

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ «ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ»
ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
Кафедра рослинництва, селекції та насінництва

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

«Удосконалення технології вирощування нуту у ФГ «Вікторія 2018»
с. Подільське Кам'янець-Подільського району Хмельницької області»

Виконав:

здобувач ОС «Магістр»
ОПП «Агрономія»
спеціальності 201 «Агрономія»
денної форми навчання
Бойко Олексій Олегович

Керівник:

кандидат с.-г. наук, доцент
Вільчинська Людмила Аліковна

Оцінка захисту:

Національна шкала _____
Кількість балів ____ Шкала ECTS ____
« ____ » _____ 2025 р.

Допускається до захисту:

« ____ » _____ 2025 р.

Гарант ОПП «Агрономія»

Спеціальності 201 «Агрономія»

кандидат с.-г. наук, доцент

_____ **ВІЛЬЧИНСЬКА Людмила Аліковна**

м. Кам'янець-Подільський, 2025

ЗМІСТ

	Ст.
ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	7
1.1. Фотосинтетичний потенціал і продуктивність нуту в залежності від інокуляції.....	7
1.2. Фотосинтетичний потенціал і продуктивність нуту в залежності від норми висіву.....	14
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	19
2.1. Ґрунтово-кліматичні умови зони і місця проведення досліджень.....	19
2.2. Метеорологічні умови в роки досліджень.....	20
2.3. Матеріал та методика проведення досліджень.....	24
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	28
3.1. Польова схожість та енергія проростання рослин нуту.....	29
3.2. Динаміка зміни висоти рослин нуту.....	31
3.3. Середньодобовий приріст висоти рослин нуту.....	32
3.4. Динаміка формування біомаси нуту.....	33
3.5. Динаміка формування площі листя нуту.....	36
3.6. Фотосинтетичний потенціал нуту.....	39
3.7. Чиста продуктивність фотосинтезу.....	41
3.8. Динаміка формування кількості та маси бульбочкових бактерій.....	42
РОЗДІЛ 4. УРОЖАЙНІСТЬ ТА СТРУКТУРА ВРОЖАЮ НУТУ.....	46
4.1. Структура врожаю нуту.....	44
4.2. Урожайність нуту залежно від інокуляції та норми висіву насіння....	48
4.3. Вплив норми висіву та інокуляції насіння на вміст білка в насінні нуту.....	50
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	54
РОЗДІЛ 6. ЕКОЛОГІЯ І ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	58
РОЗДІЛ 7. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	61
ВИСНОВКИ.....	64
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	67
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	68
ДОДАТКИ.....	76

ВСТУП

Подальше збільшення виробництва рослинного білка є однією з найважливіших світових проблем. Дефіцит білка призводить до збільшення споживання хліба, а в тваринництві – до перевитрати кормів у раціоні. За даними ФАО, середньодобове споживання білка на людину має становити 90-100 г, а в нашій республіці фактично воно становить близько 1/2 норми.

У вирішенні білкової проблеми найважливіша роль належить збільшенню виробництва продукції високобілкових зернобобових культур, шляхом розширення посівних площ, розробки та впровадження науково обґрунтованих, зональних технологій їх вирощування з урахуванням біологічних особливостей районованих сортів.

Актуальність теми. Нут – як високобілкова, цінна, традиційна, продовольча, зернобобова культура відіграє важливу роль у харчуванні населення та у вирішенні білкової проблеми.

Нут – зернобобова культура який здатний накопичувати біологічний азот з повітря та використовувати його для формування врожаю. Однак середня врожайність нуту низька і не перевищує 1,5-2,0 т/га. Однією з основних причин низької врожайності нуту є недотримання вимог технології вирощування, недосконалість окремих елементів агротехніки, нестача мінеральних добрив. Тому значення використання біологічного азоту з повітря та нагальність його вирішення в землеробстві України зростає у зв'язку з гострим дефіцитом мінеральних добрив та надмірно високими їх цінами.

Норма висіву насіння, як один із найважливіших елементів агрокомплексу, істотно впливає на харчовий, водний, тепловий та світловий режими рослин, а отже, на фотосинтетичні параметри посівів та продуктивність нуту. Найважливішим елементом агротехніки нуту є передпосівне інокулювання його насіння інокулянтами для забезпечення рослин біологічним азотом.

Згідно з оглядом літератури, норма висіву насіння нуту за даними досліджень варіює від 0,3 до 1,1 млн. схожих насінин, тобто максимальна норма перевищує мінімальну майже в 4 рази. Немає єдиної думки серед вчених і щодо норм висіву насіння нуту, часто зустрічаються суперечливі дані з цих питань. Як розріджені, так і загущені посіви призводять до зниження врожаю насіння.

Тому експериментальні дослідження з вивчення способів сівби та норм висіву насіння нуту в поєднанні з інокуляцією штамом бульбочкових бактерій роду *Rhizobium leguminosarum* в умовах ФГ «Вікторія-2018», Кам'янець-Подільського району, Хмельницької області є актуальними, мають теоретичне та практичне значення.

Мета та завдання досліджень. Метою досліджень є встановлення науково обґрунтованих оптимальних норм висіву насіння нуту в поєднанні з інокуляцією, що забезпечують більш інтенсивну симбіотичну фіксацію біологічного азоту повітря, покращення фотосинтетичної діяльності посівів та підвищення врожайності нуту.

До завдання досліджень входило:

- вивчити особливості росту, розвитку та формування врожаю нуту сорту Зодіак залежно від інокуляції насіння та норми висіву насіння;
- визначити фотосинтетичні параметри посіву нуту (площа листя, фотосинтетичний потенціал (ФП), чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ), залежно від досліджуваних агроприйомів);
- вивчити динаміку формування залежно від інокуляції та норми висіву насіння нуту;
- встановити вплив інокуляції, норми висіву насіння на продуктивність нуту;
- дати економічну оцінку ефективності дослідів за вивченими варіантами;
- розробити рекомендацію виробництву щодо оптимальних норм висіву

насіння нуту в поєднанні з інокуляцією, що забезпечують суттєве підвищення врожайності культури в умовах ФГ «Вікторія-2018», Кам'янець-Подільського району, Хмельницької області.

Наукова новизна. Наукова новизна дослідження полягає в комплексному вивченні впливу норм висіву та інокуляції насіння на продуктивність та якість нуту саме в умовах ФГ «Вікторія-2018», Кам'янець-Подільського району, Хмельницької області., що дозволяє уточнити агротехнічні прийоми для даного регіону. Здійснено порівняльний аналіз різних норм висіву, інокуляції насіння та їхнього впливу на формування маси та біохімічного складу зерна нуту, що раніше у локальних умовах регіону не досліджувалося.

Практична цінність. Результати роботи мають практичне значення для аграрних підприємств і фермерських господарств регіону, оскільки дозволяють:

- оптимізувати норми висіву насіння нуту та їх поєднання з інокуляцією насіння, що забезпечують суттєве підвищення врожаю нуту;
- зменшити витрати на живлення рослин без втрати продуктивності;
- підвищити економічну ефективність вирощування культури та поліпшити екологічний стан ґрунтів.

Структура роботи. Згідно поставленої мети та завдань дослідження, в структурі даної дипломної роботи міститься вступ, вісім окремих розділів, висновки, список використаної літератури, та 67 стор. текст. част., 12 табл., 5 рисунків, 85 джерел літератури.

Апробація результатів досліджень. Основні результати досліджень за темою кваліфікаційної роботи доповідалися та отримали позитивну оцінку на засіданнях кафедри рослинництва, селекції та насінництва, а також на міжнародних конференціях:

1. II Всеукраїнська науково-практична інтернет-конференції

«Інноваційні технології в садівництві, овочівництві і виноградарстві», 25 березня 2025 року.: ЗВО «Подільський державний університет», 2025. м. Кам'янець-Подільський. Україна

2. XXXIII International scientific and practical conference «Scientific trends in the development of modern technologies and theories», August 18-20, 2025, Plovdiv, Bulgaria

3. Актуальні питання розвитку сільського господарства: теорія і практика: Міжнародна науково-практична конференція. 9 жовтня 2025 року. Інституту сільського господарства Карпатського регіону. м. Івано-Франківськ, 2025. Україна

4. Міжнародна науково-практична конференція «Інноваційні напрями розвитку і підвищення ефективності агропромислового виробництва в умовах воєнних та повоєнних змін в Україні», 07 жовтня 2025 року. м. Тернопіль. Україна

5. Міжнародна науково-практична інтернет конференція «Інноваційні підходи ведення аграрного виробництва в умовах євроінтеграції» 20-21 листопада 2025 р. ЗВО «Подільський державний університет», 2025. м. Кам'янець-Подільський. Україна

За результатами досліджень опубліковано 5 наукових праць.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Фотосинтетичний потенціал і продуктивність нуту в залежності від інокуляції

У літературних джерелах широко висвітлено результати численних наукових досліджень щодо технології вирощування гороху, сочевиці, особливо сої. Щодо агротехніки нуту, зокрема норм висіву насіння, публікацій недостатньо.

Як відомо, зернобобові культури відзначаються високим вмістом білка в насінні та здатністю накопичувати біологічний азот повітря за допомогою бульбочкових бактерій. Значення цієї проблеми зростає у XXI ст. у зв'язку з дефіцитом та високими цінами на мінеральні азотні добрива. Це пояснює особливу увагу науковців до розробки агротехнічних прийомів, які забезпечують оптимальні умови для симбіотичної фіксації атмосферного азоту та підвищення продуктивності зернобобових культур [3, 14].

У вивчення проблеми симбіотичної фіксації азоту повітря бобовими великий внесок зробили українські вчені: Бабич А.О., Є.Н. Берестецький О. А., Гамаюнова В.В., Господаренко Г. М. та інші [3, 4, 6, 24, 28, 29, 31, 32].

Господаренко Г. М., відзначаючи важливу роль біологічного азоту повітря у землеробстві, писав: «...яким би високим не було виробництво мінеральних добрив, ніколи не слід забувати про доцільність використання біологічного азоту» [29].

Дідович С. В. зазначає: «біологічний азот слід розглядати як дієвий фактор формування потенційної родючості ґрунту, який створює сприятливі умови для землеробства та дає змогу ефективніше використовувати мінеральні азотні добрива» [32].

Каленська С.М. підкреслювала: «найвищих урожаїв рослина досягає за безперервного притоку всіх необхідних факторів життя в оптимальній кількості, відповідно до потреби кожного виду та сорту. Це залежить від способу посіву та норми висіву насіння, які визначають схему розміщення,

площу живлення рослин та густоту посівів» [42].

Березовський К. зазначав, що дія кожного з необхідних факторів життя рослин залежить від кількості й інтенсивності інших факторів та їх сукупної дії на рослину [7].

За багаторічними дослідженнями Бушулян О. В., для отримання стабільного врожаю сої, машу, нуту за рахунок симбіотичної фіксації азоту повітря необхідно інокулювати насіння вірулентним активним штамом ризобій і оптимізувати режим живлення [20].

Різноманітне використання зернобобових культур як цінних продуктів і їхня здатність збагачувати ґрунт біологічним азотом зумовлюють перспективність і розширення площ їхніх посівів.

У дослідях Finkel T., Holbrook J. у Канаді на суглинкових ґрунтах зернобобові висівали з міжряддям 15 см. Встановлено зниження інтенсивності формування бульбочок на коренях усіх досліджуваних культур при внесенні азоту [38].

У Чехословаччині зернобобові вважаються важливими культурами стратегічного значення: вони є джерелом основних енергетичних матеріалів для харчування людини, накопичують азот у ґрунті. Прийнято програму розвитку виробництва зернобобових культур [84].

У лабораторії Дюпока (США) вивчали ступінь фіксації азоту зернобобовими залежно від енергії фотосинтезу. Зі збільшенням поглинання CO₂ листками зростала кількість зв'язаного азоту. Забезпечення рослин CO₂ збільшило фіксацію азоту з 90 до 448 кг/га [85].

У Болгарії інокуляція насіння забезпечила чистий прибуток до 690 лев/га, а економія азоту становила не менше 80 кг/га. У США загалом по країні додатковий урожай від інокуляції становив 130 кг/га зерна [85].

Найбільш перспективною формою інокулянтів є препарати на основі *Rhizobium leguminosarum*, наприклад мікробіологічний препарат виробництва ТОВ «Агрітема», призначений для передпосівної обробки насіння бобових культур перед інокуляцією. Засіб забезпечує стимулювання ростових

процесів, підвищення енергії проростання насіння та сприяє активному формуванню симбіотичної системи «рослина-бактерія» [69].

У дослідях Рябченко М. О. інокуляція насіння ризоторфіном порівняно з контролем (без добрив) збільшила площу листків машу на 2,8 тис. м²/га, фотосинтетичний потенціал (ФП) – на 30,6 тис. м²/га × днів, а чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) – на 1,14 г/м² × доба [70].

Позняк О. зазначає: «активний симбіоз з бульбочковими бактеріями не лише підвищує врожай зернобобових, а й збагачує ґрунт азотом та підвищує продуктивність наступних культур за значної економії мінерального азоту» [68].

В Індійському НДІ мікробіології інокуляція насіння нуту й квасолі бактеріями збільшила кількість бульбочок на рослині нуту з 14 до 30 шт.

За словами Петриченко В.Ф.: «зернобобові за сприятливих умов забезпечують основну потребу в азоті за рахунок симбіотично фіксованого біологічного азоту. Тому вносять лише невеликі стартові норми азоту на початку вегетації, який рослини використовують до утворення бульбочок. Це забезпечує значний економічний ефект» [64].

Паштецький В. С. зазначає: «ріст площі листків інокульованих рослин відбувається інтенсивніше – вони формують більшу листову поверхню, що позитивно впливає на фотосинтетичну активність» [63].

Господаренко Г. М. вказував: «проблему азоту в землеробстві слід вирішувати як за рахунок мінерального, так і атмосферного азоту, накопичуваного бобовими культурами» [29].

Значення зазначеної проблеми та невідкладність її вирішення в землеробстві України зростає у зв'язку з гострим дефіцитом мінеральних азотних добрив і надмірно високими їх цінами. Це пояснює одну з основних причин нестабільності та низьких урожаїв зернових і зернобобових культур.

Дія кожного з необхідних факторів життя рослин залежить від кількості та інтенсивності інших факторів і від їх сукупної дії.

На думку Мокрієнко В.А.: «біологічний азот слід розглядати як дієвий

фактор формування потенційної родючості ґрунту, який створює сприятливі умови для землеробства і дозволяє більш ефективно використовувати мінеральні азотні добрива» [].

За даними Ключевич М. М.: «встановлено три шляхи надходження біологічного азоту в ґрунт: у результаті фіксації молекулярного азоту симбіотичними мікроорганізмами (відомо близько 200 видів рослин, симбіотично фіксуючих азот, але практичне значення в сільськогосподарському виробництві мають лише бобові культури); фіксація азоту вільноживучими ґрунтовими мікроорганізмами; засвоєння атмосферного азоту небобовими рослинами за рахунок несимбіотичних зв'язків з ризосферними бактеріями» [48].

Бобові рослини є особливо важливими джерелами накопичення азоту в землеробстві. В Україні, за підрахунками Кірілеско О. Л., в оптимальних умовах можна отримувати до 3 млн тонн азоту за рахунок симбіотичної діяльності бобових рослин [47].

За даними ФАО, на початок ХХІ століття передбачалося довести технічну фіксацію азоту повітря у світі до 120 млн т. Однак цей процес дуже енергоємний: для отримання 1 т мінерального азотного добрива витрачається 80 ГДж енергії [49].

Як зазначає Кернасюк Ю. Г.: «однорічні бобові, окрім сої та люпину, як правило, фіксують азоту майже стільки ж, скільки виносять його з урожаєм» [45].

За сприятливих умов симбіозу протягом вегетації кількість азоту, що фіксується горохом, досягає 100 кг/га. За рахунок азоту повітря додатково можна отримувати від 700 до 1200 кг білка. Це еквівалентно економії 6-11 ц/га аміачної селітри [41].

На думку Петриченко В. Ф., у польових умовах за наявності сприятливих умов для активного симбіозу стартові дози азотних добрив не підвищують урожайність зернобобових культур [66].

В Австрії вивчали сорти нуту, завезені з різних країн світу. Насіння

інокулювали бактеріями виду *Rhizobium leguminosarum* (австрійський штам С 1198), висівали в посудини, наповнені сумішшю піску й торфу (співвідношення 1:4). Суміш удобрювали суперфосфатом, збагаченим Мо, сульфатом калію, мікроелементами. На 101 день після посіву на коренях кожної рослини різних сортів нуту містилося 19–32% азоту, у листках – 36-54, у стеблі – 9–13, а в бобах – 7-20% азоту.

В умовах Австралії вивчали вплив інокулянтів на утворення бульбочок та азотфіксацію у сортів нуту. Насіння перед посівом інокулювали культурою бульбочкових бактерій із розрахунку 250 г на 100 кг насіння. Максимальне утворення бульбочок відзначено на 93-й день після сівби (45-50 бульбочок/рослину).

У штаті Біхар реальна урожайність нуту становить 7 ц/га. В дослідях без інокуляції ризобіями, за випадання 83,1 мм опадів за період вегетації, отримано 13,5 ц/га, а у варіанті з інокуляцією, прополюванням бур'янів і захистом рослин – 23,9 ц/га зерна нуту. Загалом дотримання агрокомплексу в середньому за 2 роки підвищило врожайність нуту на 65% [83].

