентабельність 431,6 % і прибуток 61 380,6 грн·га⁻¹; це свідчить про винятково вигідне поєднання приросту врожайності з ощадною витратною частиною. За інокуляції з обробкою у фазу бутонізації отримано 2,87 т·га⁻¹, 77 490 грн·га⁻¹ виручки, 15 517,4 грн·га⁻¹ витрат, 5 407 грн·т⁻¹ собівартості, 61 972,6 грн·га⁻¹ прибутку і 399,4 %

рентабельності – трохи нижче за відсотковою дохідністю, зате вищий абсолютний прибуток, ніж у варіанті «3 листка».

Максимальний біологічний та фінансовий результат досягнуто при інокуляції з двократним підживленням: $2,95 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$ (+34,7 % до абсолютного контролю), $79\,650 \text{ грн} \cdot \text{га}^{-1}$ виручки, $15\,832,4 \text{ грн} \cdot \text{га}^{-1}$ витрат, $5\,367 \text{ грн} \cdot \text{т}^{-1}$ собівартості, $63\,817,6 \text{ грн} \cdot \text{га}^{-1}$ прибутку та 403,1 % рентабельності; порівняно з контролем прибуток зріс на $18\,914 \text{ грн} \cdot \text{га}^{-1}$ (+42,1 %), а собівартість зменшилась на $1\,129 \text{ грн} \cdot \text{т}^{-1}$.

Отже, інокуляція як базовий прийом радикально покращує економіку виробництва завдяки одночасному зростанню урожайності й зниженню собівартості, тоді як листкове підживлення модулює результат: одноразова обробка у фазу 3 листка за інокуляції є лідером за рентабельністю завдяки найнижчим витратам, а двократна – лідер за абсолютним прибутком і валовою виручкою; у межах технологій без інокуляції двократне підживлення дає найбільший прибуток, але все одно поступається будь-якому інокульованому варіанту. Практичний висновок очевидний: за обмеженого бюджету доцільно обрати інокуляцію + одноразове підживлення у фазу 3 листка як варіант з мінімальною собівартістю та максимальною віддачею на вкладений капітал, а для задач максимізації валового прибутку в сприятливих умовах – інокуляцію з двома обробками, що забезпечує найвищий грошовий вихід з гектара при збереженні низької собівартості.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Дослідження стану охорони праці в фермерському господарстві

Система управління охороною праці на підприємстві побудована відповідно до чинного законодавства України: Конституції України, Кодексу законів про працю, Закону України «Про охорону праці», підзаконних нормативно-правових актів і внутрішніх положень підприємства.

Загальну відповідальність за безпеку праці несе директор товариства, який забезпечує функціонування політики ОП, затверджує інструкції, порядки навчання, проводить періодичні наради з безпеки та створює умови для роботи служби/уповноваженої особи з охорони праці.

На підприємстві призначено відповідального за ОП (за сумісництвом – агроном/технічний фахівець), який організовує і проводить вступний інструктаж, координує первинний, повторний, позаплановий та цільовий інструктажі безпосередньо на робочих місцях, веде журнали реєстрації, контролює наявність і справність засобів індивідуального захисту, перевіряє стан виробничого обладнання та місць виконання робіт. Новоприйняті працівники допускаються до робіт тільки після навчання та перевірки знань з охорони праці, пожежної безпеки і безпечного поводження з хімічними препаратами; допуск фіксується наказом і записом у журналі.

На постійній основі здійснюються: ідентифікація небезпек (робота з пестицидами, рухомі частини техніки, підвищена температура/пил), оцінка ризиків, впровадження заходів контролю (огороження, попереджувальна розмітка, знаки, регламент ТО-ремонт), забезпечення аптечками, засобами пожежогасіння, засобами для екстреної деконтамінації (вода, сорбенти).

Для хімічно небезпечних робіт (змішування/заправка/внесення пестицидів) діє наряд-допуск і порядок повідомлення про позаштатні ситуації.

5.2. Аналіз виробничого травматизму в фермерському господарстві

Кадрова чисельність у 2024–2025 рр. була сталою – 12 працівників. За даними внутрішньої звітності зафіксовано один нещасний випадок у 2024 році з втратою працездатності; у 2025 році випадків не було (табл. 12). На підставі первинних документів підприємства розраховано узагальнені показники за 2024 р.: коефіцієнт частоти становив 83,3 (випадків на 1000 працюючих), коефіцієнт тяжкості – 19 людино-днів на один випадок, коефіцієнт втрати робочого часу – 352 (людино-днів/1000 працюючих). Така картина характерна для одиничної події при невеликій чисельності штату: навіть один випадок суттєво «навантажує» частотний показник.

Профілактичні висновки: актуальним є посилення нагляду за виконанням інструкцій на сезонно-небезпечних роботах (наладка/обслуговування машин, робота з хімічними речовинами), повторні тренування з безпечних прийомів праці перед піковими навантаженнями, цільові інструктажі на полі та щоденний «стоп-мітинг» із визначенням ризиків зміни (погода, стан техніки, людський фактор). Рекомендовано також впровадити облік «небезпечних дій/подій без наслідків» з подальшим розбором причин і коригувальними діями.