У трирічних дослідях Okon Y., Itzigsohn R., Burdman S., Hampel M.: «інокуляція підвищила врожайність насіння нуту порівняно з контролем (без інокуляції), особливо в перший рік (у середньому на 72%). У наступні роки спостерігалось різке зниження ефективності інокуляції (прибавка врожаю у 2-й і 3-й роки становила відповідно 30 і 6%). Передбачається, що підвищення врожайності неінокульованих рослин (контроль) пов'язане зі збільшенням популяції ризобіум у ґрунті в результаті попередніх посівів рослин-хазяїв» [85].

Березовський К. у богарних умовах вивчав урожайність і утворення бульбочок у нуту за зимового й весняного посівів залежно від інокуляції штамом бактерій виду *Rhizobium leguminosarum*. За зимового посіву бульбочкові бактерії рівномірніше розподілялися по кореневій системі [9, 10].

Застосування азоту незначно зменшило число бульбочок, але біомаса зростала зі збільшенням дози азоту. Фосфор сприяв розвитку бульбочок.

У дослідях на супіщаних важких ґрунтах з рН 7,2 із сортом нуту Т.3, на фоні внесення РК вивчали ефективність впливу ризобіум.

Урожайність зростала зі збільшенням доз фосфору. Його внесення супроводжувалося підвищенням вмісту в насінні N, P, K, Ca, Mg. Інокуляція ризобіум сприяла підвищенню в зерні білка, Mg, P і K. Фосфобактерин не мав достовірного позитивного впливу на ріст рослин [76].

В умовах Англії додавання азоту в невеликих дозах стимулювало утворення бульбочок і їх ріст, а високі дози прискорюють старіння бульбочок, затримують асиміляцію азоту на 7–20%. За високої дози азоту (40 мг/кг) рослини асимілюють більшу частину загального N, головним чином до наливу зерна. Доведено, що утворення бульбочок відбувається лише за інокуляції специфічним штамом ризобіум.

У дослідях Туріна О.Л. додавання P і K у поєднанні з інокуляцією посилювало утворення бульбочок, тоді як N₁₀₀ викликало його послаблення [75].

У інокульованих в умовах Англії штамом 181 ризобіум рослин нуту, вирощених на піщаній культурі, внесення азоту на стадіях утворення бульбочок і наливу насіння затримувало розвиток бульбочок і уповільнювало процес азотфіксації. Рослини, які отримали N₀, старіли передчасно і дали менший урожай, з меншою масою насіння [7].

Січкарь В.І. вивчала ефективність різних штамів нітрагіну та суміші культур бульбочкових бактерій і азотобактера. Перед посівом у ґрунт вносили N₂O₅₀. Інокуляція нітрагіном збільшувала урожай сочевиці на 10%. При інокуляції сумішшю ізолянта Вд азотобактера та штаму Fx² бульбочкових бактерій урожай зерна збільшувався на 25%. Вміст у зерні білка, заліза і магнію не відрізнявся від контролю. Поєднання 2-х штамів бульбочкових бактерій з азотобактерином не здійснювало впливу на урожай і його якість [73].

Рябченко М., пізніше Петриченко В. Ф. відзначали: «більшість зернобобових культур характеризуються відносною стабільністю хімічного

складу насіння, зокрема вмісту в них білка. Цю особливість Н.Н. Іванов пояснив тим, що симбіоз із бульбочковими бактеріями забезпечує сприятливі умови азотного живлення рослин і зумовлює їх меншу залежність від вмісту мінерального азоту в ґрунті» [66, 70].

Однак, згідно з дослідженнями Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В., Колісник С.І., Воронецька І.С., Кобак С.Я. та інших, симбіоз бульбочкових бактерій із рослинами та сам процес азотфіксації не можна розглядати у відриві від ґрунтово-кліматичних умов вирощування бобових рослин [64].

Як зазначає Непран І.В.: «значення біологічного азоту в світовому землеробстві надзвичайно велике. Навіть у країнах Західної Європи, де на гектар вносять у середньому 10-12 ц мінеральних добрив, за рахунок мінерального азоту задовольняється лише чверть загальної потреби в цьому елементі. Тому в перспективі постійно зростатиме потреба в біологічному азоті» [61].

У 1886 р. з'явилася класична робота німецьких учених Гельрігеля і Вільфарта, які показали друге джерело (крім ґрунтового) отримання азоту бобовими рослинами з повітря.

Здатність бобових культур асимілювати азот повітря значною мірою залежить від ґрунтово-кліматичних умов та агротехніки.

За даними Казахського ННЗ, фіксація атмосферного азоту бобовими рослинами досягає 217-452,7 кг на 1 га. Така кількість азоту еквівалентна внесенню на кожен гектар 6,4-13,3 ц аміачної селітри.

Значна кількість зв'язаного біологічного азоту залишається в ґрунті з корневими рештками бобових.

За даними Мокрієнко В.А., азот надходить у ґрунт з корневими рештками гороху – 42,4 кг на 1 га, сочевиці – 19,4, сої – 31,4, нуту – 23,0, чини – 47,3 кг на 1 га.

Дослідами Молдавського НДІ польових культур встановлено, що різні зернові бобові культури неоднаково накопичують нітратний азот у ґрунті.

За даними Бабич А. О.: «бактеризація насіння нуту перед посівом

компенсувала внесення 30–60 кг/га азоту, які додатково вносили під нут і фактично не вплинули на врожайність нуту» [3].

У дослідях Березовський К. (1985) інокуляція в поєднанні з удобренням підвищила врожайність нуту з 18 до 27 ц/га з одночасним підвищенням вмісту білка в зерні з 5,26 до 6,12% [10].

1.2. Фотосинтетичний потенціал і продуктивність нуту в залежності від норми висіву

Істотний вплив елементів агрокомплексу, зокрема, норм висіву насіння та інокуляції на фітометричні параметри й продуктивність нуту відзначають багато дослідників. Площа живлення рослин, а отже ступінь використання рослинами факторів життя, формування оптимальної асиміляційної поверхні для фотосинтезу безпосередньо залежать від способів посіву та норми висіву насіння відповідних культур.

Теоретичні основи норми висіву насіння зернових культур були обґрунтовані дослідженнями Бугай С. М. [14]. У зв'язку з програмуванням структури посівів вони отримали подальший розвиток у роботах Бушулян О. В., Січкара В. І. [17].

У дослідях Пенджабського університету (Індія), при посіві нуту з шириною міжрядь 30 см максимальний урожай становив 15,8 ц з 1 га [82].

Бушулян О. В. вказує: «найкращим способом посіву нуту вважає широкорядний із міжряддям 30–35 см і стрічковий дворядковий (40–45×15). Проте на чистих від бур'янів полях нут рекомендується висівати звичайним рядковим способом» [18].

У рекомендаціях Вус Н. О., Кобизєва Л. Н. із вирощування зернових культур в Україні пропонується норма висіву нуту 0,5–0,6 млн схожих насінин при суцільному рядковому посіві та 0,4–0,5 млн схожих насінин на 1 га при широкорядному способі. Зазначені способи та норми посіву нуту рекомендовано без урахування зональних особливостей і заданої передзбиральної густоти рослин нуту[23].

У рекомендаціях щодо вирощування зернових культур західні частині Лісостепу України пропонується норма висіву нуту 0,5–0,6 млн схожих насінин при суцільному рядовому посіві і 0,4–0,5 млн схожих насінин на 1 га при широкорядному способі. Зазначені способи і норми посіву нуту рекомендовані без урахування зональних особливостей і заданої передзбиральної густоти рослин нуту.

Сорт Зодіак рекомендується висівати звичайним рядовим і дврядковим способом (45×15 см), з нормою висіву 170-200 кг, що відповідає 600-700 тис. рослин на га, а для сорту ВІР 32 – пропонуються знижені норми – 130-150 кг, Зімістоні – 100-120 кг.

На думку деяких авторів (Зінченко О. І., Салатенко В. Н., Білоножко М. А.): «найкращим способом посіву нуту є широкорядний. При суцільному посіві рослини розвиваються слабше, ніж при широкорядному, відзначаються меншою кількістю бобів і зерен у бобах, що призводить до зниження врожаю. Однак такі посіви дозрівають раніше. Оптимальна норма висіву — 400–500 тис./га схожих насінин при широкорядному і 700–800 тис. схожих насінин при суцільному рядовому способі. Зміна норми висіву насіння на 10–15% особливого впливу на врожай зерна не мала» [41].

Ключевич М. М., Гриценко О. Ю. зазначають: «норми висіву і способи посіву справляють суттєвий вплив на площу листків рослин нуту. Із збільшенням норми висіву площа листків збільшується від 6,8 до 13,5 тис. м²/га. Оптимальною нормою висіву було 0,8 млн/га схожих насінин» [48].

Оптимальною нормою висіву нуту для зони світло-каштанових ґрунтів Нижнього Поволжя є 500 тис. схожих зерен на 1 га при суцільному посіві. Для розмноження насіння нових сортів ефективні широкорядні посіви (70 см) з нормою висіву 250 тис. схожих насінин на га [47].

Ковальчук В.М. зазначає: «азотофіксувальна здатність зернобобових культур висуває їх у число найкращих попередників зернових колосових. З великого асортименту зернобобових культур особливу увагу слід приділити

нута, який може вирости на різноманітних ґрунтах України [49].

Лихочвор В. В. та ін. рекомендують сіяти нут широкорядним і одно- чи дворядковим способом, з міжряддям 45 см. На чистих від бур'янів полях, на їхню думку, добре вдаються звичайні рядові посіви. Норма висіву нуту при широкорядному способі посіву – 0,5–0,6 млн схожих насінин на 1 га (120-160 кг), а при звичайному рядовому – 0,7-1,1 млн насінин (200-350 кг) [52].

Мокрієнко В.А. зазначає наявність розбіжностей в агрономічній літературі щодо норм висіву зернових культур загалом, зокрема на родючих ґрунтах. Головна вимога до норм висіву насіння – забезпечення оптимальної густоти рослин для даного сорту культури [57].

У Чехословаччині горох висівають з міжряддям 12,5-25 см, нормою висіву 1,0–1,2 млн схожих насінин. Оптимальна густота посівів сочевиці становить 400–500 схожих зерен на м², ширина міжрядь – 12,5 см [83].

У штаті Уттар-Прадеш (Індія) сорт нуту К-850 при нормі висіву 100 кг/га насіння в сумішах із сафлором, ячменем, гірчицею дав 25-30 ц/га зерна при вмісті 18,5% білка, масі 1000 насінин 340 г [82].

Нут висівають звичайним рядовим способом, зерновими сівалками з нормою висіву 0,7–0,9 млн/га схожих насінин. Часто його висівають і широкорядним способом, з міжряддям 45 см і нормою висіву 0,5–0,7 млн/га схожих насінин [63].

У Молдавії проводилися досліді щодо вивчення урожаю нуту на двох фонах добрив, двома способами посіву та при трьох нормах висіву насіння нуту. Встановлено оптимальні норми висіву насіння на різних фонах удобрення.

У дослідях Хангілдіна (1987), в умовах Індії більш загущений посів нуту (500 насінин/м²) давав значну прибавку врожаю насіння. Залежно від густоти рослин урожай нуту становив 16,4 і 17,0 ц/га [82].

У Сирії встановлено перевагу зимових посівів нуту порівняно з весняними. Густота рослин у підзимових посівах вища. Оптимальною виявилася густота 33,3 рослин/м². Інокуляція насіння клубеньковими

бактеріями дозволяє уникнути дефіциту азоту. Хороші результати дало внесення P_{50} [64].

Дослідами, проведеними Пушак В. І., показано, що урожай зерна нуту практично не змінювався залежно від густоти стеблостою (23,3 і 50 рослин на m^2). Однак чітко проявилася тенденція до підвищення загального біологічного урожаю і зниження збирального індексу зі збільшенням густоти посівів. Рекомендується для даної місцевості більш продуктивний ідіотип нуту (рослини не більше ніж з двома стеблами) [69].

За даними Рябченко М. О.: «з кількістю опадів 300 мм на легкосуглинистих ґрунтах вивчали густоту стояння рослин 23, 33, 50 шт/ m^2 . Урожай був високим (14,6–12,5 ц/га за роками) при ранньому терміні посіву (травень) і мало залежав від густоти стояння рослин» [70].

В Індії в польових умовах порівнювали інтенсивність фотосинтезу (І.Ф.), активність рибулозофосфату і вміст рибулозофосфату хлорофілу у верхніх листках контрольних рослин нуту. Зроблено висновок, що ремобілізація поживних речовин із листків у репродуктивні органи, а також гормональний вплив спричиняє прискорене старіння листків нуту [82].

Черенков А. В. зазначає, що в умовах України рекомендує розміщувати нут у сівозміні другою культурою після пару, по пласту багаторічних трав. На чистих від бур'янів полях проводити посів суцільним рядовим способом, а на більш засмічених землях і при нестачі насіння – широкорядним [76].

На думку Петриченко В. Ф. найкращий спосіб посіву нуту – широкорядний, з міжряддям 30-35 см і стрічковий дворядковий (40-45 см між стрічками, 15 см між рядками). На чистих від бур'янів ґрунтах нут сіють суцільним рядовим способом. Норма висіву нуту при широкорядному способі – 80-100 кг або 500 тис. схожих насінин на 1 га, при суцільному рядовому посіві її збільшують приблизно на 20%. У посушливих районах застосовують нижчі норми висіву [66].

Аналіз літературних джерел свідчить про відсутність єдиної думки щодо результатів вивчення симбіотичної фіксації азоту і густоти стояння нуту.

Зустрічаються з указаних питань суперечливі рекомендації, що пояснюється різноманіттям ґрунтово-кліматичних зон проведення досліджень, агротехніки досліду та сортових особливостей. Це зумовлює необхідність проведення досліджень для виявлення ефективності інокуляції, встановлення оптимальної густоти стояння рослин нуту в умовах південної частини західного Лісостепу України.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Ґрунтово-кліматичні умови зони і місця проведення досліджень

Фермерське господарство «Вікторія-2018» розміщується в південно-західній частині агроґрунтового району центрального Лісостепу України. Рельєф цієї території характеризується чергуванням слабкохвилястих підвищень і знижень, густою мережею ярів, балок та невеликих водотоків, що надає місцевості мозаїчного вигляду. У структурі ґрунтового покриву переважають чорноземи опідзолені легкосуглинкового та середньосуглинкового механічного складу, які формують основу орних земель господарства і вирізняються достатньою природною родючістю.

За даними Г.О. Андрущенка, клімат регіону належить до помірно-континентального. Середньорічна температура повітря тут становить близько 5,5–7,7 °С. Перехід середньодобової температури через +5 °С навесні відбувається переважно в першій декаді квітня (6–10 квітня), тоді як зворотний перехід восени фіксують у середині жовтня – на початку листопада. Осінні приморозки на поверхні ґрунту найчастіше з'являються наприкінці вересня, а останні весняні – приблизно в середині травня. Річна сума опадів коливається в межах 504-520 мм, з яких більша частина (349-405 мм) припадає на вегетаційний період. Тривалість сонячного сьйва за спостереженнями Тернопільської метеостанції становить близько 1905 годин на рік, що відповідає 42 % від потенційно можливого [2].

Для теплого періоду року характерною є відносно висока вологість повітря – здебільшого не нижче 60–70 %, завдяки чому інтенсивність випаровування ґрунтової вологи залишається помірною. Водночас регіон не позбавлений періодів літніх посух, коли дефіцит вологи стає істотним лімітуючим фактором розвитку польових культур, як це спостерігалось й у поточному році.

Ґрунтовий покрив господарства представлений чорноземами

опідзоленими малогумусними середньосуглинковими, що характеризуються сприятливими фізико-хімічними властивостями. Вміст гумусу в орному шарі в середньому сягає 3,18 %, тоді як на глибині 40-50 см зменшується до 2,41 %. Реакція ґрунтового розчину по профілю коливається в межах нейтральної або близької до нейтральної, що оптимально для вирощування більшості польових культур, у тому числі нуту.

Сніговий покрив у зимовий період зазвичай незначний: середні висоти не перевищують 8,7 см, а максимальні можуть досягати 15-18 см. Такі умови є типовими для центрального Лісостепу і зумовлюють відносно слабкий захисний вплив снігу на зимуючі посіви.

2.2. Метеорологічні умови в роки досліджень

Метеорологічні умови є одним із ключових факторів, які визначають особливості росту, розвитку та формування врожайності нуту. Для адекватної оцінки впливу кліматичних умов на продуктивність культури розглянуто основні показники – кількість опадів та середньомісячну температуру повітря за 2024–2025 рр. у порівнянні із середніми багаторічними значеннями (рис. 2.1, 2.2).

Зимовий період 2024 року характеризувався відносно м'яким температурним режимом. У січні середня температура становила $-0,8^{\circ}\text{C}$, що на $2,9^{\circ}\text{C}$ вище за середні багаторічні показники ($-3,7^{\circ}\text{C}$). Подібна тенденція спостерігалася і в лютому, коли фактична температура перевищила норму на $1,8^{\circ}\text{C}$. Опади в цей період були дещо вищими за норму у січні (32,6 мм проти 31,1 мм), але нижчими у лютому (22,2 мм проти 29,4 мм).

Зимовий період 2025 року, навпаки, був більш контрастним. Січень відзначився істотним похолоданням ($-6,0^{\circ}\text{C}$), що на $2,3^{\circ}\text{C}$ нижче багаторічної норми та на $5,2^{\circ}\text{C}$ холодніше порівняно з 2024 роком. Однак лютий 2025-го був теплішим за норму ($+1,7^{\circ}\text{C}$ проти $-3,5^{\circ}\text{C}$), що свідчить про різкі коливання температури.

Опадів у зимовий період 2025 року випало значно більше: 68,8 мм у січні

та 62,2 мм у лютому — удвічі вище норми. Такі умови могли спричиняти перезволоження ґрунту, формування льодової кірки та зниження доступності кисню у верхньому шарі ґрунту, що має важливе значення для ранньовесняного старту культур.