Коефіцієнт частоти травматизму:

$$K_{\text{чт}} = \frac{T}{P} \times 1000 = \frac{1}{12} \times 1000 = 83,3$$

де T – кількість нещасних випадків;

P – кількість працівників;

1000 – перерахування на 1000 працівників.

Коефіцієнт важкості травматизму:

$$K_{\text{вт}} = \frac{D}{T} = \frac{12}{1} = 12$$

де D – кількість непрацездатних днів.

Коефіцієнт втрати робочого часу:

$$K_{\text{вт}} = \frac{D}{P} \times 1000 = \frac{12}{22} \times 1000 = 349$$

Таблиця 9

Аналіз нещасних випадків та виробничого травматизму в господарстві

Показники травматизму	2024 рік	2025 рік
Кількість працюючих людей	12	12
Кількість нещасних випадків	1	–
Кількість днів непрацездатності, діб		–
- від травматизму	11	–
- від захворювання		–
Втрати, тис. грн:		–
- від травматизму	28,3	–
- від захворювання		–
Коефіцієнт травматизму	82,2	–
Коефіцієнт важкості травматизму	19	–
Коефіцієнт втрати робочого часу	349	–

5.3. Вимоги безпеки під використання гербіцидів, фунгіцидів та пестицидів

Засоби захисту рослин застосовують виключно за етикеткою та чинними нормами, після попереднього інструктажу й медогляду персоналу. Перед роботою вивчають паспорт безпеки (SDS), знаки небезпеки GHS, клас токсичності й екотоксичності, визначають буферні зони, термін заборони входу на поле (REI) та строк очікування до збирання (ПХІ). План робіт включає перелік ділянок і культур, шкідливий організм і поріг шкодочинності, погодні «вікна», препарати з нормами, тип форсунок, норму виливу, швидкість руху агрегату, маршрути підвозу води, а також аварійний комплект з сорбентом, мийним розчином, ємністю для збору розливів і аптечкою. Обприскувач перед виїздом оглядають і калібрують чистою водою; усі відхилення від регламентів заборонені.

Індивідуальний захист є обов'язковим і безальтернативним: фільтрувальний респіратор класу не нижче FFP2/A1P2 для аерозолів і парів,

захисні окуляри або щиток, хімістійкий комбінезон чи фартух, нітрилові рукавиці не тонші 0,4 мм, герметичні чоботи. Волосся та шкіра мають бути закриті, прикраси зняті. ЗІЗ одягають до входу в зону робіт і знімають лише у відведеному місці після санітарної обробки рук. Під час виконання робіт заборонено їсти, пити та палити; після зміни обов'язкове миття рук і обличчя з милом, бажано душ, спецодяг перуть окремо.

Зберігання і транспортування організовують у вентильованому складі з непроникною підлогою та піддоном-лотком, із журналом обліку, термометром і гігрометром. Тара має бути маркована й герметична, відокремлена від продуктів, кормів, насіння, добрив і пального. Перевезення здійснюють у закритому кузові з фіксацією тари, у супроводі документів та SDS; людей у відсіку з препаратами не перевозять. На полі й біля складу дотримуються водоохоронного режиму – ніяких операцій з ЗЗР біля колодязів, стоків, канав, водойм.

Робочі розчини готують на твердому майданчику з бортиком і збором стоків у герметичну ємність, за чистої води з корекцією жорсткості та рН за потреби. Послідовність змішування незмінна: вода до $\frac{2}{3}$ бака \rightarrow кондиціонер води або ПАВ \rightarrow WDG/DF \rightarrow SC/SE/EC \rightarrow масляні ад'юванти \rightarrow доведення водою до норми. Перед змішуванням виконують «баночний тест» на сумісність. Заборонено переливати ротом, змішувати несумісні препарати, відхилятися від рекомендованої послідовності та працювати з невідомими залишками. Будь-який стійкий осад або піноутворення – сигнал зупинити роботу й утилізувати партію як небезпечні відходи.

Вихід у поле дозволений лише за придатних метеоумов: сталий вітер $\leq 3-4$ м/с без шквалів і температурної інверсії, відсутність туману й опадів, температура орієнтовно 12–25 °С, відносна вологість ≥ 55 %. Вибір форсунок зі зниженим дрейфом, нижчий робочий тиск, більший розмір краплі, висота штанги 40–50 см над ціллю та помірна швидкість агрегату суттєво зменшують знесення. Обприскування проводять у ранкові або вечірні години, з урахуванням «дощестійкості» препарату. Поле маркують табличками із

назвою препарату, датою та часом обробки, REI і ПХІ; до завершення REI вхід заборонений, а у випадку невідкладних робіт – дозволений лише у додаткових ЗІЗ.

Охорона довкілля передбачає встановлення буферних смуг біля водойм, зрошувальних каналів, пасік, житлової забудови та місць відпочинку згідно з етикеткою і місцевими правилами. Обприскування під час льоту бджіл не допускається, медоносні бур'яни на кромках попередньо скошують, пасічників повідомляють завчасно. Заборонено промивати бак, інвентар і тару на полі, у канавах і водоймах; промивні стоки збирають і утилізують у спеціально відведеній зоні.

Очищення техніки виконують трьома промиваннями: злив робочого розчину, промивка чистою водою 10–15 % об'єму з прокачуванням системи, мийний розчин за інструкцією, повторна промивка чистою водою. Форсунки й фільтри демонтують і промивають у рукавицях, уникаючи розбрикування. Порожню тару потрійно ополіскують, промивні води додають у бак і вносять по полю; знешкоджену тару та прострочені препарати передають ліцензованому оператору відходів. Самовільне спалювання або захоронення заборонені.

Аварійні ситуації потребують негайної локалізації: зону відмежовують, надягають ЗІЗ, розлив засипають сорбентом, забруднений шар ґрунту 3–5 см знімають і герметично пакують для утилізації. На шкірі препарат змивають водою з милом 10–15 хв, з очей промивають чистою водою не менше 15 хв і знімають лінзи; при інгаляції постраждалого виводять на свіже повітря, при ковтанні блювання не викликають, дають воду та негайно звертаються по медичну допомогу, передаючи лікарю етикетку або SDS. Кожен інцидент фіксують у журналі надзвичайних ситуацій.

Внутрішній контроль включає ведення журналів обліку ЗЗР, інструктажів, видачі ЗІЗ, калібрування обприскувачів, обліку обробок, утилізації тари й відходів, а також щосезонний аудит складу, техніки й документації з оформленням коригувальних дій і строків. Підрядники

допускаються лише за наявності підтверджених допусків, ЗІЗ і підписаного акту-допуску; сторонніх осіб до складу й зони робіт не допускають.

З огляду на специфіку Північного Степу головними ризиками є дрейф і високе випаровування за вітряної та жаркої погоди, жорстка й лужна вода та пилові бурі. Це вимагає переваги вечірніх або нічних обробок, використання крупнокраплинного спектра, зниженого тиску, контролю рН і жорсткості води, а також негайного припинення робіт за поривів вітру чи пилових явищ. Абсолютні заборони охоплюють роботу без ЗІЗ, перевищення доз, змішування несумісних препаратів, обприскування за вітру понад ліміт етикетки, під час інверсії чи опадів, злив залишків у ґрунт або каналізацію, спільне зберігання ЗЗР із продуктами, насінням, кормами, паливом і допуск до робіт неатестованих або неповнолітніх осіб. Усі числові параметри, зазначені вище, є мінімальними орієнтирами і не замінюють вимог етикетки конкретного препарату – у разі розбіжностей пріоритет має інструкція виробника та локальні регламенти.

Роботи з пестицидами відносяться до підвищеної небезпеки та виконуються лише навченим і медично придатним персоналом. Допуск включає: попередній і періодичні медогляди; навчання/перевірку знань з ОП і хімічної безпеки; цільовий інструктаж перед початком сезону; ознайомлення з паспортами безпеки речовин (MSDS) та інструкціями виробника. ЗІЗ підбирають за класом небезпеки препарату та видом робіт: герметичний комбінезон (тип 5/6), хімістійкі рукавички (нітрил/неопрен), захисне взуття, окуляри/щиток, фільтруючий респіратор з відповідними картриджами (тип А/Р3 або комбіновані) чи ізолюючі засоби для високотоксичних сполук.

Змішування/приготування розчинів. Проводиться на спеціальному майданчику з твердим покриттям і локальним утриманням проливів (бортики/лотки), з доступом до чистої води, сорбентів та комплектів ліквідації аварійних розливів. Використовують вимірювальний посуд, що не застосовується для харчових цілей, дотримуються порядку змішування (вода → препарат), заборонено переливання «з висоти» та роботу проти вітру.

Обов'язкова перевірка тари, шлангів і з'єднань на герметичність; за можливості – закриті системи перекачування (closed transfer).

Заправка обприскувачів. Перед заправкою – огляд техніки, перевірка клапанів і манометрів, справність фільтрів, калібрування норми виливу та швидкості. Заправка – на спеціалізованому майданчику з унеможливленням стоку в ґрунт і водні об'єкти. Заборонено використовувати цю зону для інших потреб. Залишки робочих розчинів – тільки в межах норми на поле; надлишки та порожню тару – за процедурою утилізації.

Внесення. Роботи виконують за стабільної погоди: швидкість вітру $\leq 3-4$ м/с, відсутність опадів/туманів, дотримання буферних зон до житлових територій, пасовищ, водних об'єктів. Використовують форсунки, що зменшують знесення, підтримують тиск у рекомендованому діапазоні, рух техніки – з сталою швидкістю. Обов'язково – попереджувальні знаки на межах поля та дотримання інтервалів безпечного входу (re-entry interval) і строків очікування до збирання. Після робіт – промивання системи за регламентом, збирання і нейтралізація промивних вод у дозволений спосіб.