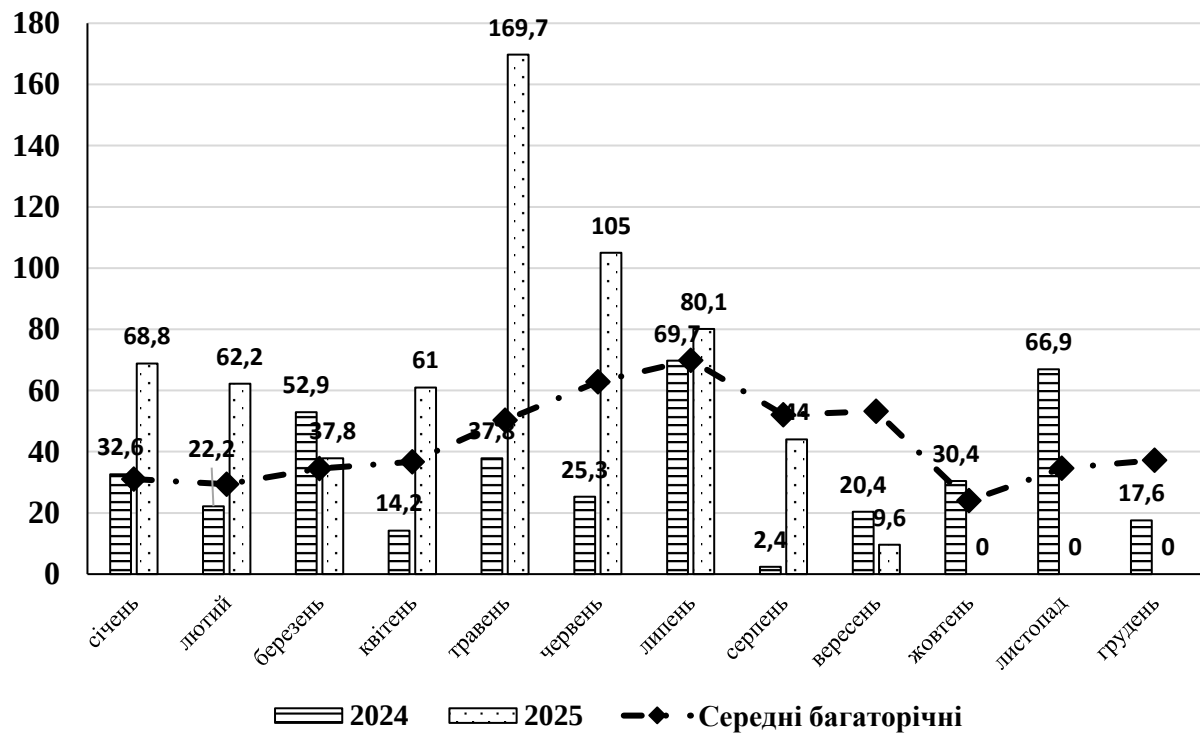


Рис. 2.1. Кількість опадів в роки досліджень, мм

Березень і квітень 2024 року виявилися теплішими за норму: $+4,5^{\circ}\text{C}$ та $+9,3^{\circ}\text{C}$ відповідно, що на $2,1^{\circ}\text{C}$ і $0,5^{\circ}\text{C}$ вище середньобагаторічного рівня. Опадів було більше у березні (52,9 мм проти 34,5 мм), але значно менше у квітні (14,2 мм проти 36,7 мм). Такі контрасти сприяли ранньому прогріванню ґрунту, але зумовили певний дефіцит вологи на момент початку активної вегетації.

Весна 2025 року відзначалась відносно стабільним температурним режимом, близьким до норми. Березень мав середню температуру $4,4^{\circ}\text{C}$, майже ідентичну 2024 р. і вище багаторічної норми. Квітень був теплішим за середні значення ($12,3^{\circ}\text{C}$ проти $9,8^{\circ}\text{C}$), що сприяло прискоренню вегетації. Проте інтенсивні опади у квітні (61,0 мм) та травні (169,7 мм) значно перевищували середні значення й могли формувати надмірне зволоження,

утруднювати проведення посівної, сприяти ущільненню ґрунту та активізації хвороб.

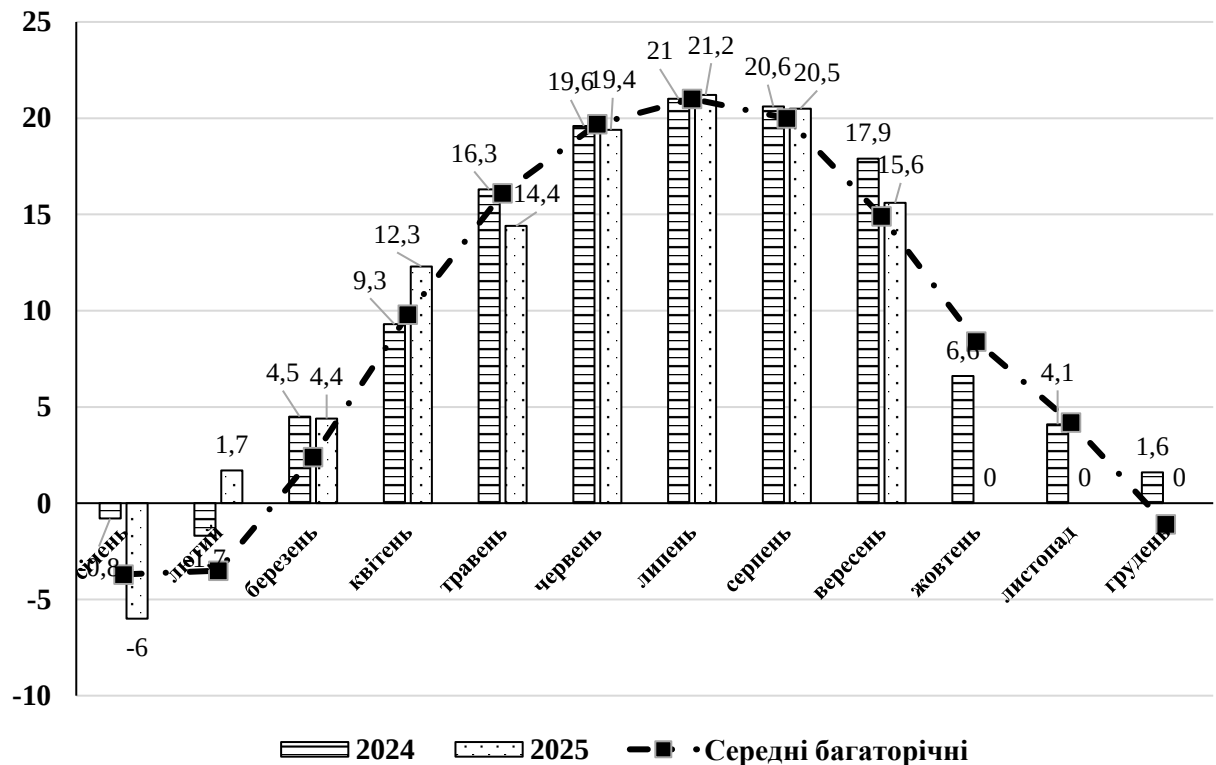


Рис. 2.2 Температура повітря, в роки досліджень, $t^{\circ}\text{C}$

Травень і червень 2024 року були теплими ($16,3^{\circ}\text{C}$ та $19,6^{\circ}\text{C}$), а кількість опадів залишалася нижчою за норму. Недостатня вологозабезпеченість у цей період могла зумовити деяке пригнічення ростових процесів нуту, особливо при недостатніх запасах ґрунтової вологи.

Натомість 2025 року травень був надзвичайно вологим ($169,7\text{ мм}$), що у понад три рази перевищує норму. Червень також характеризувався високою кількістю опадів (105 мм проти $62,8\text{ мм}$). Температурний режим залишався оптимальним для росту нуту – $14,4^{\circ}\text{C}$ у травні та $19,4^{\circ}\text{C}$ у червні. Такі умови сприяли інтенсивному наростанню вегетативної маси, але могли провокувати розвиток корневих гнилей та бактеріальних захворювань, а також ускладнювати міжрядний обробіток.

Літо 2024 року відзначалось поєднанням теплих температур та нестачі

опадів у серпні (2,4 мм). Липень був достатньо вологим (69,7 мм), але подальший різкий дефіцит опадів у серпні міг спричинити стрес для нуту в період формування бобів, особливо на легких ґрунтах.

У 2025 році літній період був більш рівномірним щодо температури (21,2 °C у липні та 20,5 °C у серпні) та помірно вологим. Липень отримав 80,1 мм опадів, що близько до багаторічних значень, а серпень — 44 мм, що також є достатнім. Такі умови відповідають потребам нуту, який погано переносить надмірне зволоження, але потребує вологи на фазах бутонізації та наливу насіння.

Отже, літо 2025 року було більш сприятливим для культури порівняно з 2024 роком.

Осінь 2024 року була відносно вологою у листопаді (66,9 мм) та теплою у вересні (17,9 °C), що перевищує норму на 3 °C. Такі умови могли забезпечити триваліший період дозрівання пізніх посівів та формування вищої маси 1000 насінин.

У 2025 році дані щодо жовтня–грудня відсутні, проте вересень був сухим (9,6 мм) і теплішим за норму. Це могло створювати ризики пересушування верхнього шару ґрунту та затримувати сходи озимих культур (якщо вони є в сівозміні).

Одже, 2024 рік характеризувався помірно теплою зимою, контрастною весною, дефіцитом вологи в серпні та загалом нестабільною забезпеченістю вологою. Такі умови могли спричинити нерівномірність розвитку нуту й потребували адаптивного підходу до агротехніки, зокрема корекції строків сівби та підживлення. 2025 рік вирізнявся значною кількістю опадів у зимово-весняний період та теплими умовами літа. Надмірне зволоження навесні могло ускладнювати польові роботи, проте літні умови були ближчими до оптимальних для нуту. Порівняно з багаторічною нормою, спостерігалось загальне підвищення температури, особливо взимку та восени, а також значні коливання кількості опадів: від надлишку у травні 2025 р. до різкого дефіциту у серпні 2024 р.

Таким чином, такі кліматичні особливості свідчать про необхідність адаптивних підходів у технології вирощування нуту, зокрема оптимізації строків посіву, моніторингу вологозабезпечення та систем захисту від стресових факторів.

2.3. Матеріал та методика проведення досліджень

Програмою досліджень було передбачено вивчення та встановлення оптимальних норм висіву насіння нуту без інокуляції та в поєднанні з інокуляцією.

Полеві дослідження проводилися в 2024-2025 рр. на землях ФГ «Вікторія – 2018», с. Подільське, Кам'янець-Подільського району, Хмельницької області.

Згідно з прийнятою програмою досліджень вивчалися наступні норми висіву насіння без інокуляції та в поєднанні з інокуляцією.

Схема досліду:

Фактор А – інокуляція насіння штамми бульбочкових бактерій

1. Контроль – без інокуляції;
2. Agribacter (*Rhizobium leguminosarum*)

Фактор В – норма висіву насіння, млн/га

1. 0,4 млн. шт/га
2. 0,5 млн. шт/га
3. 0,6 млн. шт/га
4. 0,7 млн. шт/га

Інокуляцію насіння проводили пре-інокулянт АгріБактер.

Пре-інокулянт АгріБактер – мікробіологічний препарат виробництва ТОВ «Агрітема», призначений для передпосівної обробки насіння бобових культур перед інокуляцією. Засіб забезпечує стимулювання ростових процесів, підвищення енергії проростання насіння та сприяє активному формуванню симбіотичної системи «рослина-бактерія».

Препарат містить щонайменше 2×10^9 живих клітин бактерій виду

Rhizobium leguminosarum на 1 мл, а також комплекс біологічно активних метаболітів, амінокислот і природних стимуляторів росту. Завдяки цьому препарат забезпечує високу життєздатність бактерій, активізує ферментативну діяльність насіння та сприяє швидкому розвитку кореневої системи.

Пре-інокулянт АгріБактер® дає можливість проводити інокуляцію насіння до 7 днів перед висівом, зберігаючи активність бактерій. Препарат ініціює масове утворення продуктивних азотфіксуючих бульбочок вже на початкових етапах розвитку рослин, що забезпечує ефективне засвоєння атмосферного азоту та покращення живлення рослин.

Основні переваги препарату:

- Підвищує життєздатність бактерій інокулянта та подовжує термін зберігання обробленого насіння.
- Стимулює проростання, розвиток кореневої системи і початковий ріст рослин.
- Забезпечує сумісність з більшістю протруйників і біопрепаратів.
- Підвищує ефективність азотфіксації та забезпечує стабільне живлення азотом протягом вегетації.
- Сприяє підвищенню урожайності та якості насіння.

Форма препарату: рідина.

Норма витрати: 2,0 л/т насіння.

Посів нуту проводили в 2024 році – 20.03, в 2025 – 01.04.

Вагова норма посіву насіння при масі 1000 шт. 210 г. у першому варіанті – 80, другому – 100, третьому – 120, у четвертому варіанті – 140 кг на 1 га.

- Польові досліді закладалися в чотирикратній повторюваності за А.О. Бабичем (1998) [62]. Попередником нуту була озима пшениця. Розмір кожної ділянки досліді 36 м², розміщення рандомізоване. Загальна площа дослідної ділянки 2500 м².

На дослідній ділянці проводилися наступні підрахунки та спостереження:

- фенологічні спостереження за настанням фаз розвитку нуту (сходи, бутонізація, цвітіння, утворення та дозрівання бобів) на 25 облікових рослинах кожної ділянки. Спостереження тривали до настання відповідної фази на 75% облікових рослинах;
- облік густоти стояння нуту після сходів і перед збиранням на виділених мікроділянках розміром 0,5 м²;
- вимірювали лінійне зростання стебла нуту за фазами розвитку;
- облік площі листя в динаміці за фазами розвитку методів висічок;
- фотосинтетичний потенціал (ФП) і чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) визначали за формулою Кідда, Веста, Брігтса;
- визначали кількість маси бульбочок, за методом Носипанова Г.С.;

Перед збиранням врожаю з кожної ділянки дослідів відбирали пробу по 25 рослин для визначення структури врожаю.

У пробах визначали: висоту рослин, кількість бобів, кількість насіння в бобі, кількість і масу насіння на одній рослині, масу 1000 насінин і біологічну врожайність нуту.

Характеристика сорту нуту Зодіак.

Нут сорту Зодіак – це високопродуктивний вітчизняний сорт харчового напрямку використання, створений селекціонерами Інституту землеробства НААН України. Сорт відзначається хорошою адаптованістю до умов Лісостепу й Степу України, стійкістю до абіотичних стресів та стабільним формуванням урожаю за змінних погодних умов.

Ботанічні та морфологічні особливості. Рослини сорту Зодіак середньорослі, висотою 45-55 см, з напіврозлогою формою куща. Стебло міцне, добре облиствене, що забезпечує стійкість до вилягання й захист ґрунту від перегрівання на початку літа. Листки непарноперисті, дрібні, світло-зеленого кольору. Квітки поодинокі, білого або світло-кремового забарвлення.

Боби односім'яні або двосім'яні, середнього розміру, містять добре оформлене насіння. Насінини округло-кутасті, світло-бежевого кольору, однорідні за формою. Маса 1000 насінин становить у середньому 200-280 г, що є високим показником для нуту продовольчого типу.

Біологічні особливості. Сорт належить до середньостиглої групи. Тривалість вегетаційного періоду становить 90-105 днів, залежно від умов вирощування. Насіння починає проростати за температури +5...+6 °С, однак оптимальні умови для появи дружних сходів – +10...+12 °С.

Нут «Зодіак» добре переносить тимчасову нестачу вологи завдяки потужній кореневій системі стрижневого типу, здатній проникати на глибину до 1,5 м. Сорт характеризується стійкістю до високих температур повітря в період цвітіння та формування бобів.

Господарські та технологічні властивості:

- *Урожайність:* у виробничих умовах становить 2,0-2,8 т/га, у сприятливі роки – до 3,2 т/га.
- *Посухостійкість:* висока; сорт формує урожай навіть за умов обмеженої кількості опадів.
- *Стійкість до хвороб:* сорт проявляє відносну стійкість до аскохітозу, фузаріозу та бактеріальних хвороб, особливо за оптимальної густоти стояння та сівозміни.
- *Придатність до механізованого збирання:* добра, завдяки вирівняній висоті прикріплення нижніх бобів (від 22 см).

Якісні показники зерна. Сорт «Зодіак» відноситься до типу кабулі – кулінарно найбільш популярного різновиду нуту. Насіння характеризується:

- високим вмістом білка – до 21-24 %;
- низьким вмістом олії – 4-6 %;
- доброю кулінарною якістю, швидко розварюється;
- привабливим товарним виглядом, що підвищує його комерційність.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Урожайність польових культур формується внаслідок складних фізіологічних процесів, пов'язаних між рослинами та умовами навколишнього середовища, на які суттєво впливають агротехнічні прийоми. Тому розроблені елементи технології повинні забезпечити оптимальні умови для доступу до рослин факторів життя адекватно біологічним вимогам вирощуваних культур, сортів, максимальне використання посівами сонячної енергії для фотосинтезу та формування високого врожаю.

У створенні сприятливих умов для формування високопродуктивних рослин, у комплексі агрозаходів їх вирощування, особливо важливе значення мають способи сівби, норми висіву насіння та густота рослин, від яких залежить площа живлення індивідуальної рослини, а отже, ступінь використання посівами елементів живлення, світла, тепла, вологи та, зрештою, урожайність.