Аварійні дії й перша допомога. На майданчику – інструкції дій при розливі/отруєнні, телефони екстрених служб, аптечка, засоби промивання очей. За підозри на інтоксикацію (головний біль, запаморочення, нудота, подразнення очей/шкіри, утруднене дихання) – негайно припинити роботи, вивести постраждалого на свіже повітря, зняти забруднений одяг, промити відкриті ділянки, викликати медичну допомогу й надати паспорт безпеки речовини. Ведеться журнал обліку застосування ЗЗР, інструктажів, оглядів техніки та випадків відхилень (near-miss).

5.4. Заходи з підвищення рівня безпеки праці на підприємстві

Удосконалити Положення про управління ризиками (ідентифікація небезпек, оцінка ризику до/після контролів, реєстр заходів), запровадити щосезонний аудит робочих місць. Встановити закриту систему заправки пестицидів та постійний майданчик для змішування/заправки з утриманням

проливів і набором для ліквідації розливів; укласти договір на ліцензовану утилізацію тари/відходів.

Забезпечити персонал стандартом ЗІЗ для хімічних робіт (комплекти за розмірами, запасні фільтри), упровадити контроль їх видачі/заміни; організувати кімнату гігієни (душ, пральня для робочого одягу).

Проводити цільові навчання перед піковими операціями (посів, внесення ЗЗР, збирання), відпрацювання аварійних сценаріїв (розлив, отруєння, пожежа) з фіксацією результатів і коригувальними діями.

Оснастити самохідну техніку кондиціонованими кабінами з фільтрацією повітря; для ручних робіт – дозатори, мірний інвентар, переносні очні фонтанчики, тенти/тінь і питний режим для профілактики теплового стресу.

Впровадити облік небезпечних дій і подій без наслідків (near-miss) з щомісячним розбором причин; за результатами – оновлювати інструкції та маршрути безпечного руху техніки.

Розширити інтегровану систему захисту рослин (ІРМ): агротехнічні прийоми, біопрепарати, моніторинг шкідників і мікроклімату поля (анемометр, датчик вологості листка) – для зменшення потреби в хімічних обробках і пов'язаних ризиків.

Запропонований комплекс організаційних, технічних і санітарно-гігієнічних рішень забезпечує стале зниження виробничих ризиків, підвищує готовність персоналу до дій у небезпечних ситуаціях і зменшує економічні втрати, пов'язані з травматизмом і простоєм техніки.

ВИСНОВКИ

Агроклімат сезону 2025 р. у Кам'янському районі був термічно сприятливим, але гідрологічно дефіцитним: у квітні–вересні температура перевищувала норму на 1,0 °С, сума опадів зменшена на 35 %, гідротермічний коефіцієнт 0,38 проти багаторічного 0,62. Такі умови формують стійкий водний стрес у критичні фази бутонізації–цвітіння–наливу та зумовлюють необхідність ранньої сівби у фізично стиглий ґрунт, вологозберігаючих прийомів і мінімізації технологічного ущільнення.

Інокуляція насіння *Mesorhizobium ciceri* є базовим драйвером продукційного процесу нуту в умовах Степу. Порівняно з неінокульованими варіантами підвищено польову схожість на 14 %, кінцеву густоту стояння на 28 % і збереженість на 12 в. п.; рослини були вищими на 8–11 %, а висота прикріплення нижнього боба зростала на 13–18 %, що зменшує втрати при прямому комбайнуванні. Листкова поверхня на піку формування бобів збільшувалась на 50–55 %, а в період дозрівання зберігала більшу активну частку, забезпечуючи кращу виповненість насіння.

Позакореневі підживлення мікроелементами мають додатковий, переважно адитивний ефект і найсильніше «страхують» посіви без інокуляції. Двократна схема підвищувала кінцеву густоту без інокуляції на 13 %, збереженість на 9 в. п., висоту рослин на 5 % та піднімала нижній біб на 7 %. Найефективнішим «вікном» виявилася бутонізація, тоді як обробка у фазі 3 листків забезпечує базове підсилення старту; оптимальною з погляду надійності є комбінація інокуляції з двома обробками.

Урожайність формувалась під визначальним впливом інокуляції: середній приріст за фактором А становив +0,49 т/га (2,35 → 2,84 т/га), що істотно перевищує $НІР_{05}=0,08$ т/га. Фактор листкового підживлення забезпечив достовірний приріст при одноразовій обробці у фазі 3 листків (+0,11 т/га за $НІР_{05}=0,10$ т/га) і позитивний тренд до двократної схеми. Взаємодія А×В статистично незначуща ($НІР_{05}(AB)=0,12$ т/га), тобто дія

факторів адитивна. Максимум 2,95 т/га отримано за інокуляції з двома обробками, що на +0,76 т/га (+34,7 %) вище абсолютного контролю.