Серед найважливіших перспективних проблем у землеробстві ХХІ століття особливе значення має широке використання біологічного азоту повітря шляхом створення сприятливих умов, що активізують діяльність бульбочкових бактерій для симбіотичної фіксації азоту. Тому вивчення способів сівби, норм висіву насіння, а також ефективності інокуляції насіння ризоторфіном на продуктивність нуту представляє науково-практичний інтерес.

Вплив зазначених агроприйомів, як найважливіших елементів технології вирощування зернобобових культур, на їх ріст, розвиток та урожайність доведено численними дослідженнями, про що свідчить огляд літератури. Однак нерідко в літературі зустрічаються суперечливі відомості, що зумовлено ґрунтово-кліматичними та сортовими особливостями.

3.1. Польова схожість та енергія проростання рослин нуту

Польова схожість та енергія проростання рослин нуту має дуже важливе практичне значення, від яких залежить густота стояння рослин, використання ними факторів життя, і, зрештою, продуктивність посівів.

На польову схожість і енергію проростання рослин впливає комплекс агротехнічних прийомів, починаючи з відбору якісного насіння, підготовки його до посіву, включаючи строки посіву, глибину загортання насіння та заходи з догляду за посівами.

Результати досліджень авторів щодо впливу норми висіву та інокуляції насіння на польову схожість і енергію проростання рослин не завжди узгоджені, іноді зустрічаються й суперечливі думки.

Каленська С. М., Кернасюк Ю. Г. вважають: «що суцільний рядовий посів нуту, позитивно виділяється дружністю та повнотою сходів. В умовах України найвища повнота сходів (90%) була за суцільного способу сівби та інокуляції насіння. Без інокуляції насіння цей показник поступився на 10%.

В інших дослідках способи сівби не мали суттєвого впливу на швидкість появи сходів нуту, але залежно від норми висіву насіння нуту повнота сходів коливалася в межах 86-96%» [43, 45].

Згідно з даними наших досліджень, ми помітили впливу на польову схожість та енергію проростання рослин нуту, де спостерігалася суттєва різниця за цими показниками залежно від норми висіву насіння та інокуляції (табл. 3.1).

За нормами висіву насіння польова схожість варіює залежно від норми висіву насіння в межах від 86,1 до 95,5%, з різницею між крайніми варіантами 9,4%.

Зі збільшенням норми висіву насіння з 0,4 до 0,7 млн./га польова схожість, хоча й незначно, закономірно знижується з 94,0 до 86,1% на посівах без інокуляції та з 95,5 до 87,6% при інокуляції насіння.

Найменша польова схожість – 86,1-87,6% відзначена при посіві 0,7 млн./га схожих насінин, максимальні показники – 94,0-95,5% за цим показником спостерігалися у варіанті висіву 0,4 млн. схожих насінин.

Такі ж закономірності спостерігаються і щодо енергії проростання рослини нуту, але з вищими показниками на інокульованих посівах.

Таблиця 3.1

Норма висіву насіння, млн/га	Польова схожість, %	Енергія проростання, %
<i>Без інокуляції (контроль)</i>		
0,4	94,0	90,5
0,5	92,6	89,4
0,6	90,3	88,2
0,7	86,1	86,0
<i>Інокуляція насіння</i>		
0,4	95,5	92,5
0,5	92,6	91,1
0,6	90,7	90,1
0,7	87,6	87,1

Інокуляція позитивно вплинула на енергію проростання рослин, завдяки покращенню режиму живлення та формуванню більш потужних рослин. Завдяки інокуляції виживаність рослин підвищилася до 2%.

Серед досліджуваних агроприйомів більш суттєвий вплив на виживаність рослин встановлено залежно від норм висіву насіння.

Якщо за норми висіву насіння 0,4 млн./га виживаність рослин досягла 86,0-90,5% без інокуляції та 87,1,0-92,5% за інокуляції насіння, то ці показники за норми висіву 0,7 млн./га знизилися до 86,0-87,1,0% відповідно. Різниця становить для неінокульованих посівів 4,5%, а у варіантах з інокуляцією 5,4%, що становить значну кількість рослин на гектар.

На основі аналізу даних таблиці можна зробити висновок: що норми висіву насіння та інокуляція суттєво впливають на повноту сходів насіння та енергію проростання рослин. Зі збільшенням норми висіву, % польової схожості та виживаності рослин зменшується.

3.2. Динаміка зміни висоти рослин нуту

Процеси росту у рослин пов'язані з режимом живлення, доступністю світла, тепла та не завжди характеризують рівень продуктивності рослин.

Дослідники стверджують, що зернобобові культури до утворення 3-4 справжніх листків ростуть і розвиваються повільно, а в наступні періоди спостерігається більш інтенсивний ріст рослин у висоту.

У наших дослідженнях (табл. 3.2), норми висіву та інокуляція насіння мали певний вплив на висоту рослини нуту починаючи з фази бутонізації.

Таблиця 3.2

Динаміка висоти рослин нуту (см), в залежності від способів посіву, та інокуляції насіння, см (середнє за 2 роки)

Норма висіву насіння, млн/га	Фази розвитку				
	Всходи	Бутонізація	Цвітіння	Формування бобів	Дозрівання бобів
<i>Без інокуляції (контроль)</i>					
0,4	6	22	38	51	57
0,5	6	21	36	50	56
0,6	6	20	35	50	55
0,7	6	19	35	50	55
<i>Інокуляція насіння</i>					
0,4	7	25	41	55	59
0,5	7	24	39	54	58
0,6	6	23	39	53	57
0,7	7	21	40	52	56

Зі збільшенням норми висіву насіння, спостерігається закономірне зниження росту рослин, що пов'язано зі скороченням площі живлення індивідуальної рослини. Це виявилось більш помітним у фазах бутонізації та цвітіння, а до дозрівання бобів різниця у висоті рослин нуту між варіантами досліду в межах посівів з інокуляцією та без інокуляції насіння стала незначною.

У фазі бутонізації на посівах без інокуляції насіння, при суцільному рядовому способі посіву і нормі висіву 0,4 млн/га насіння висота рослин була 22 см, а зі збільшенням її до 0,6-0,7 млн/га вона знизилася на 2-3 см.

Інокуляція насіння підвищила висоту рослин нуту в порівнянні з посівами без інокуляції.

Якщо у фазі бутонізації висота рослин нуту при нормі висіву насіння 0,4 млн./га без інокуляції склала 22 см, а у варіанті 0,7 млн./га – 19 см, то ці показники при інокуляції насіння досягли 25 і 21 см відповідно, тобто значно більше.

У фазі дозрівання бобів висота рослин нуту на інокульованих посівах при нормі висіву насіння 0,4 і 0,7 млн/га виявилася 55 і 52 см. Це перевищує аналогічні варіанти досліду, але без інокуляції насіння на 2-4 см. В кінці вегетації найбільш високорослі рослини нуту (59 см) формувалися при нормі висіву 0,4 млн/га, при інокуляції насіння.

Аналізуючи дані таблиці про динаміку висоти рослин нуту, можна зробити висновок: норма висіву та інокуляція насіння впливають на висоту рослин. Більш інтенсивне зростання рослин нуту починається з фази бутонізації-цвітіння, а до дозрівання бобів темпи зростання рослин нуту у висоту знижуються.

3.3. Середньодобовий приріст висоти рослин нуту

Середньодобовий приріст висоти рослин залежить від сортових особливостей, віку рослин, а також агротехнічних та кліматичних умов у період вегетації. Чим сприятливіші умови у відповідний міжфазний період для рослин, тим вищою є інтенсивність середньодобового приросту їхньої висоти.

Як видно з даних таблиці 3.3, середньодобовий приріст висоти рослин нуту за варіантами досліду відрізняється, починаючи з фази сходів, і, залежно від норми висіву насіння, без інокуляції становить від 2,7 до 2,9 мм.

Помітний вплив на середньодобове збільшення висоти рослин нуту мали норми висіву насіння. За всіх способів сівби з інокуляцією та без інокуляції вищими показниками середньодобового приросту рослин у висоту відрізняється норма висіву 0,4 млн. схожих насінин на гектар. Зі збільшенням норми висіву насіння з 0,4 до 0,6 млн/га, середньодобове збільшення висоти

рослин нуту непомітно знижується, що пов'язано з площею живлення. Незначне збільшення цього показника спостерігається і при підвищеній нормі висіву насіння нуту – 0,7 млн./га. Це очевидно, пояснюється нестачею світла при загущенні посівів та витягуванням рослин у висоту.

Таблиця 3.3

**Середньодобовий приріст висоти рослин нуту, мм
(середнє за 2 роки)**

Норма висіву насіння, млн/га	Фази розвитку				
	Всходи	Бутонізація	Цвітіння	Формування бобів	Дозрівання бобів
<i>Без інокуляції (контроль)</i>					
0,4	2,9	2,4	3,1	3,7	3,0
0,5	2,8	2,4	3,0	3,6	3,0
0,6	2,7	2,3	3,1	3,6	2,9
0,7	3,0	2,3	3,3	3,7	3,1
<i>Інокуляція насіння</i>					
0,4	3,8	2,6	3,3	4,0	3,2
0,5	3,6	2,6	3,3	3,9	3,1
0,6	3,3	2,5	3,2	3,9	3,2
0,7	3,2	2,4	3,3	3,9	3,2

Середньодобовий приріст висоти рослин нуту, за норми висіву 0,4 млн./га при у фазі сходів становив 2,7-3,0 мм без інокуляції, а з інокуляцією - 3,2 та 3,8 мм відповідно, що перевищує посіви без інокуляції на 0,5-0,8 мм.

У фазі формування бобів нуту ця різниця становить 0,3, а у фазі дозрівання бобів – 0,2 мм.

Згідно з даними таблиці 3.3, середньодобовий приріст висоти рослин нуту у фазі цвітіння нижчий, ніж у фазі бутонізації, але вищий, ніж у фазі формування бобів. Слід зазначити, що величина середньодобового приросту рослин у відповідній фазі розвитку залежить від її тривалості.

Інокуляція насіння сприяла збільшенню параметрів середньодобового приросту висоти рослин нуту в наших дослідженнях.

3.4. Динаміка формування біомаси нуту

Величина формування біомаси залежить від умов, що створюються посівам у період вегетації, та комплексу взаємопов'язаних факторів. При

цьому, чим сприятливіші умови, тим вища продуктивність рослин. Наростання біомаси ще не визначає високу продуктивність посівів і не завжди спостерігається корелятивний зв'язок між індексом біомаси і зерною продуктивністю польових культур.

Для досягнення заданої зернової продуктивності необхідно розробити і застосовувати цілеспрямовані, оптимальні агроприйоми, що сприяють формуванню оптимального врожаю біомаси, характерної для даної культури і сорту.

Результати наших дослідів свідчать про значний вплив норм висіву насіння та інокуляції пре-інокулянтom АгріБактер на величину формування біомаси нуту (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

**Вплив способів посіву, норми висіву та інокуляції насіння на динаміку
формування біомаси нуту, ц/га
(середнє за 2 роки)**

Норма висіву насіння, млн/га	Фази розвитку									
	Всходи		Бутонізація		Цвітіння		Формування бобів		Дозрівання бобів	
	Сирої	Сухої	Сирої	Сухої	Сирої	Сухої	Сирої	Сухої	Сирої	Сухої
<i>Без інокуляції (контроль)</i>										
0,4	18,2	6,1	39,6	10,9	82,4	23,4	119,2	41,6	92,6	52,6
0,5	20,4	6,8	49,0	13,3	88,3	26,3	134,3	45,7	100,8	57,6
0,6	24,3	7,3	57,1	15,2	105,2	30,3	144,4	49,2	108,8	62,0
0,7	26,2	7,9	63,9	16,4	111,5	31,4	153,0	50,6	112,6	63,8
<i>Інокуляція насіння</i>										
0,4	20,7	7,3	45,2	11,2	83,5	28,4	132,1	43,5	104,2	59,3
0,5	23,1	8,1	57,4	15,3	100,2	33,2	160,2	51,4	115,9	66,7
0,6	26,2	9,2	72,5	17,4	119,1	38,4	173,4	56,9	126,7	68,2
0,7	28,4	9,8	84,4	21,2	127,5	44,2	178,7	58,8	143,4	74,9

Більш інтенсивне наростання біомаси на гектар почалося у всіх варіантах дослідів з фази цвітіння нуту.

Індекс біомаси рослин закономірно зростає з переходом рослин до наступних фаз розвитку, досягаючи максимуму за всіма варіантами дослідів у

фазі формування бобів нуту. До фази дозрівання, з огляду на зниження вмісту вологи в біомасі, вона помітно зменшується.

У фазі формування бобів нуту залежно від норм висіву насіння, на посівах без інокуляції формувалася від 41,6-50,6 ц/га, а на інокульованих посівах від 43,5-58,8 ц/га сухої біомаси нуту, що перевищує біомасу не інокульованих посівів на 1,9-8,2 ц з гектара.

У міру збільшення норми висіву насіння з 0,4 до 0,7 млн./га сира і суха біомаса однієї рослини нуту зменшувалася, проте на одиницю площі вона закономірно зростала.

Повітряно-суха біомаса нуту, на відміну від сирої, починає помітно зростати з початком фази формування бобів. Однак досягає максимального значення до моменту збирання врожаю.

Найбільша суха біомаса формувалася на посівах з нормою висіву 0,6-0,7 млн./га, яка у фазі дозрівання бобів склала на не інокульованих посівах 62,0-63,8 ц/га.

На інокульованих посівах величина сухої біомаси нуту в цій фазі при нормі висіву 0,6-0,7 млн./га досягла 68,2-74,9 ц.

На посівах з нормою висіву 0,6-0,7 млн./га насіння нуту, величина сухої біомаси у фазі дозрівання бобів перевищує посіви з нормою висіву насіння 0,4 млн./га, без інокуляції на 9,4-11,2, а з інокуляцією - на 8,9-15,6 ц з гектара відповідно.

Аналіз даних впливу вивчених нами агроприйомів на інтенсивність і величину формування біомаси нуту дозволяє зробити наступний висновок: норма висіву насіння та інокуляція, мають значний вплив на формування і наростання біомаси нуту в період всієї вегетації.

Інтенсивність наростання біомаси спостерігалася з фази бутонізації, її сира маса досягла максимальних значень у фазі формування бобів, а суха – при дозріванні бобів.

Зі збільшенням норми висіву з 0,4 до 0,7 млн/га схожих насінин помітно і закономірно зростають параметри біомаси нуту в усіх фазах його розвитку.

Вплив інокуляції на інтенсивність формування біомаси починається з фази бутонізації, але досягає найбільшої величини у фазах формування бобів та дозрівання бобів нуту.

3.5. Динаміка формування площі листя нуту

Рівень продуктивності польових культур безпосередньо пов'язаний зі світловим режимом, і задана врожайність досягається при оптимальному доступі світла до посівів у період всієї вегетації, що відповідає вимогам сорту, який вирощується.

Величезне значення оптимального індексу асиміляційної поверхні в акумулюванні сонячних променів і ефективного використання ККД ФАР на формування врожаю доведено численними дослідженнями вчених у різних країнах світу.

Як відомо, до 90% врожаю польових культур формується за рахунок діяльності фотосинтезуючих органів рослин. Отже, розроблювані агротехнічні заходи повинні забезпечити оптимальну площу листя в посівах.

Квітко Г. П. вказував: «з усіх видів живлення у формуванні врожаю основним є фотосинтез. Всі інші види живлення мають цінність у тій мірі, в якій вони підтримують основну функцію рослин - фотосинтез і сприяють його здійсненню» [44].

Зв'язок між площею листя і врожаєм дуже чіткий.

Кірілеско О. Л. відзначає: «зростання площі листя інокульованих рослин відбувається більш інтенсивно, і вони накопичують більшу листову поверхню, що сприятливо позначається на фотосинтетичній діяльності рослин» [47].

Ключевич М. М., Гриценко О. Ю. відзначають, що норми висіву і способи посіву мають істотний вплив на площу листя рослин нуту. Зі збільшенням норми висіву насіння площа листя збільшується від 6,8 до 13,5 тис.м²/га [48].