Структура врожаю покращувалась насамперед через зростання «чисельності» репродуктивних органів. Інокуляція підвищила кількість бобів на рослину на 21–26 %, зерен – на 22–31 %, масу зерна з рослини – на 34–38 %, тоді як маса 1000 зерен зростала помірно на 4–5 %. Позакореневі підживлення найбільше впливали на масу зерна з рослини (+15–17 % за двократної схеми) завдяки кращому наливу у фазі бутонізації; комбінація інокуляції з двома обробками забезпечила максимуми: 15,04 боба, 15,60 зерна, 3,82 г зерна з рослини та МТЗ = 220,8 г.

Економічна ефективність технологій однозначно найвища за інокуляції. За ціни 27 000 грн/т інокуляція без листових обробок зменшила собівартість із 6 496 до 5 446 грн/т (–16,2 %), підвищила прибуток до 59 053,6 грн/га та рентабельність до 395,7 %. Інокуляція + 1 обробка у фазі 3 листків забезпечила мінімальну собівартість 5 078 грн/т і максимальну рентабельність 431,6 %, а інокуляція + двократні обробки дала найбільшу виручку 79 650 грн/га і прибуток 63 817,6 грн/га при рентабельності 403,1 %.

Практична рекомендація для карбонатних чорноземів Північного Степу така: «ядро» технології має включати ранню сівбу у фізично стиглий ґрунт, інокуляцію життєздатними штамами *Mesorhizobium* з дотриманням сумісності протруйників, підтримку листовим мікроживленням у ВВСН 21–25 та 51–61, контроль рН бакової суміші 5,5–6,5 і витрати робочої рідини 200–250 л/га, а також вологозбереження через мульчу стерні та обмеження колій. За обмеженого бюджету оптимально обрати інокуляцію + одноразову обробку у фазі 3 листків – мінімальна собівартість і максимальна віддача на вкладений капітал; за цілі максимальної валової виручки – інокуляція + дві обробки. Сорт Маестро типу kabuli з підвищеною висотою нижнього боба є технологічно придатним для такої схеми та мінімізує втрати під час збирання.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для досягнення врожайності нуту на рівні 2,95 т/га та рентабельності не менше 166,7% в умовах степової зони України на чорноземних ґрунтах рекомендується передпосівне оброблення насіння інокулянтom Ековітал у дозі 1,5 кг/т із прилипачем Біоліпостим у кількості 0,4 л/т. Крім того, доцільно здійснити двократне позакореневе підживлення посівів нуту мікродобривами: Авангард Бобові (1,5 л/га) та Авангард Гроу (0,5 л/га) у фазу 3 листків та фазу бутонізації, спільно з прилипачем Біоліпостим у кількості 0,3 л/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Адаменко Т. Зміна агрокліматичних умов та їх вплив на зернові господарства. Агроном. 2006. № 3. С. 12–15.
2. Алексеев О. О. Вплив екологічних факторів на розвиток і продуктивність бобово-ризобіального симбіозу. Сільське господарство та лісівництво. Екологія та охорона навколишнього середовища. 2016. №4. С. 187–196.
3. Бабич Н.Н. Бактеризация – прием повышения производства белка. Зерновые культуры. 1997. №3. С. 19–20.
4. Барзо І.Т. Продуктивність нуту залежно від технології вирощування в Правобережному Лісостепу України: автореф. на здобуття ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.09 «Рослинництво» К., 2013. С. 21.
5. Биологическая фиксация азота: бобово–ризобийный симбиоз. С.Я. Коць, В.В. Моргун, В.Ф. Патики и др.. К.: Логос. 2010. Т. 1. 608 с.
6. Біологічний азот. Патики В.П., Коць С.Я., Волкогон В.В. [та ін.]. Київ: Світ. 2003. 424 с. 62. Коць С.Я. Особенности взаимодействия растений и азотфиксирующих микроорганизмов. [Коць С.Я., Береговенко С.К., Кириченко Н.В., Мельникова Н.Н.]. К.: Наук. Думка. 2007. 314 с.
7. Бутинська Г.О., Антипчук А.Ф., Валагурова О.В. [та ін.] Мікробні препарати в рослинництві – важливий фактор біологізації землеробства. Оптимізація структури агроландшафтів і раціональне використання ґрунтових ресурсів: конф. ін-ту агроєкології УААН: тез. доп. К. 2002. С. 20–24.
8. Бушулян О. Особливості вирощування нуту за безгербіцидної технології. Пропозиція. 2017. № 5. С. 78–83. 144
9. Бушулян О.В., Січкач В.І., Бабаянц О.В. Інтегрована система захисту нуту від бур'янів, шкідників і хвороб. Методичні рекомендації. Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення (СГІ-НЦНС). 2012 р. С. 1–25.