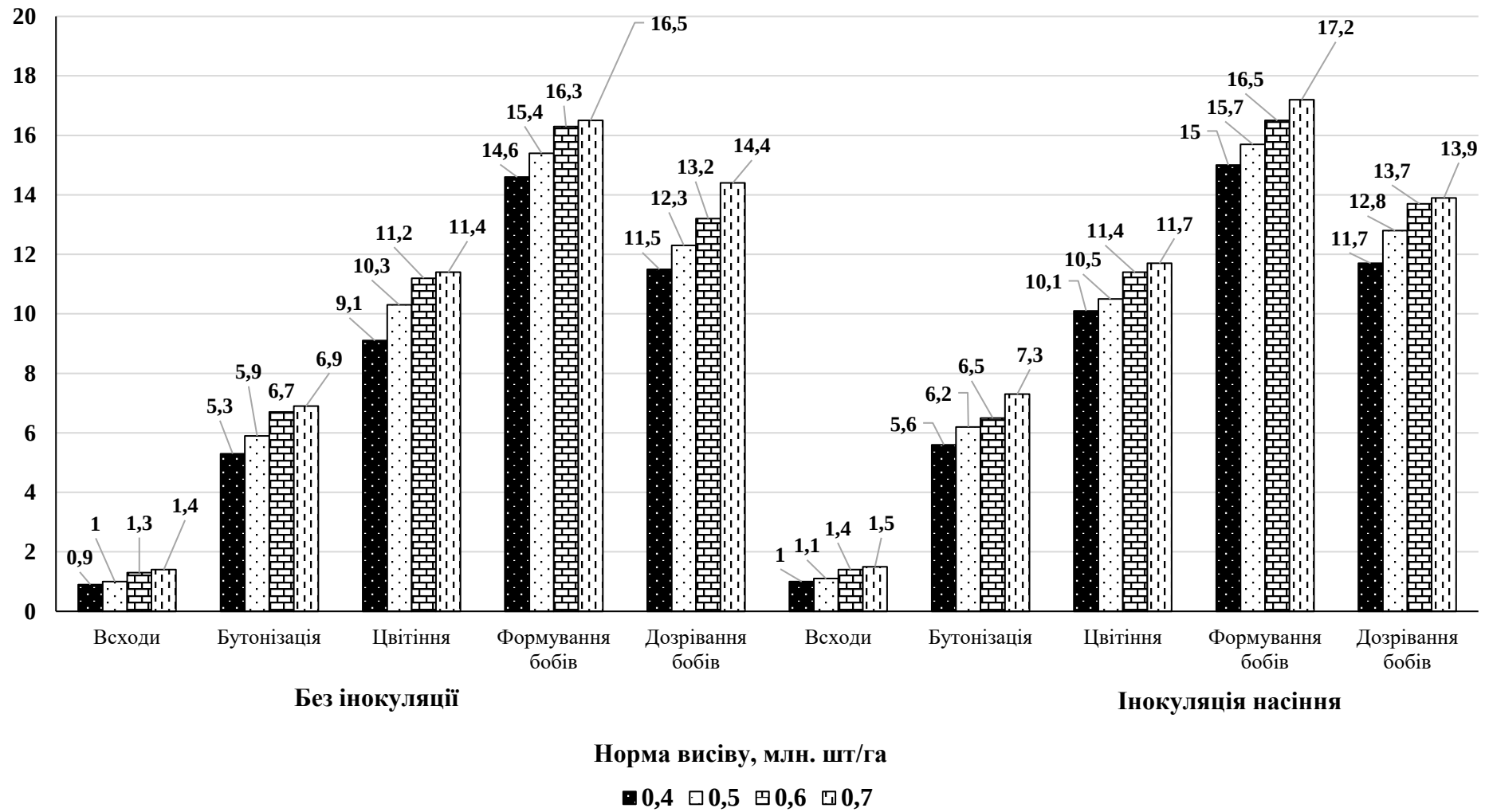


Рис. 3.1. Вплив норми висіву та інокуляції насіння на динаміку формування площі листя нуту, тис. м²/га, (середнє за 2 роки)

У наших дослідженнях норми висіву насіння та інокуляція мали істотний вплив на параметри та інтенсивність формування площі листя нуту (рис. 3.1).

За даними наших експериментальних досліджень норми висіву насіння та інокуляція помітно збільшили площу листя нуту.

На початку вегетації на всіх варіантах дослідів площа листя нуту коливалася в межах від 0,9-1,5, хоча спостерігалася тенденція до її збільшення при більш високій нормі висіву насіння – 0,7 млн./га.

Початок більш інтенсивного наростання площі листя нуту в усіх варіантах дослідів відзначено у фазі бутонізації, але максимальні її величини досягнуто у фазі формування бобів. У фазі дозрівання через висихання листя на нижніх ярусах рослин показники площі листя помітно зменшилися в порівнянні з фазою формування бобів культури.

За даними рис. 3.1, спостерігається закономірне збільшення площі листя нуту в усіх фазах розвитку з підвищенням норми висіву від 0,4 до 0,7 млн/га.

У фазі формування бобів максимальний індекс площі листя в залежності від норми висіву насіння, без інокуляції, при суцільному способі посіву склав 14,6-16,5 тис.м²/га. При інокуляції насіння, дані показники були більшими і склали – 15,0-17,2 тис.м²/га, що перевищує неінокульовані варіанти на 0,4-0,6 тис.м²/га.

Найбільша площа листя формувалася у варіанті висіву 0,7 млн./га насіння, яка досягла 16,5 тис.м²/га, а при інокуляції – 17,2 тис.м²/га, що на 1,9-2,2 тис.м²/га більше, ніж у варіанті з нормою висіву 0,4 млн./га схожих насіння.

Таким чином, узагальнюючи дані наших досліджень, можна відзначити, що зі збільшенням норми висіву насіння з 0,4 до 0,7 млн/га закономірно зростає індекс площі листя. Також збільшується цей показник за рахунок інокуляції насіння нуту.

3.6. Фотосинтетичний потенціал нуту

Продуктивність посівів залежить від параметрів фотосинтезуючих органів рослин, їх активності, а врожайність формується при оптимальних їх величинах.

Показники фотосинтетичного потенціалу польових культур залежать від індексу площі листя, вирощуваних сортів і ґрунтово-кліматичних умов.

Фотосинтетичний потенціал (ФП) характеризує продуктивність асиміляційного апарату за певний період, яка піддається значним змінам залежно від агротехнічних прийомів.

У наших дослідках інокуляція насіння і особливо, норма висіву насіння мали значний вплив на величину ФП нуту (табл. 3.5). При цьому спостерігається прямий корелятивний зв'язок між індексом площі листя і ФП. Зі збільшенням площі листя відповідно зростає і фотосинтетичний потенціал посіву.

Таблиця 3.5.

Фотосинтетичний потенціал (ФП) нуту залежно від норми висіву та інокуляції насіння, тис. м²/га х днів (середнє за 2 роки)

Норма висіву насіння, млн/га	Фази розвитку				
	Всходи	Бутонізація	Цвітіння	Формування бобів	Дозрівання бобів
<i>Без інокуляції (контроль)</i>					
0,4	19,6	117,7	309,0	588,5	825,0
0,5	20,7	119,7	346,8	630,5	852,4
0,6	23,0	129,1	392,5	686,9	868,2
0,7	27,4	126,7	397,2	680,2	903,5
<i>Інокуляція насіння</i>					
0,4	24,5	134,4	345,1	658,2	1017,1
0,5	22,4	135,8	396,6	699,4	1058,3
0,6	31,1	140,5	471,3	780,5	1078,4
0,7	30,7	132,4	499,7	713,3	1088,2

За нашими даними, у всіх варіантах досліду з вивчення прийомів обробітку нуту, максимальне значення фотосинтетичного потенціалу встановлено у фазі формування бобів - дозрівання бобів. Однак, більш інтенсивне його наростання спостерігалось з фази бутонізації – цвітіння.

При цьому найбільші показники ФП відзначено при нормі висіву 0,6 млн./га насіння – 903,5 тис.м²/га х днів без інокуляції і 1088,2 тис.м²/га х днів – у варіанті з інокуляцією насіння. Це перевищує варіант норми висіву 0,4 млн./га, без інокуляції – на 78,5, а з інокуляцією – на 71,1 тис. м²/га х днів.

Така ж закономірність за величиною ФП виявлена і за його сумою за вегетацію нуту (рис. 3.2). Максимальною сумою ФП за вегетацію відрізняється варіант дослідів з висівом 0,7 млн./га схожих насіння і застосуванням інокуляції – 2320,5 тис. м²/га х днів.

У сумі за вегетацію нуту ФП без інокуляції залежно від норми висіву насіння при складав 1909,0...2091,1. Інокуляція збільшила його до 2072,3-2320,5 тис. м²/га х днів відповідно.

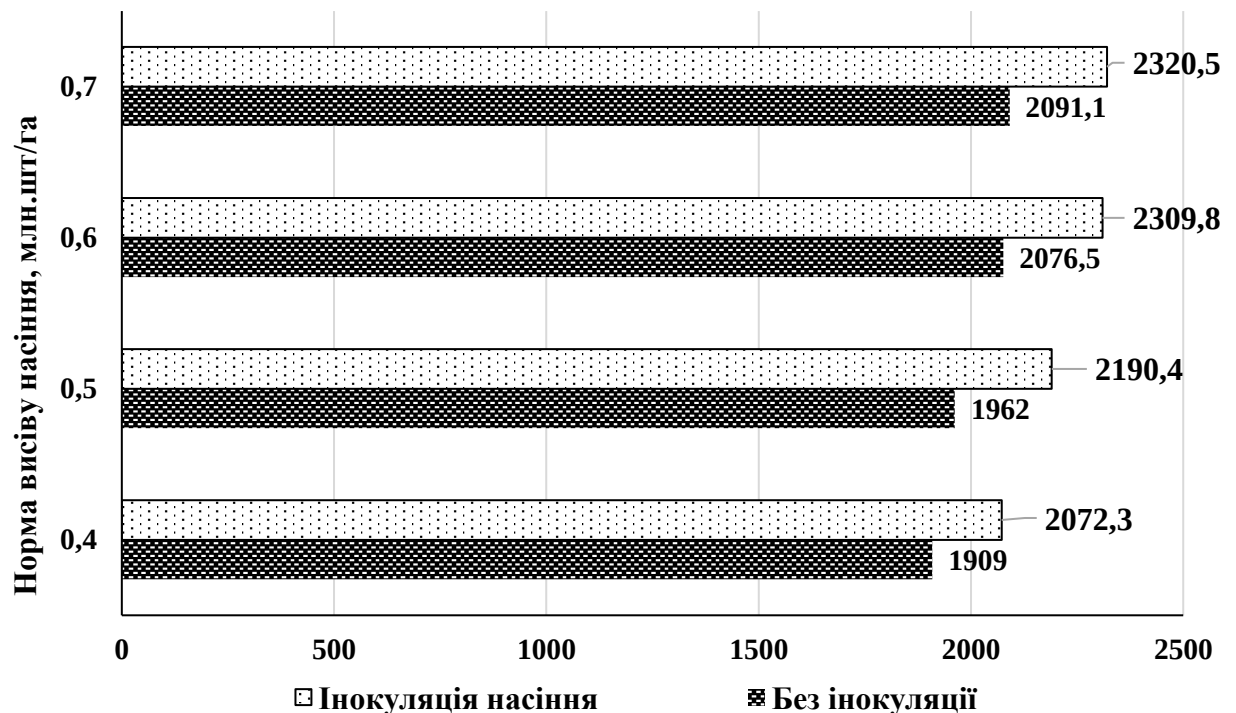


Рис. 3.2. Фотосинтетичний потенціал нуту – сума за вегетацію, тис.м²/га х днів

Показники ФП на посівах із інокуляцією перевершують посіви без інокуляції на 118,3 – 229,4 тис. м²/га х днів. За рахунок інокуляції ФП у фазі утворення-дозрівання бобів нуту збільшився на 69,7-33,1 тис.м²/га. Отже

проведення інокуляції позитивно вплинуло на фотосентитичний потенціал рослин нуту.

3.7. Чиста продуктивність фотосинтезу

Ефективність роботи листя рослин можна оцінити за допомогою 2-х надзвичайно важливих показників продукційного процесу – чистої продуктивності фотосинтезу (ЧПФ) і плодового навантаження листя.

Чиста продуктивність фотосинтезу - це інтегральний показник, що характеризує працездатність асиміляційного апарату і його діяльність у період вегетації рослин. На відміну від фотосинтетичного потенціалу між індексом площі листя і ЧПФ прямий корелятивний зв'язок відсутній.

Показники ЧПФ залежать від величини ФП посівів, а також біомаси, і значною мірою залежать від фази розвитку рослин і технології обробітку культури.

Найвища ЧПФ у всіх варіантах нашого досвіду встановлена у фазі цвітіння нуту, проте її підвищення почалося у фазі бутонізації (табл. 3.6).

Таблиця 3.6.

Чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) залежно від норм висіву та інокуляції насіння, г/м² х добу, (середнє за 2 роки)

Норма висіву насіння, млн/га	Фази розвитку				
	Всходи	Бутонізація	Цвітіння	Формування бобів	Дозрівання бобів
<i>Без інокуляції (контроль)</i>					
0,4	1,7	3,2	3,9	4,0	1,3
0,5	1,5	3,6	3,6	3,8	1,3
0,6	1,3	4,1	3,7	3,7	1,4
0,7	1,2	4,0	3,7	3,7	1,4
<i>Інокуляція насіння</i>					
0,4	1,8	3,2	4,2	3,5	1,7
0,5	1,7	3,6	4,9	3,6	1,6
0,6	1,5	4,1	4,7	2,9	1,5
0,7	1,7	4,0	4,9	4,8	1,7

В середньому за вегетацію більш високими показниками ЧПФ відрізняється варіант з нормою висіву 0,7 млн. схожих насінин на гектар – 3,5-3,6 г/м² х добу (рис. 3.3).

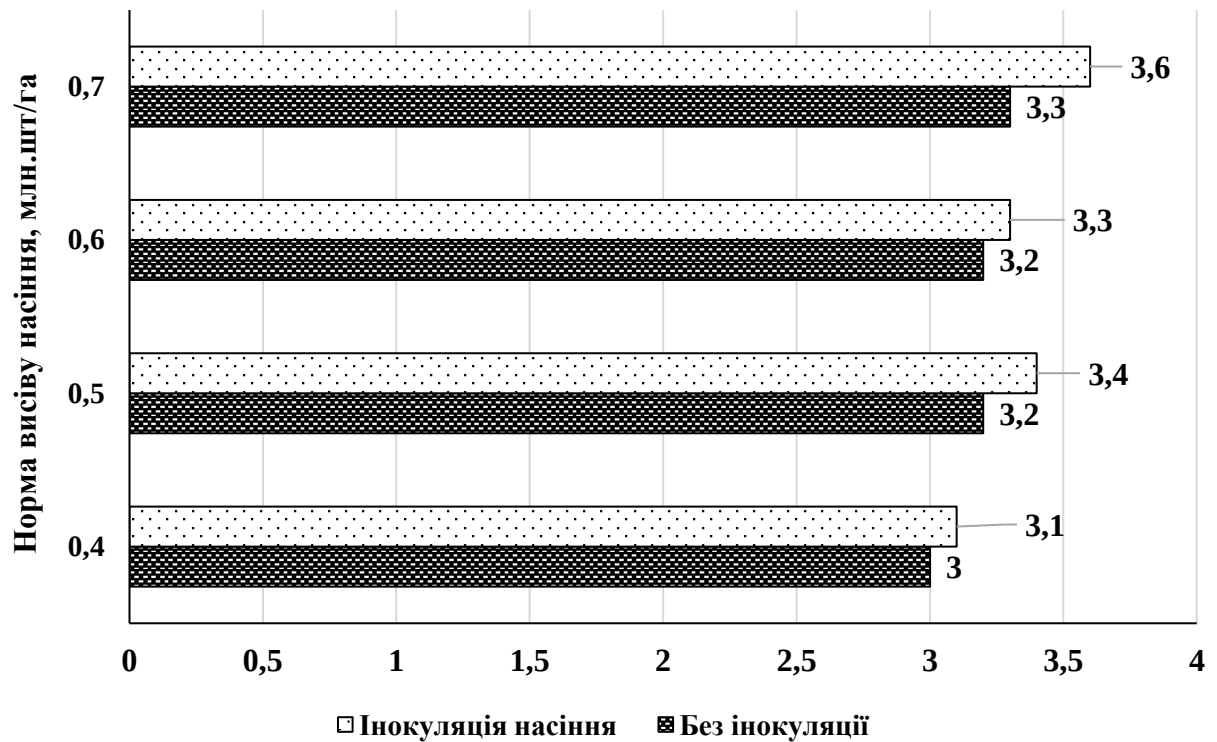


Рис. 3.3. Чиста продуктивність фотосинтезу – сума за вегетацію, г/м² х добу

Залежно від норми висіву насіння, ЧПФ у посівах без інокуляції варіювала в межах 3,0...3,3, а на інокульованих – 3,1... 3,6 г/м² х добу, тобто на 0,1-0,3 г/м² х добу більше на користь інокуляції.

Таким чином, певний вплив з досліджуваних агроприйомів на параметри ЧПФ справили норми висіву насіння. Між крайніми варіантами дослідів за нормою висіву насіння (0,4-0,7 млн./га) різниця ЧПФ в середньому за вегетацію склала 0,3-0,6 г/м² х добу.

3.8. Динаміка формування кількості та маси бульбочкових бактерій

Практичне значення та перспективність використання біологічного азоту в землеробстві загальновідомі.

В останні роки через дефіцит і високі ціни на мінеральні добрива, особливо азотні, під зернобобові культури майже не вносяться, що є причиною обмеження їх врожайності.

Тому розробка агротехнічних прийомів, що сприяють підвищенню активності симбіотичного апарату і максимальне використання біологічного азоту атмосфери є однією з найважливіших проблем ХХІ століття в землеробстві.

Наукою і практикою доведено, що при інокуляції насіння і створенні оптимальних умов для активізації діяльності симбіотичного апарату, зернобобові культури засвоюють до 100 кг/га біологічного азоту, і врожай формується без внесення мінеральних азотних добрив. За рахунок азоту з повітря додатково можна отримати до 1 тони білка

«Як би не було високим виробництво мінеральних азотних добрив, ніколи не слід забувати про доцільність використання біологічного азоту [55].

Петриченко В. Ф. зазначає: «біологічний азот повинен розглядатися як дієвий фактор формування потенційної родючості ґрунту» [66].

Кількість накопиченого азоту з атмосфери на гектар залежить від кількості, маси бульбочок і ступеня активності їх діяльності в період вегетації культури. Для цього необхідно створити їм оптимальні умови шляхом вдосконалення технології обробітку зернобобових культур.

На думку Лихочвора В.В. та Петриченка В.Ф.: «зернобобові культури в районах спекотного клімату за рахунок діяльності ризосферних бактерій можуть покривати до 70% своєї потреби в азоті» [55].

Однорічні бобові, крім сої та люпину, як правило, фіксують азот майже стільки ж, скільки виносять з урожаєм.

Активний симбіоз з бульбочкових бактеріями не тільки підвищує врожай зернобобових, але й збагачує ґрунт азотом, підвищує продуктивність наступних культур при значній економії мінерального азоту.

За даними Дідович С.В., бактеризація насіння нуту перед посівом відшкодовувала внесення 30-60 кг/га азоту [31].

Вищенаведені результати досліджень вчених незаперечно свідчать про необхідність широкого використання бактеріальних добрив у землеробстві, як агроприйому, що забезпечує накопичення біологічного азоту при мізерних витратах, але високій економічній ефективності.

Ми в своїх дослідженнях вивчали вплив способів посіву і норм висіву насіння на формування кількості і маси бульбочкових бактерій на коренях нуту.

Слід зазначити, що в ґрунті дослідної ділянки спонтанні (природні) бульбочкові бактерії саме виду *Rhizobium leguminosarum* були відсутні. Це явище є звичайним в умовах Західної частини Лісостепу України, оскільки низка відомих причин, у тому числі невикористання бактеріальних добрив, призвели до такого стану.

Дані, наведені в таблиці 3.7, свідчать про певний вплив способів посіву нуту на динаміку формування кількості та маси бульбочкових бактерій у наших дослідках.

Таблиця 3.7.

Динаміка формування кількості та маси бульбочок залежно від норми висіву насіння, (середнє за 2 роки)

Норма висіву насіння, млн/га	Фази розвитку			
	Бутонізація	Цвітіння	Формування бобів	Дозрівання бобів
0,4	19/41	36/48	56/134	43/96
0,5	16/38	32/46	54/130	40/93
0,6	14/33	30/43	51/126	38/90
0,7	11/28	27/40	48/122	35/87

Примітка: у чисельнику вказано кількість бульбочок, шт; у знаменнику – їхня маса на одній рослині, мг.

Згідно з даними таблиці, кількість і маса бульбочок на коренях однієї рослини помітно зростала у фазі цвітіння, проте максимальні їх показники встановлені у фазі формування бобів нуту. З огляду на відмирання частини бульбочок наприкінці вегетації, до фази дозрівання бобів, їх кількість і маса

зменшилися в усіх варіантах досліду. Початок утворення бульбочок відзначено на 8-9 день після повних сходів нуту, а їх активність через 7-9 днів після утворення бульбочок.

У фазі формування бобів нуту кількість бульбочок на 1 рослину нуту порівняно з фазою бутонізації та цвітіння збільшилася відповідно в 2,9-4,8 рази.

На цій фазі, залежно від норми висіву насіння утворилося – 48-56 шт. та 122-134 мг відповідно.

На всіх фазах розвитку нуту кількість та маса бульбочок на 1 рослину закономірно зменшувалися зі збільшенням норми висіву насіння з 0,4 до 0,7 млн./га.

Якщо у фазі формування кількість бульбочок у варіанті висіву 0,4 млн./га становила 56 шт. та 134 мг, то при нормі висіву 0,7 млн./га ці показники зменшилися до 48 шт. та 122 мг або на 8 шт. та 12 мг відповідно.

РОЗДІЛ 4

УРОЖАЙНІСТЬ ТА СТРУКТУРА ВРОЖАЮ НУТУ

4. 1. Структура врожаю нуту

Індекс урожайності польових культур безпосередньо залежить від показників елементів структури врожаю.

Думки дослідників щодо впливу способу сівби та інокуляції на відповідні показники елементів врожаю нуту не завжди ідентичні.

У досліджах Гангур В.В. норма висіву суттєво не вплинула на висоту рослин, кількість бобів на рослині, кількість насінин у бобі та масу насіння однієї рослини [25].

Деякі вчені вважають, що загущення зернобобових знижує потужність розвитку кожної рослини, погіршує показники структури врожаю. Це негативно впливає на білковість зерна та кількість бульбочок на коренях рослин нуту.

У наших дослідженнях норми висіву суттєво збільшили кількість бобів і зерен на одній рослині нуту, а також масу зерна однієї рослини.

З підвищенням норми висіву насіння з 0,4 до 0,7 млн.шт/га та збільшенням густоти посівів достовірно знижувалися всі показники структури врожаю нуту, крім маси 1000 насінин, яка знижувалася з підвищенням продуктивності кожної рослини нуту.

Більша кількість бобів, зерен та маса зерна на одній рослині формувалися при висіві 0,4 млн.шт/га насіння, а найнижчими ці показники виявилися при висіві 0,7 млн.шт/га насіння (табл. 4.1).

З підвищенням норми висіву з 0,4 до 0,7 млн./га відповідно зменшувалася маса зерна з однієї рослини.

Значний вплив на масу зерна з однієї рослини справила інокуляція завдяки покращенню режиму живлення біологічним азотом. Маса зерна при цьому була більшою на 0,3-0,4 г.

Таблиця 4.1

**Вплив норми висіву та інокуляції насіння на структуру врожаю нуту,
(середнє за 2 роки)**

Норма висіву насіння, млн/га	Фактична густота рослин перед збиранням, млн./га.	Висота кріплення нижніх бобів, см	Число бобів на одній рослині, шт	Кількість зерен на одній рослині, шт.	Маса зерна з однієї рослини, г.	Маса 1000 насінин, г
Без інокуляції						
0,4	0,30	7	25	34	7,1	208,2
0,5	0,37	7	22	30	6,3	209,0
0,6	0,42	8	21	28	5,8	210,1
0,7	0,54	9	19	26	5,4	210,8
Інокуляція насіння						
0,4	0,32	8	28	38	7,5	207,1
0,5	0,37	8	26	35	6,8	208,0
0,6	0,43	10	24	32	6,3	208,8
0,7	0,47	11	22	29	5,7	209,5

Також на інокульованих посівах збільшувалось число бобів на одній рослині з 22 до 28 шт., на варіантах без інокуляції цей показник складав 19-25 шт., залежно від норми висіву насіння нуту. Із збільшення норми висіву, даний показник зменшувався, що обумовлено зменшенням площі живлення рослин нуту.

Підвищення норми висіву насіння призвело до незначного збільшення маси 1000 зерен. Вона вища у варіантах з нормою висіву 0,6-0,7 млн./га насіння та низька у варіанті з нормою висіву 0,4 млн./га насіння. Це збільшення маси 1000 зерен пов'язане зі зменшенням кількості бобів на одну рослину та зерен у бобі.

Отже, підвищення врожайності нуту зі збільшенням норми висіву насіння забезпечується не за рахунок формування більш високопродуктивних рослин, а за рахунок збільшення густоти стояння рослин та щільності посівів.

Висота прикріплення нижніх бобів на рослинах нуту була вищою при високих нормах висіву насіння (0,6-0,7 млн./га), і складала на інокульованих

посівах – 10-11 см, при цьому на варіантах без інокуляції цей показник складав – 8-9 см.

4.2. Урожайність нуту залежно від інокуляції та норми висіву насіння

Індекс продукційного процесу адекватний умовам, що створюються на посівах у період вегетації.

Урожайність як основний і завершальний етап продуктивності рослин відображає вплив комплексу взаємопов'язаних факторів на рослинний організм в органогенезі та ступінь їх відповідності біологічним вимогам культури.

Отже, продуктивність нуту залежить від сортових, ґрунтово-кліматичних, а також агротехнічних умов, зокрема від норми висіву насіння, від яких залежить схема розміщення та площа живлення рослин, як детермінанта ступеня використання ними факторів життя.

Залежність продуктивності польових культур від інокуляції, норм висіву насіння, як найважливіших елементів агрокомплексу, доведена численними дослідженнями.

Професор Господаренко Г. М. підкреслює: «навіть за найсприятливіших умов вирощування сільськогосподарських культур, лише через неправильне розміщення рослин по полю ми втрачаємо 1/5 частину врожаю» [28, 29].

Слід зазначити, що результати досліджень вчених щодо вивчення інокуляції та норм висіву насіння не завжди узгоджені.

На думку одних, зі збільшенням норми висіву насіння нуту підвищується врожайність, інші зазначають, що норми висіву насіння не впливають на врожай.

Ряд учених відзначають зменшення кількості бобів і насіння на 1 рослину зі збільшенням густоти рослин. Однак зменшення зазначених елементів структури врожаю компенсується кількістю рослин.

В умовах Італії не встановлено суттєвого впливу норми висіву на врожай.

У досліджах Вуса Н. Р. та Кобизєва Л. Н. норма висіву та способи сівби суттєво вплинули на площу листя та врожайність нуту. Оптимальною нормою було 0,8 млн. шт./га схожих насінин [23].

В умовах Індії максимальний урожай нуту при нормі висіву 0,6 млн. шт./га становив 18 ц/га.

Бушулян О. В., Січкарь В. І. вважають: «найкращим способом нуту вважають суцільний. При широкорядному посіві рослини розвиваються слабше, з меншою кількістю бобів та зерен у бобах, що призводить до зниження врожаю. Однак такі посіви дозрівають раніше. Оптимальною нормою при суцільному способі посіву вони вважають 0,5-0,6 млн. шт./га схожих насінин» [22].

Інокуляція бобових впливає не лише на підвищення врожайності, а й на якість урожаю, значно збільшуючи вміст білка [19].

У досліджах Березовського К., інокуляція в поєднанні з добривом підвищила врожайність нуту з 18 до 27 ц/га, з одночасним підвищенням вмісту білка в зерні з 5,26 до 6,12% [10].

В умовах Індії (Finkel T., Holbrook J., 2000) інокуляція підвищила в перший рік дослідження врожайність насіння нуту на 72%, в наступному році – на 20% (післядія) [83].

Без інокуляції врожайність нуту залежно від норм висіву насіння складала 2,0-2,24 т/га, а на інокульованих посівах – 2,11-2,80 т/га відповідно.

Інокуляція забезпечувала приріст врожаю нуту на 1,1-1,2 ц/га.

В середньому за 2 роки врожайність зерна нуту у варіантів з високою нормою висіву (0,7 млн./га), без інокуляції, складала 2,24 т/га, а на інокульованих посівах 2,80 т/га відповідно. У посівах же, з нормою висіву 0,4 млн/га, ці показники становили 2,0 та 2,11 т/га.

Приріст врожаю зерна нуту між крайніми варіантами з нормою висіву насіння нуту (0,4-0,7 млн./га) був значним і досягав 0,11 та 0,56 т/га.

Слід зазначити, що в середньому за 2 роки, різниця в урожайності між нормами висіву 0,6-0,7 млн./га схожих насінин дуже обмежена - 0,04 т/га, що

не виправдає витрат на насіння та інші витрати. Тому оптимальною нормою висіву насіння слід вважати 0,6 млн. схожих насінин на 1 гектар.

Таблиця 4.2

**Урожайність насіння нуту залежно від норм висіву та інокуляції насіння,
т/га**

Норма висіву насіння, млн/га	Роки досліджень		Середнє за 2 роки	Прибавка до контролю, т/га
	2024	2025		
Без інокуляції				
0,4	2,00	2,00	2,00	-
0,5	2,10	2,15	2,13	-
0,6	2,18	2,23	2,21	-
0,7	2,21	2,26	2,24	-
Інокуляція насіння				
0,4	2,10	2,12	2,11	+0,11
0,5	2,30	2,60	2,45	+0,32
0,6	2,65	2,80	2,73	+0,52
0,7	2,70	2,90	2,80	+0,56
НІР ₀₅	0,235	0,284		

Таким чином, узагальнення врожайних даних за результатами наших дослідів дозволяє зробити висновок про те, що оптимальним варіантом є посів нуту нормою 0,6 млн/га схожих насінин, з інокуляцією насіння, яка забезпечує отримання 2,8 т/га зерна нуту.

4.3. Вплив норми висіву та інокуляції насіння на вміст білка в насінні нуту

Вміст білка у зерні нуту формується під впливом комплексу абіотичних та агротехнічних чинників, серед яких важливе значення мають норма висіву та біологічна інокуляція насіння специфічними штамми бульбочкових бактерій. Норма висіву визначає густоту стояння рослин, рівень конкуренції за ресурси та інтенсивність формування симбіотичного апарату, що безпосередньо пов'язано з накопиченням білкових речовин.

За даними Лихочвор В. В., Пушак В. І., підвищення густоти посіву нуту супроводжується збільшенням конкуренції між рослинами за вологу, світло та поживні речовини, що може обмежувати розвиток кореневої системи й активність бульбочкових бактерій [54].

Ковальчуком В.М. встановлено, що надмірне загущення часто призводить до зниження інтенсивності азотфіксації, внаслідок чого вміст білка в зерні зменшується на 0,5–1,5 %. Оптимальна ж норма висіву забезпечує рослинам кращу площу живлення та підвищену здатність до формування надземної і підземної маси, що сприяє накопиченню білкових сполук [49].

Непран І.В., зазначає, що інокуляція насіння нуту специфічними штамми *Rhizobium leguminosarum* є одним із найефективніших прийомів збагачення рослин азотом біологічного походження. За результатами численних авторів, застосування інокулянтів підвищує інтенсивність симбіотичної азотфіксації на 20–40 %, що приводить до зростання вмісту білка в зерні на 1,5–4,0 % залежно від умов вирощування. Найбільший ефект спостерігається на ділянках, де нут не вирощувався протягом тривалого часу, а також за достатнього рівня зволоження та оптимальної густоти посіву [61].

Отже, узагальнення наукових даних свідчить, що норма висіву опосередковано впливає на білковість зерна, регулюючи ресурсний режим та життєздатність симбіозу. Інокуляція ж виступає прямим біологічним чинником, що забезпечує збільшення азотного живлення і, відповідно, підвищення білка.

Для встановлення впливу норм висіву та інокуляції було проведено двофакторний польовий дослід, де вивчали чотири норми висіву (0,4; 0,5; 0,6; 0,7 млн схожих насінин/га) у варіантах без інокуляції та з інокуляцією насіння. Показники вмісту білка наведено у таблиці (4.3).

На варіантах без інокуляції, найвищий вміст білка (25,8 % у середньому) зафіксовано при нормі висіву 0,6 млн/га, що свідчить про оптимальні умови живлення та розвиток симбіотичного апарату. Зниження показників за норм

0,4 та 0,7 млн/га узгоджується з даними літератури щодо негативного впливу як надмірної розрідженості, так і загушення посівів.

Таблиця 4.3

Вплив норм висіву, та інокуляції на вміст білка в насінні нуту, %

Норма висіву, млн/га	Вміст білка, %		
	2024 рік	2025 рік	Середнє за два роки
Без інокуляції			
0,4	24,7	24,9	24,8
0,5	25,2	25,4	25,3
0,6	25,6	26,0	25,8
0,7	24,9	25,1	25,0
Інокуляція насіння			
0,4	25,9	26,2	26,0
0,5	26,5	26,9	26,7
0,6	27,2	27,7	27,4
0,7	25,8	26,3	26,0

На варіантах із інокуляцією насіння, максимальний показник вмісту білка складав в середньому за два роки – 27,4 % і також отримано при нормі 0,6 млн/га, що на 1,6 % перевищує відповідний варіант без інокуляції. Це підтверджує, що оптимальна густота стояння рослин є умовою для максимальної реалізації ефекту біологічної інокуляції.

При нормі 0,7 млн/га відзначено зниження вмісту білка до 26,0 %, що свідчить про послаблення симбіотичної активності через загушення.

Одже, інокуляція насіння нуту забезпечувала стабільне підвищення вмісту білка в середньому на 1,2–1,8 %, що повністю узгоджується з даними наукових джерел. Оптимальною нормою висіву для формування максимальної білковості встановлено 0,6 млн схожих насінин/га, за якої отримано 25,8 % білка у контролі та 27,4 % — за інокуляції.

Підвищення або зниження густоти стояння рослин негативно впливало на накопичення білка незалежно від варіанту інокуляції, що свідчить про важливість дотримання фізіологічно обґрунтованої норми висіву.

На основі проведених досліджень можна стверджувати, що поєднання оптимальної густоти посіву та інокуляції насіння є найбільш ефективним прийомом підвищення вмісту білка в зерні нуту.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Економічна оцінка результатів досліджень є першим етапом комплексного аналізу технології вирощування нуту, після чого вона дозволяє програму, наскільки достатньо впроваджувати певні агротехнічні заходи у виробничу практику. Під час оцінки ефективності використання різних норм висіву та інокуляції враховуються якість продукції та врожайність, а також економічні результати, такі як витрати на вирощування, рівень прибутку та рентабельність.

Сучасний підхід до економічного аналізу в сільському господарстві полягає в тому, щоб розрахувати прямі та непрямі витрати, пов'язані з виконанням певних технологічних операцій, а потім порівняти ці витрати з економічним ефектом, який виражається в більшому урожаї, підвищеній якості зерна, розмірі валової продукції та прибутку. Таким чином, економічна оцінка є необхідною умовою для прийняття управлінськими рішеннями щодо вдосконалення технології вирощування зернобобових культур.

Вміст білка всередині є ключовим фактором економічної ефективності, який впливає на цінову політику під час продажу продукту. Зерно з більшим вмістом протеїну має кращі харчові та кормові властивості, тому воно має більший попит і може продаватися дорожче. Таким чином, інокуляція насіння, яка сприяє збільшенню біологічної фіксації азоту та підвищенню білковості зерна, може бути дуже вигідною з економічної точки зору.

Окрім того, норма висіву визначає рівень витрат на насіння та впливає на густоту стояння рослин, що у свою чергу позначається на врожайності. Встановлення оптимальної норми висіву дозволяє мінімізувати витрати, забезпечуючи при цьому максимальну продуктивність агроценозу. З економічної точки зору оптимальною вважається така норма висіву, яка забезпечує найвищий прибуток і рівень рентабельності, а не лише максимальну врожайність.

Отже, економічна оцінка результатів досліджень спрямована на визначення:

- собівартості продукції залежно від варіантів технології;
- величини умовно чистого прибутку при застосуванні різних норм висіву та інокуляції;
- рентабельності вирощування нуту за кожним варіантом досліджу;
- економічно найбільш доцільного варіанту технології.