10. Векірчик К.М. Стан і перспективи досліджень впливу обробки насіння БАР та інокуляції ризобіями на азотфіксацію, ріст, розвиток і продуктивність квасолі звичайної та сої культурної в умовах Тернопільської області. Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліть. К., 2001. С. 231–236.
11. Воробей Н.А. Ефективність симбіотичних систем люцерни за інокуляції Tn5 – мутантами *Sinorhizobium Meliloti*. Физиология и биохимия культурных растений. 2007. Т. 39. № 2. С. 105–113.
12. Гамаюнова В.В., Томницький А.В. Баланс основних елементів живлення у ґрунті залежно від внесення мінеральних добрив під нут. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2013. Вип. 1. С. 103–110.
13. Гандзюк М. П. Основи охорони праці : Підручник. 2-е вид. / Гандзюк М.П., Желібо Є. П., Халімовський М. О. –К. : Каравела, 2004. – 408 с.
14. Гирка А.Д., Бочевар О.В., Сидоренко Ю.Я. Врожайність зерна нуту залежно від агротехнічних заходів вирощування в умовах північного Степу України. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України. 2013. № 4. С. 53–57.
15. Гончар Л.М., Щербакова О.М. Польова схожість і виживаність рослин нуту за передпосівної обробки насіння. Вісник ЖНАЕУ. Рослинництво, селекція та кормовиробництво. №2 (50). т.1. 2015. С. 203-207.
16. Горобчук А. Великі перспективи бобових культур. Агробізнес сьогодні. №11. 2017. С. 24-29.
17. Горобчук А. Великі перспективи бобових культур. Агробізнес сьогодні. №11. 2017. С. 24–29. 155. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В., Колісник С.І., Воронецька І.С., Кобак С.Я. Обґрунтування інтенсифікації виробництва зернобобових культур в Україні. Web of Scholar. 6 (24), Vol.4. 2018. С. 22–29.
18. Господаренко Г.М., Прокопчук В.І., Прокопчук С.В. Симбіотична азотфіксувальна здатність нуту та продуктивність культури за різного удобрення. Сільськогосподарська мікробіологія. 2017. Вип. 25. С. 25–30.

19. Дідович С.В. Ефективність симбіотичної азотфіксації в агроценозах України. Сільськогосподарська мікробіологія: міжвід. темат. наук. зб. Чернігів. 2008. Вип. 8. С. 117–125.
20. Єщенко В.О., Копитко П. Г., Костогриз П. В.; Опришко В. П. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник. Вінниця: Едельвейс і К, 2014. 332 с.
21. Каленська С., Охота А. Нут лучше сои: агротехника вирощування. Пропозиція. №12. 2013. С. 12.
22. Каленська С.М. Щербакова О.М., Гончар Л.М. Асиміляційна діяльність посівів нуту залежно від сортових особливостей та передпосівної обробки насіння. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агрономія і біологія. 2014. Вип. 9. С. 110–113.
23. Каленська С.М., Новицька Н.В. Формування врожаю нуту під впливом елементів технології вирощування. Сільське господарство. Рослинництво. ВІСНИК Полтавської державної аграрної академії. № 2. 2012. С. 21–25
24. Кернасюк Ю. Перспективний нут: Технологія вирощування нуту в Україні. Агробізнес сьогодні. №14. 2018. С. 33–41.
25. Когут І.М., М.М. Жук. Вплив попередників на якість товарного зерна озимої пшениці. Таврійський науковий вісник: зб. наук. пр. Херсон. 2009. Вип.67. С.30–36. 120. Протопіш І.Г. Ефективність вирощування пшениці озимої в залежності від попередника в умовах Лісостепу правобережного. Техника и технология. Научные предложения. Сопот: 27-28.02. 2015. С. 8–12
26. Курдиш І.К. Інтродукція мікроорганізмів у агроєкосистеми. К.: Наукова думка. 2010. 255 с. 64. Вавилов П.П., Посыпанов Г.С. Бобовые культуры и проблемы растительного белка. М.: Россельхозиздат. 2007. 256 с.
27. Лавренко Н.М. Ефективність використання води посівами нуту залежно від технологічних прийомів його вирощування за різних умов

- зволоження. Корми і кормовиробництво. м. Вінниця. 2014. Вип 79. С. 190–195.
28. Лихочвор В.В., Пушак В.І. Вплив мінеральних добрив на урожайність нуту в умовах Лісостепу Західного. Інноваційні технології в рослинництві. Наукова інтернет-конференція (15 травня 2018 р.). м. Вінниця. С. 100-102.
 29. Лихочвор В.В., Пушак В.І. Вплив норм висіву та інтенсифікації технології на формування урожайності сортів нуту. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2018. Вип. 1. С. 133–141.
 30. Лихочвор В.В., Пушак В.І. Урожайність нуту залежно від елементів інтенсифікації технології вирощування. «НАУКОВІ ГОРИЗОНТИ», «SCIENTIFIC HORIZONS» № 2 (65), 2018 р. С. 11–16.
 31. Любич В.В. Баланс основних елементів живлення в ґрунті за різних доз і строків внесення добрив під тритикале яре. Агрохімія і ґрунтознавство. Харків, 2011. № 74. С. 107–109.
 32. Марков І. Як отримати високий урожай нуту. Агробізнес сьогодні. №16. 2019. С.12–19.
 33. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика. [В.В. Волкогон, О.В. Надкернична, Т.М. Ковалевська та ін.]. К.: Аграрна наука. 2006. 302 с.
 34. Мойсієнко В.В. Наукове обґрунтування шляхів підвищення продуктивності нуту (*Cicer arietinum* L.) в Україні. Вісник ЖНАЕУ. 2017. № 2 (61). т. 1. С. 3–11.
 35. Москалець В.В., Шинкаренко В.К., Москалець В.І. Вплив мікробних препаратів на інтенсивність фіксації атмосферного азоту. Агроекологічний журнал. 2006. № 3. С. 30–35.
 36. Науково-теоретичні засади та практичні аспекти формування еколого-безпечних технологій вирощування та переробки сорго в степовій зоні України : монографія. Херсон. 2017. 208 с.