Проведення такого аналізу дає змогу обґрунтувати вибір ефективних агротехнічних прийомів, спрямованих на підвищення продуктивності нуту та зростання економічної віддачі виробництва. У наступних підрозділах буде детально розглянуто вплив норм висіву та інокуляції насіння на економічні показники вирощування культури та визначено оптимальний варіант з позиції виробничої практики.

В наших дослідженнях ми отримали наступні результати щодо економічних показників (таблиця 5.1).

Таблиця 5.1

Економічна ефективність вирощування сорту нуту Зодіак, залежно від норм висіву та інокуляції насіння

Норма висіву, млн/га	Урожайність, т/га	Ціна 1 т продукції, грн	Вартість продукції, грн/га	Виробничі затрати, грн/га	Прибуток, грн/га	Собівартість з 1 т зерна, грн	Рівень рентабельності, %
Без інокуляції							
0,4	2,00	27000	54000	38859	15141	19429,5	38,9
0,5	2,13	27000	57510	39959	17551	18760,0	43,9
0,6	2,21	27000	59670	41059	18611	18578,7	45,3
0,7	2,24	27000	60480	42159	18021	18820,9	42,7
Інокуляція насіння							
0,4	2,11	27000	56970	41035	15935	19447,8	38,8
0,5	2,45	27000	66150	42135	24015	17197,9	56,9
0,6	2,73	27000	73710	43235	30475	15836,9	70,6
0,7	2,80	27000	75600	44335	31265	15833,9	70,5

Дані таблиці свідчать, що норма висіву та інокуляція насіння істотно впливають на рівень урожайності, економічні показники та загальну ефективність вирощування культури.

За варіантів без застосування інокулянту простежується тенденція до незначного зростання урожайності зі збільшенням норми висіву від 0,4 до 0,7 млн схожих насінин/га – з 2,00 до 2,24 т/га. Водночас економічна ефективність зміщується нерівномірно. Максимальний прибуток (18 611 грн/га) сформував варіант з нормою висіву 0,6 млн/га, що забезпечив урожайність 2,21 т/га та рівень рентабельності 45,3 %.

Подальше збільшення норми висіву до 0,7 млн/га призвело до зростання валового збору, однак це не супроводжувалося покращенням економічних показників. Прибуток знизився до 18 021 грн/га, а рівень рентабельності – до 42,7 %, що свідчить про підвищення виробничих витрат та зменшення економічної віддачі.

Собівартість продукції у варіантах без інокуляції змінювалася від 18,76 до 19,43 тис. грн/т, що є відносно високим показником.

Використання інокулянту сприяло суттєвому підвищенню економічної ефективності та урожайності. Урожайність зростала від 2,11 т/га за норми висіву 0,4 млн/га до 2,80 т/га за норми 0,7 млн/га.

Найвищі економічні показники відмічені у варіантах з нормою висіву 0,6-0,7 млн/га, які забезпечили прибуток 30 475-31 265 грн/га та рівень рентабельності 70,5-70,6 %. Це удвічі вище порівняно з аналогічними варіантами без інокуляції.

Собівартість продукції за інокуляції була значно нижчою і коливалася в межах 15,83-19,45 тис. грн/т, причому найнижчого значення (15 833-15 836 грн/т) досягнуто у варіантах з нормою висіву 0,6-0,7 млн/га.

Загалом інокуляція забезпечила – підвищення урожайності на 0,11-0,59 т/га залежно від норми висіву; збільшення вартості продукції на 2 970-15 930 грн/га; зростання прибутку у 1,5-1,8 раза; зниження собівартості на 1,7-3,9 тис. грн/т; підвищення рівня рентабельності на 12-30 %.

Найбільш економічно обґрунтованою є норма висіву 0,6 млн/га у поєднанні з інокуляцією насіння, яка забезпечила максимальний показник рентабельності – 70,6 %.

Отримані результати підтверджують доцільність застосування інокуляції насіння та оптимізації норми висіву. Найвища економічна ефективність спостерігається за поєднання інокуляції з нормами висіву 0,6–0,7 млн/га, що забезпечує максимальний прибуток, мінімальну собівартість та найвищий рівень рентабельності.

РОЗДІЛ 6

ЕКОЛОГІЯ І ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Охорона навколишнього природного середовища є важливою складовою сучасного агровиробництва та передбачає раціональне використання природних ресурсів, запобігання їх виснаженню, мінімізацію негативного впливу сільськогосподарських технологій на ґрунт, воду, атмосферу та біорізноманіття. Екологізація виробничих процесів у фермерських господарствах спрямована на забезпечення сталості землеробства та збереження природних екосистем у довгостроковій перспективі [36, 40].

У сільському господарстві, зокрема під час вирощування бобових культур, важливим екологічним аспектом є охорона ґрунтів від деградації. Надмірна інтенсифікація землеробства, порушення структури сівозміни, недотримання технологічних вимог призводять до ерозійних процесів, втрати родючості, зменшення вмісту гумусу та погіршення фізичних властивостей ґрунту. Вирощування нуту є екологічно доцільним елементом сівозміни, оскільки ця культура сприяє фіксації атмосферного азоту за допомогою симбіотичних бульбочкових бактерій, покращує структуру ґрунту та зменшує потребу у внесенні мінерального азоту, що знижує ризики забруднення ґрунтових вод нітратами [50].

Окрему увагу приділяють охороні водних ресурсів. Потрапляння мінеральних добрив та засобів захисту рослин у водойми призводить до евтрофікації, погіршення якості води та втрати біорізноманіття. Для запобігання негативним наслідкам запроваджується система раціонального внесення добрив, точне дозування препаратів, а також використання сучасних технологій обприскування, що зменшують знос робочого розчину та знижують ймовірність забруднення поверхневих вод. Обробіток посівів нуту, як правило, передбачає мінімальну кількість хімічних обробок, що зменшує екологічне навантаження на територію господарства [56].

Охорона атмосферного повітря пов'язана зі зниженням викидів пилу, вихлопних газів, а також летких речовин, що утворюються під час використання пестицидів. Використання сучасної сільськогосподарської техніки з оптимізованими двигунами та своєчасне технічне обслуговування машин дозволяє суттєво зменшити викиди у повітря. У ФГ «Вікторія-2018» застосовуються трактори та агрегати, що проходять регулярну діагностику і відповідають екологічним нормам, що сприяє зменшенню впливу на атмосферу. Під час виконання обприскування дотримуються санітарних розривів та вимог щодо температури та швидкості вітру, що запобігає дрейфу хімічних речовин за межі поля [60].

Важливим компонентом є збереження біорізноманіття. Надмірне застосування хімічних засобів може негативно впливати на комах-запилювачів, ґрунтову мікрофлору та фауну. Вирощування нуту є екологічно сприятливим, оскільки ця культура стійкіша до шкідників і хвороб порівняно з іншими зернобобовими, тому потребує менше інсектицидів та фунгіцидів. У господарстві застосовують інтегровану систему захисту рослин, яка передбачає моніторинг фітосанітарного стану, вибір мінімально необхідних норм ЗЗР, а також використання біологічних препаратів та інокуляції, що зменшує загальне пестицидне навантаження [60].

Рациональне використання земельних ресурсів у ФГ «Вікторія-2018» пов'язане з дотриманням правильних сівозмін, мінімалізацією глибокої оранки, застосуванням енергоощадних технологій та збереженням природної родючості ґрунтів. Після вирощування нуту в ґрунті залишається значна кількість біологічного азоту, що дозволяє зменшити використання азотних добрив під наступні культури. Це сприяє поліпшенню екологічної ситуації на полях та зменшенню антропогенного навантаження на екосистему [50].

Екологічна безпека також включає поводження з відходами. На території господарства організовано збір, тимчасове зберігання та утилізацію тари з-під пестицидів згідно з вимогами санітарного законодавства. Втрати зерна під час збирання мінімізуються шляхом налаштування техніки, що

зменшує кількість післяжнивних відходів. Рештки рослинності рівномірно подрібнюються і повертаються в ґрунт як органічна маса, що сприяє відновленню родючості та зменшенню потреби у мінеральних добривах [27].

Таким чином, екологічний підхід до вирощування нуту у ФГ «Вікторія-2018» спрямований на збереження природних ресурсів, запобігання деградаційним процесам та мінімізацію негативного впливу на навколишнє середовище. Комплексне дотримання агроекологічних вимог, сучасні технології землеробства та раціональне використання ресурсів забезпечують екологічну стійкість виробництва та сприяють формуванню збалансованих агроландшафтів.

РОЗДІЛ 7

ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці є складовою частиною системи управління будь-якого виробництва та має на меті забезпечення безпечних і нешкідливих умов праці, запобігання травматизму та професійним захворюванням. У сільському господарстві охорона праці охоплює комплекс організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та навчально-методичних заходів, що спрямовані на безпечне виконання робіт у полі, на фермах та виробничих приміщеннях [39].

В умовах агровиробництва, де працівники постійно контактують із технікою, пестицидами, мінеральними добривами та біологічними препаратами, значна увага приділяється дотриманню правил експлуатації машин, використанню засобів індивідуального захисту та проведенню інструктажів [33].

Система охорони праці включає підготовку персоналу та контроль за дотриманням безпечних технологій. Працівники проходять вступний інструктаж, первинний інструктаж на робочому місці, повторний інструктаж, а також позапланові та цільові заняття під час змін технології або виконання небезпечних операцій. Важливим є регулярне медичне обстеження працівників, особливо тих, хто контактує з хімічними речовинами та механізованими агрегатами, що дозволяє своєчасно виявляти професійні ризики та попереджувати захворювання [30, 34].

Важливе місце займає технічна безпека. Машини і механізми повинні перебувати у справному стані; перед початком робіт проводиться технічний огляд та перевірка захисних огорожень, гальмівних систем і освітлення. Під час виконання робіт заборонено перебування сторонніх осіб у небезпечній зоні, регулювання або очищення агрегатів відбувається лише після зупинки техніки. До комплексу заходів з охорони праці також входять організаційні методи: правильне планування робочого дня, забезпечення безпечного пересування в полі, контроль за погодними умовами та обмеження роботи у несприятливих кліматичних умовах [49].

Санітарно-гігієнічні умови включають належну організацію робочих місць, забезпечення питною водою, наявність побутових приміщень для відпочинку та харчування, а також застосування індивідуальних засобів захисту під час роботи з хімічними препаратами та добривами. Працівники повинні дотримуватися правил особистої гігієни, використовувати захисний одяг, рукавички, окуляри та респіратори, що дозволяє зменшити контакт із шкідливими речовинами [59]. Пожежна безпека в агровиробництві реалізується через оснащення складів вогнегасниками, обмеження джерел відкритого вогню, проведення інструктажів та дотримання правил поведінки з паливом і хімічними речовинами [65].

У фермерських господарствах, таких як ФГ «Вікторія-2018», система охорони праці адаптована до конкретних умов вирощування культур, зокрема нуту. Тут забезпечено безпечне виконання всіх технологічних операцій: передпосівний обробіток ґрунту, посів, догляд за посівами та збирання врожаю. Техніка передбачає обов'язкову перевірку перед початком робіт, що запобігає аварійним ситуаціям. Працівники, зайняті внесенням мінеральних добрив та інокулянтів, застосовують засоби індивідуального захисту, дотримуються правил поведінки з біологічними препаратами та дотримуються санітарної обробки після завершення роботи [74].

Особлива увага приділяється роботам із застосуванням ЗЗР. Внесення гербіцидів та інсектицидів проводиться лише за сприятливих погодних умов і з використанням респіраторів, рукавичок, спецодягу та окулярів. Для запобігання поширенню небезпечних речовин на робочому місці застосовуються окремі зони зберігання та спеціальні контейнери для тари [35]. Під час збирання врожаю нуту виконується контроль технічного стану комбайнів, заборонено ручне очищення робочих органів на ходу, а рух техніки в полі здійснюється лише з увімкненими сигнальними приладами.

Санітарно-гігієнічні умови працівників господарства забезпечуються через наявність питної води, місць для відпочинку та харчування, аптечок на виробничих ділянках, а також регулярні медичні огляди. Електробезпека

підтримується через обмежений доступ до електроустановок, регулярну перевірку заземлення та використання захисних пристроїв у приміщеннях із підвищеною вологістю [9].

Таким чином, система охорони праці у ФГ «Вікторія-2018» дозволяє забезпечити безпечні умови праці для всіх категорій персоналу, мінімізує ризики травматизму та професійних захворювань, а також сприяє ефективній реалізації технологічного процесу вирощування нуту. Дотримання нормативних вимог, постійний контроль за технічним станом обладнання та санітарно-гігієнічними умовами, навчання та інструктажі працівників забезпечують високий рівень безпеки на виробництві.

ВИСНОВКИ

1. Урожайність польових культур формується внаслідок складних фізіологічних процесів, пов'язаних між рослинами та умовами навколишнього середовища, на які суттєво впливають агротехнічні прийоми. Тому розроблені елементи технології повинні забезпечити оптимальні умови для доступу до рослин факторів життя адекватно біологічним вимогам вирощуваних культур, сортів, максимальне використання посівами сонячної енергії для фотосинтезу та формування високого врожаю.

2. За нормами висіву насіння польова схожість варіює залежно від норми висіву насіння в межах від 86,1 до 95,5%, з різницею між крайніми варіантами 9,4%. Найменша польова схожість – 86,1-87,6% відзначена при посіві 0,7 млн./га схожих насінин, максимальні показники – 94,0-95,5% за цим показником спостерігалися у варіанті висіву 0,4 млн. схожих насінин.

3. Інокуляція позитивно вплинула на енергію проростання рослин, завдяки покращенню режиму живлення та формуванню більш потужних рослин. Завдяки інокуляції енергія проростання підвищилася до 2%.

4. Норма висіву та інокуляція насіння впливають на висоту рослин. Більш інтенсивне зростання рослин нуту починається з фази бутонізації-цвітіння, а до дозрівання бобів темпи зростання рослин нуту у висоту знижуються. В кінці вегетації найбільш високорослі рослини нуту (59 см) формувалися при нормі висіву 0,4 млн/га, при інокуляції насіння.

5. Середньодобовий приріст висоти рослин нуту у фазі цвітіння нижчий, ніж у фазі бутонізації, але вищий, ніж у фазі формування бобів. Слід зазначити, що величина середньодобового приросту рослин у відповідній фазі розвитку залежить від її тривалості. Інокуляція насіння сприяла збільшенню параметрів середньодобового приросту висоти рослин нуту в наших дослідженнях.

6. Норма висіву насіння та інокуляція, мають значний вплив на формування і наростання біомаси нуту в період всієї вегетації. Зі збільшенням норми висіву з 0,4 до 0,7 млн/га схожих насінин помітно і закономірно

зростають параметри біомаси нуту в усіх фазах його розвитку. На посівах з нормою висіву 0,6-0,7 млн./га насіння нуту, величина сухої біомаси у фазі дозрівання бобів перевищує посіви з нормою висіву насіння 0,4 млн./га, без інокуляції на 9,4-11,2, а з інокуляцією – на 8,9-15,6 ц з гектара відповідно.

7. Найбільша площа листя формувалася у варіанті висіву 0,7 млн./га насіння, яка досягла 16,5 тис.м²/га, а при інокуляції – 17,2 тис.м²/га, що на 1,9-2,2 тис.м²/га більше, ніж у варіанті з нормою висіву 0,4 млн./га схожих насіння.

8. Показники фотосинтетичного потенціалу (ФП) на посівах із інокуляцією перевершують посіви без інокуляції на 118,3 – 229,4 тис. м²/га х днів. За рахунок інокуляції ФП у фазі утворення-дозрівання бобів нуту збільшився на 69,7-33,1 тис.м²/га. Отже проведення інокуляції позитивно вплинуло на фотосинтетичний потенціал рослин нуту.

9. Залежно від норми висіву насіння, ЧПФ у посівах без інокуляції варіювала в межах 3,0...3,3, а на інокульованих – 3,1... 3,6 г/м² х добу, тобто на 0,1-0,3 г/м² х добу більше на користь інокуляції. Таким чином, певний вплив з досліджуваних агроприйомів на параметри ЧПФ справили норми висіву насіння. Між крайніми варіантами дослідів за нормою висіву насіння (0,4-0,7 млн./га) різниця ЧПФ в середньому за вегетацію склала 0,3-0,6 г/м² х добу.

10. На всіх фазах розвитку нуту кількість та маса бульбочок на 1 рослину закономірно зменшувалися зі збільшенням норми висіву насіння з 0,4 до 0,7 млн./га. Якщо у фазі формування кількість бульбочок у варіанті висіву 0,4 млн./га становила 56 шт. та 134 мг, то при нормі висіву 0,7 млн./га ці показники зменшилися до 48 шт. та 122 мг або на 8 шт. та 12 мг відповідно.

11. Оптимальним варіантом є посів нуту нормою 0,6 млн/га схожих насінин, з інокуляцією насіння, яка забезпечує отримання 2,8 т/га зерна нуту. Слід зазначити, що в середньому за 2 роки, різниця в урожайності між нормами висіву 0,6-0,7 млн./га схожих насінин дуже обмежена - 0,04 т/га, що

не виправдає витрат на насіння та інші витрати. Тому оптимальною нормою висіву насіння слід вважати 0,6 млн. схожих насінин на 1 гектар.

12. Інокуляція насіння нуту забезпечувала стабільне підвищення вмісту білка в середньому на 1,2–1,8 %, що повністю узгоджується з даними наукових джерел. Оптимальною нормою висіву для формування максимальної білковості встановлено 0,6 млн схожих насінин/га, за якої отримано 25,8 % білка у контролі та 27,4 % — за інокуляції.

13. Найбільш економічно обґрунтованою є норма висіву 0,6 млн/га у поєднанні з інокуляцією насіння, яка забезпечила максимальний показник рентабельності – 70,6 %.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВА

Результати наших досліджень показують, що в умовах ФГ «Вікторія 2018», та в господарствах з аналогічними ґрунтово-кліматичними умовами для отримання 2,80 т/га насіння нуту рекомендовано проводити передпосівну обробку насіння пре-інокулянт АгріБактер на основі бактерій виду *Rhizobium leguminosarum*, з нормою висіву 0,6 млн. схожих насінин на 1 гектар.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Адаменко Т. Зміна агрокліматичних умов та їх вплив на зернові господарства. *Агроном*. 2006. № 3. С. 12-15.
2. Андрущенко Г.О. Ґрунти Західних областей УРСР. - Львів-Дубляни. – 1970-184 с.
3. Бабич А. О. Світові земельні, продовольчі і кормові культури : монографія. Київ: Аграр. наука, 1996. 570 с.
4. Бабич А. О., Бабич–Побережна А. А. Світові ресурси рослинного білка. *Селекція і насінництво*. 2008. Вип. 96. С. 215-222.
5. Барановський Є.В. Інтегрований захист рослин: екологічні принципи. – Харків. 2017. С. 48-51
6. Берестецький О. А. Фактори, що визначають ефективність азотофіксації //У кн.: Біологічна фіксація мінерального азоту. Матеріали Всесоз. Бахського колективу.- Київ, 1983. – С. 9.
7. Березовський К. Деякі аспекти утворення бульбочок у нуту при зимовому посіві //Рослинництво, 1985.- № 3. – С.30.
8. Березовський К. Вплив співвідношення між Fe, Mo і P на симбіотичну фіксацію азоту, вміст білка, амінокислот і врожай насіння нуту // Рослинництво, 1985.- № 9 - с.25.
9. Березовський К. Підрахунок *Cicer Rhizobium* з використанням методу інфікування рослин //Рослинництво, 1989. - №7.- С.28.
10. Березовський К. Дія внесеного нітрату на ріст і N-фіксацію у *Cicer arietinum* L.//Рослинництво, 1985.№ 12.-С.38.
11. Білоус С.М., Орел Т.В. Безпека праці при застосуванні біопрепаратів у сільському господарстві. – Київ, 2018.
12. Білявський Г.О. Основи загальної екології. К.: Лебідь, 1993. - 302 с.
13. Борона В. П. Бур'яни в посівах нуту. *Захист і карантин рослин*. 2013. № 12. С. 7-9.

14. Бугай С. М. Рослинництво : посібник. Київ. 1968. 412 с.
15. Бушулян О. В. Грунтові гербициди в інтенсивній технології вирощування нуту. *Насінництво*. 2013. № 6. С. 10-13.
16. Бушулян О. В. Модель високопродуктивного сорту нуту для степової зони України. Збірник наукових праць СГІ. 2009. Вип. 14 (54). С. 160–165.
17. Бушулян О. В., Січкач В. І. Нут у сівозміні. *Насінництво*. 2011. № 12. С. 13–15.
18. Бушулян О. В. Нут як новий козир сівозміні. *Зерно*. 2011. № 2. С. 54–58.
19. Бушулян О. В. Нут: Особливості насінництва. *Насінництво*. 2012. № 10. С. 6–8.
20. Бушулян О. В. Принц бобового царства. Особливості вирощування нуту за безгербіцидної технології. *Пропозиція*. 2017. № 5. С. 78–83.
21. Бушулян О. В. Січкач В.І., Бабаянц О. В. Захист нуту від шкідливих організмів. *Агроном*. 2014. № 2. С. 156–161.
22. Бушулян О. В., Січкач В. І. Нут. Генетика, селекція, насінництво, технологія вирощування. Одеса : СГІ-НЦНС, 2009. 246 с.
23. Вус Н. О., Кобизєва Л. Н. Формування мінливості продуктивності та урожайності зразків нуту в залежності від строків сівби. / Іноваційні технології в рослинництві: проблеми та їх вирішення – Мат. міжн. наук.-практ. конф. (м. Житомир, 7-8 червня 2018). Житомир, вид-во «Рута». 2018. С. 26–30.
24. Гамаюнова В.В. Баланс основних елементів живлення у ґрунті залежно від внесення мінеральних добрив під нут / В.В. Гамаюнова, А.В. Томницький // Вісник аграрної науки Причорномор'я: науковий журнал / Миколаївський національний аграрний університет. – Миколаїв, 2013. – Вип. 1(71). – С.103-109.
25. Гангур В.В. Вплив різних доз мінеральних добрив на

продуктивність нуту в умовах східного Лісостепу України / В.В. Гангур // Бюлетень / Науковометодичний центр з проблем зернового господарства. Інститут зернового господарства. – Дніпропетровськ, 2008. – Вип.33-34. – С.255-258.

26. Гончар Л.М. Морфофізіологічні особливості та шляхи управління формуванням продуктивності нуту в правобережному Лісостепу України: автореф. дис... канд. с.-г. наук.- К., 2010. – 21 с.

27. Гопчак І.Ю. Екологічно безпечні технології землеробства. – Тернопіль, 2019. С. 158-162

28. Господаренко Г. М. Вплив інокуляції за різного удобрення на структуру врожаю нуту / Г. М. Господаренко, С. В. Прокопчук // Збірник наукових праць / Уманський національний університет садівництва . – Умань, 2012. – Вип. 81, Ч.1.– С.97-105.

29. Господаренко Г. М. Формування симбіотичного апарату та врожай нуту залежно від мінерального живлення та іннокуляції насіння / Г. М. Господаренко, С. В. Прокопчук // Білоцерківський національний аграрний університет: зб.наук.пр. – Біла Церква , 2013. – Вип.11(104). – С.158-161.

30. Гребенюк С.І. Охорона праці у сільському господарстві. – Харків: ХНАУ, 2018.

31. Дідович С.В. Ефективність застосування бактеріальних добрив в агротехнології вирощування нуту / С.В. Дідович // Вівчарство : міжвід. темат. наук. зб. / Інститут тв-ва степ. районів ім. М.Ф. Іванова "Асканія-Нова". - Нова Каховка, 2011. – Вип. 36. – С.174-188.

32. Дідович С. В. Підвищення урожайності нуту шляхом симбіотрофного живлення азотом в умовах суходолу / С. В. Дідович // Основи формування продуктивності сільськогосподарських культур за інтенсивних технологій вирощування: збірник наукових праць / УДАУ. - Умань, 2008. - С.331-337.

33. ДСТУ 3916-2001. Система управління охороною праці. – Київ, 2001.

34. ДСТУ ISO 45001:2019. Системи менеджменту охорони праці та безпеки. – Київ, 2020.
35. ДСТУ 4391-2005. Засоби індивідуального захисту в сільському господарстві. – Київ, 2005.
36. ДСТУ ISO 14001:2015 Системи екологічного менеджменту. – Київ. 2016. 32 с.
37. Інтенсифікація польового кормовиробництва / Проскура І. П., Бабич А. І., Квітко Г. П. та ін.; за ред. Проскури І. П. Київ : Урожай, 1985. 168 с.
38. Ермантраут Е. Р. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті Statistika – 6 / Е. Р. Ермантраут, О. І. Присяжнюк, І. Л. Шевченко // Методичні вказівки. – Київ, 2007. – 55 с.
39. Закон України «Про охорону праці» // Відомості Верховної Ради України, 1992. – № 19.
40. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища». – ВВР. №41. 1991. С. 25-27
41. Зінченко О. І., Салатенко В. Н., Білоножко М. А. Рослинництво : підручник / за ред. О. І. Зінченка. Київ : Аграрна освіта, 2001. С. 332–333.
42. Каленська С.М. Вплив елементів технології вирощування на формування структурних елементів фітоценозу нуту / С.М. Каленська // Науковий вісник / Національний університет біоресурсів і природокористування України. - К., 2011. - Вип. 162, Ч. 1. - С.105-112.
43. Каленська С. М. Вплив погодних умов та застосування біогенних металів для поліпшення посівних якостей насіння нуту / С. М. Каленська // Науковий вісник / Національний університет біоресурсів і природокористування України . – К., 2012. – Вип. 176. – С.12-17.
44. Квітко Г. П. Перспективи вирощування нуту посівного в умовах Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2013. Вип. 75. С. 113 – 120.
45. Кернасюк Ю. Г. Перспективний нут: Технологія вирощування нуту в Україні. *Агробізнес сьогодні*. №14. 2018. С. 33–41.

46. Кияк Г. С. Рослинництво. Київ : Вища школа, 1971. 450 с.
47. Кірілеско О. Л. Формування врожайності посівів зернобобових культур залежно від способу передпосівної обробки насіння інокулянтами та добрив в умовах Західного Лісостепу України. / Іноваційні технології в рослинництві: проблеми та їх вирішення – Мат. міжн. наук.-практ. конф. (м. Житомир, 7-8 червня 2018). Житомир, вид-во «Рута». 2018. С. 58–61.
48. Ключевич М. М., Гриценко О. Ю. Особливості вирощування бобових культур в органічній сівозміні./ Іноваційні технології в рослинництві: проблеми та їх вирішення – Мат. Міжн. наук.-практ. конф. (м. Житомир, 7-8 червня 2018). Житомир, вид-во «Рута». 2018. С. 65–67.
49. Ковальчук В.М. Технологія вирощування бобових культур та безпека праці. – Київ, 2017.
50. Коваль Л.М. Екологічні аспекти вирощування бобових культур. – Київ: Аграрна наука. 2020. С. 65-68
51. Литвиненко М.І. Технологія вирощування нуту та охорона праці. – Вінниця, 2020.
52. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Рослинництво : Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів : Українські технології, 2006. 730 с.
53. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф., Івашук П. В. Зерновиробництво. Львів: Українські технології, 2008. 624 с.
54. Лихочвор В. В., Пушак В. І. Вплив норм висіву на продуктивність сортів нуту в умовах Лісостепу Західного. / Іноваційні технології в рослинництві: проблеми та їх вирішення – Мат. міжн. наук.-практ. конф. (м. Житомир, 7-8 червня 2018). Житомир, вид-во «Рута». 2018. С. 86–89.
55. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур; за ред. В.В. Лихочвора, В.Ф. Петриченка. 3-тє вид. Львів. 2010. С. 448–574.
56. Мазур Т.М. Охорона водних ресурсів у землеробстві. – Львів: ЛДАУ. 2018. С. 32-36

57. Мокрієнко В.А. Нут – продовольча та кормова культура / В. А. Мокрієнко // Сучасні аграрні технології. - 2013. - №10. - С.66-70.
58. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур. Випуск перший. Загальна частина / за ред. В.В. Волкодава. – Київ, 2000. – 100 с.
59. Наказ ДСНС України № 92 від 15.02.2016 «Про затвердження правил пожежної безпеки на сільськогосподарських підприємствах».
60. Наказ Мінагрополітики України № 395 від 13.06.2018 «Про затвердження правил внесення пестицидів і агрохімікатів».
61. Непран І.В. Урожайність нуту залежно від сорту й передпосівної обробки насіння / І.В. Непран // Матеріали підсумкової наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів і здобувачів Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва (22-25 січня 2013 р.). – Х., 2013. – Ч.1. – С.238-240.
62. Методика проведення дослідів з кормовиробництва і годівлі тварин / за ред. А. О. Баби́ча. Київ : Аграр. наука, 1998. 78 с.
63. Паштецький В. С., Пташник О. П., Дідич С. В. Технологія ефективного насінництва нуту в зоні Степу України. *Корми і кормовиробництво*. 2012. Вип. 74. С. 29–36.
64. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В., Колісник С.І., Воронєцька І.С., Кобак С.Я. Обґрунтування інтенсифікації виробництва зернобобових культур в Україні. *Web of Scholar*. 6 (24), Vol.4. 2018. С. 22–29.
65. Петрова Л.В. Санітарно-гігієнічні умови праці у сільському господарстві. – Кам'янець-Подільський, 2019.
66. Петриченко В. Ф. Бобові культури і сталий розвиток агроєкосистем / В. Ф. Петриченко, В. Ф. Камінський, В. П. Пати́ка // Корми і кормовиробництво. – Вінниця: Тезис, 2003 – Вип. 51. – С. 3-6.
67. Пилипенко В. С., Сонько Р. В., Новицька Н. В. Симбіотична активність зернобобових культур (со́я, горох, нут) залежно від технології вирощування на чорноземах типових / В. С. Пилипенко. 2016: зернобобові

культури та соя для сталого розвитку аграрного виробництва України: матеріали Міжнар. наук.- конф. (м. Вінниця, 11-12 серпня 2016 р. С. 35-36.

68. Позняк О. Брат квасолі та гороху. *Рідне село Україна*. 2015. № 5. С. 8.
69. Пушак В. І. Формування урожайності нуту залежно від елементів інтенсифікації та добрив в умовах лісостепу західного. *Вісник полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 2. С. 172–176.
70. Рябченко М. О. Нут – цінна зернобобова культура харчового та кормового призначення / М. О. Рябченко, К. М. Ульянченко // Бюлетень / Науково-методичний центр з проблем зернового господарства. Інститут зернового господарства. – Дніпропетровськ, 2008. – Вип.33-34. – С.272-276.
71. Сайко В. Ф. Землеробство в сучасних умовах / В. Ф. Сайко // Вісник аграрної науки. – 2002. – № 5. – С. 5–10
72. 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.
73. Січкач В.І. Ефективність індивідуального добору за азотфіксувальною здатністю поляцій ранніх поколінь зернобобових культур / В.І. Січкач / Методичні рекомендації - Одеса, СГІ – НЦНС, 2014.
74. Сидоренко В.П. Електробезпека у виробничих приміщеннях. – Львів: ЛНУ, 2016.
75. Туріна О. Л. Ефективність нітрагінізації нуту в умовах степового Криму / О. Л. Туріна, Є. М. Турін // Вісник аграрної науки. - 2012. - № 6. - С.26-28.
76. Черенков А. В. Технологічні особливості вирощування нуту в Північному Степу України. Посібник українського хлібороба. 2013. Т. 2. С. 196–198.
77. Чудак Р., Огороднічук Г., Шевчук Т. Нут в годівлі курчат бройлерів. *Тваринництво України*. 2009. № 2. С. 49–54.
78. Філіпі'єв І.Д. Ефективність мінеральних добрив при вирощуванні

нуту в неполивних умовах півдня України / І.Д. Філіп'єв // Таврійський науковий вісник / Херсонський державний аграрний університет. - Херсон, 2009. - Вип.64. - С.49-56.

79. Хангілдин В. Чутливість сортів нуту на врожай при своєчасному посіві // Рослинництво, 2017.-№ 1.- С. 34.

80. Хангильдін В. Оцінка генотипів нуту при різній густоті посіву і рівні внесення добрив в умовах пізнього посіву // Рослинництво, 2017.- № 1. - С. 35.

81. Черепанов В.Г. Вплив мінеральних добрив та інокуляції на формування бульбочок і врожай насіння нуту // Рослинництво, 2015. – № 12. – С. 38.

82. Щигорцова О.Л. Бактеризація насіння нуту мікроорганізмами різної функціональної дії / О.Л. Щигорцова // Вісник аграрної науки. - 2011. - №2. - С.10-13.

83. Finkel T., Holbrook J. Oxidants, oxidative stress and the biology of ageing. Nature. 2000. V. 480. P. 239–247.

84. Mazur V.A., Mazur K.V., Pantsyreva 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.

85. 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.

ДОДАТКИ

Додаток А

ДИСПЕРСІЙНИЙ АНАЛІЗ ДАНИХ ОДНОФАКТОРНОГО ПОЛЬОВОГО ДОСЛІДУ

ДОСЛІД: Урожайність насіння нуту, т/га, 2024 р.

ПАРАМЕТРИ ДОСЛІДУ:

Кількість варіантів: 2

Кількість повторень: 4

Рівень статистичної надійності: 0,950

ВАРІАНТИ	1	2	3	4	Середні
Без інокуляції	2.0	2.1	2.18	2.21	2.122
Інокуляція	2.1	2.3	2.65	2.7	2.438

РЕЗУЛЬТАТИ ДИСПЕРСІЙНОГО АНАЛІЗУ ОДНОФАКТОРНОГО ДОСЛІДУ

Джерело варіації	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F-факт.
Варіанти	0.19845	1	0.19845	4.356
Залишкова	0.27335	6	0.04556	-
Загальна	0.47180	7	-	-

F-табл.= 5.99

T-критерій = 2.447

НІР05 = 0.235

Додаток Б

ДИСПЕРСІЙНИЙ АНАЛІЗ ДАНИХ ОДНОФАКТОРНОГО ПОЛЬОВОГО ДОСЛІДУ

ДОСЛІД: Урожайність насіння нуту, т/га, 2025 р.

ПАРАМЕТРИ ДОСЛІДУ:

Кількість варіантів: 2

Кількість повторень: 4

Рівень статистичної надійності: 0,950

ВАРІАНТИ	1	2	3	4	Середні
Без інокуляції	2.0	2.15	2.23	2.26	2.160
Інокуляція	2.12	2.6	2.8	2.9	2.605

РЕЗУЛЬТАТИ ДИСПЕРСІЙНОГО АНАЛІЗУ ОДНОФАКТОРНОГО ДОСЛІДУ

Джерело варіації	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F-факт.
Варіанти	0.39605	1	0.39605	5.927
Залишкова	0.40090	6	0.06682	-
Загальна	0.79695	7	-	-

F-табл. = 5.99

T-критерій = 2.447

НІР05 = 0.284