37. Нестерець Д. Нут - клондайк українського агроринку. URL: <https://farmerscan.com/uk/news/39-chickpea-the-klondike-of-the-ukrainian-agromarket>.
38. Панцирева Г.В. Вплив елементів технології вирощування на індивідуальну продуктивність рослин люпину білого. Вісник ДДАЕУ. 2016. Вип. № 4 (42). С. 16–19.
39. Панцирева Г.В. Вплив елементів технології на функціонування асиміляційного апарату люпину білого. ЗНП ННЦ «Інститут землеробства НААН». 2018. Випуск 3. С. 55–61
40. Петриченко В.Ф., Камінський В.Ф., Патица В.П. Бобові культури і сталий розвиток агроєкосистем. Корми і кормовиробництво. 2003. Вип. 51. С. 3.
41. Петриченко В.Ф., Камінський В.Ф., Патица В.П. Бобові культури і сталий розвиток агроєкосистем. Міжвідомчий тематичний наук. зб. Корми і виробництво. Вінниця: Тезис. 2003. Вип. 51. С. 5–10. 116. Безуглий М.Д., Булгаков В.М., Гриник І.В., Безуглий М.Д. Науково-практичні підходи до використання соломи та рослинних решток. Вісник аграрної науки. 2010. №3. С. 5–8.
42. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В., Колісник С.І., Воронецька І.С., Кобак С.Я. Обґрунтування інтенсифікації виробництва зернобобових культур в Україні. Web of Scholar. 6 (24), Vol.4. 2018. С. 22–29.
43. Петрів І.М., Власенко В.М. Рекомендації з проведення веснянопольових робіт в агроформуваннях Одеської області у 2018 році. Селекційногенетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення. Одеса. 2018 р. С. 24–27.
44. Підпалій І.Ф., Липовий В.Г., Панцирева Г.В. Формування урожайності люпину білого залежно від технологічних прийомів вирощування. Аграрна економіка. м. Вінниця. 2015. Т 8. № 3-4. С. 83–87.
45. Пушак В.І. Продуктивність нуту залежно від рівня мінерального живлення в умовах Західного Лісостепу. Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН. 2018. С. 50–57.

46. Семцов А.В., Бабич О.А. Реакція рослин сої на інокуляцію та внесення різних доз мінеральних добрив в умовах центрального Лісостепу України. Вісн. аграр. науки. 2001. № 2. С. 71–72.
47. Січкач В.І. Роль зернобобових культур у вирішенні білкової проблеми в Україні. Міжвідомчий тематичний наук. зб. Корми і кормовиробництво. Вінниця: Друк ТОВ ПЦ «Енозіс», 2004. Вип. 53. С. 11–15.
48. Тимошкин О.А., Аленин П.Г., Зеленцов И.А. Перспективные сорта нута для условий лесостепи Среднего Поволжья. Нива Поволжья. 2014. № 2 (31). С. 45–50.
49. Тимошкин О.А., Аленин П.Г., Зеленцов И.А. Перспективные сорта нута для условий лесостепи Среднего Поволжья. Нива Поволжья. 2014. № 2 (31). С. 45–50.
50. Третьякова С.О. Польова схожість насіння і врожайність пшениці озимої за різних строків сівби та норм висіву. Зб.наук.пр. Уманського національного університету садівництва. Ч. 1. Агрономія. 2010. Вип. 74. С. 16–22.
51. Філоненко Т.А. Функціональна діагностика мінерального живлення рослин нуту за одностороннього внесення азотних добрив. Вісник ХНАУ. № 2. 2013. Агрохімія. С. 105–109.
52. Цагараева Э.А. Новые микроудобрения на семенных посевах клевера. Сборник научных трудов СОО АНВШ Р.Ф. Владикавказ. 2006. № 3. С. 165–167. 56. Karr D.B., Waters J.K., Suzuki F., Emerich D.W. Enzymes of the Poly-beta-Hydroxybutyrate and Citric Acid Cycles of *Rhizobium japonicum* Bacteroids. *Plant Physiol.* 1984 Aug. 75 (4). P. 1158–1162.
53. Чабаненко Д. Україна наростила площі під нутом до 36 тисяч гектарів. URL: <https://superagronom.com/news/6458-ukrayina-narostila-ploschid-nutom-do-36-tisyach-gektariv>.
54. Шевченко С.М. Система інноваційних методів контролювання забур'яненості в степовому землеробстві / Шевченко С.М., Шевченко О.М. *Инновационные подходы к развитию сельского хозяйства :*

- монографія / [авт.кол. : Винокуров І.Н., Горшкова Л.М., Шевченко С.М. і др.]. – Одеса: КУПРИЄНКО СВ, 2015 – 114 с.
55. Шевченко М. С., Деревенець-Шевченко К. А., Мицик О. О., Шевченко С. М., Козечко В. І., Пришедько Н. О. Обробіток чорного пару як фактор стабілізації врожайності зерна пшениці озимої в умовах північного степу України. *Аграрні інновації*, 2025. № 29. С. 207–212.
 56. Шевченко, М. С., Мицик, О. О., Шевченко, С. М., Деревенець-Шевченко, К. А., Пришедько, Н. О., Заверталюк, О. В. Фактори землеробства та регулювання ростової реакції сільськогосподарських рослин. *Вісник Уманського національного університету садівництва*, 2025. (1), 35-41.
 57. Шевченко, С. М., Шевченко, М. С., Деревенець-Шевченко, К. А., Шевченко, О. М., Заверталюк, О. В. Ефективність прийомів основного обробітку ґрунту та контролювання бур'янів при вирощуванні соняшника. *Український журнал природничих наук*, 2025. (11), 242-249.
 58. Щигорцова О.Л., Дідович С.В., Віденська Г.Я. Мікробіологічні препарати різної функціональної дії в агротехнологіях вирощування нуту. Південна дослідна станція інституту сільськогосподарської мікробіології НААН України. 2009.
 59. Direct selection for curing and deletion of Rhizobium plasmids using transposons carrying the Bacillus subtilis sacB gene. [Hynes M. F., Quandt J., O'Connell M. P., Pühler A.]. *Gene* 78. 1989. P.111–120.
 60. Finkel T., Holbrook J. Oxidants, oxidative stress and the biology of ageing. *Nature*. 2000. V. 480. P. 239–247. 25. Okon Y., Itzigsohn R., Burdman S., Hampel M. Advanced in agronomy and ecologi of the Azospirillum. *Nitrogen Fixation: Fundamentals and Applications*. 1995. P. 635–640.
 61. Khurana A.L. Influence of host, moisture and native rhizobial population on nodule occupancy in chickpea (*Cicer arietinum*). A.L. Khurana, P.K. Sharma, S.S. Dudeja. *Zentralbl. Mikrobiol.* 1991. V. 146. № 2. P. 137–141.

62. Krotzky A. Plant characteristics limiting associative N₂ fixation with two cultivars of sorghum mutants. A. Krotzky, R. Bergold, D. Werner. *Soil Biol. Biochem.* 1988. V. 20. P. 157–162.
63. Mazur V.A., Mazur K.V., Pansyryeva H.V., Alekseev O.O. Ecological and economic evaluation of varietal resources *Lupinus albus* L. in Ukraine *Ukrainian Journal of Ecology.* 2018. Volume 8. 148–153.
64. Mazur, V.A., Branitskyi, Y.Y., Pansyryeva, H.V. (2020). Bioenergy and economic efficiency technological methods growing of switchgrass. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10 (2), 8–15. doi: 10.15421/2020_56.
65. Pryanishnikov D.N., Yakushkin I.V. (1935). Nut [The chickpea]. *Agricultural Plants.* Moscow. P. 316–318. 40. Бушулян О.В., Січкач В.І. Сучасна технологія вирощування нуту. Методичні рекомендації. СГІ-Одеса: НЦНС. 2011. 31 с.
66. Richardson D. A. The influence of combined nitrogen on nodulation and nitrogen fixation by *Rhizobium meliloti*. Richardson D.A., Jordan D.C., Garrard E.H. *Canad. J. Plant Sci.* 1957. V. 37. N. 3. P. 205–214.
67. V.A. Mazur, H.V. Pansyryeva, K.V. Mazur and I.M. Didur Influence of the assimilation apparatus and productivity of white lupine plants. *Agronomy Research* 17, 2019. 206-219. <http://dx.doi.org/10.15159/ar.19.024>.
68. V.A. Mazur, K.V. Mazur, H.V. Pansyryeva. Influence of the technological aspects growing on quality composition of seed white lupine (*Lupinus albus* L.) in the Forest Steppe of Ukraine *Ukrainian Journal of Ecology.* 2019. Volume 9. P. 50–55.
69. Vdovenko S.A., Pansyryeva H.V., Palamarchuk I.I., Lytvynuk H.V. Symbiotic potential of snap beans (*Phaseolus vulgaris* L.) depending on biological products in agrocoenosis of the RightBank Forest-steppe of Ukraine. *Ukrainian journal of Ecology.* 2018. № 8 (3). С. 270–274.