

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ

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

*«Допускається до захисту»*  
Завідувач кафедри загального  
землеробства та ґрунтознавства  
к.с.-г.н., доцент Олександр МИЦІК

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2025 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
на здобуття освітнього ступеня «Магістр» на тему:  
**ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НА**  
**ВРОЖАЙНІСТЬ НУТУ В УМОВАХ ТОВАРИСТВА З**  
**ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «НІКА АГРО 2020»**  
**КАМ'ЯНСЬКОГО РАЙОНУ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Здобувач \_\_\_\_\_ Дмитро НАЗАРЕНКО

Керівник кваліфікаційної роботи,  
доцент \_\_\_\_\_ Юрій РУДАКОВ

Дніпровський державний аграрно-економічний університет  
Агрономічний факультет  
Кафедра загального землеробства та ґрунтознавства  
Спеціальність 201 «Агрономія»  
Освітньо-професійна програма «Агрономія»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри загального  
землеробства та ґрунтознавства  
к.с.-г.н., доцент Олександр МИЦИК

(підпис)

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2024 р.

### ЗАВДАННЯ

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

**Назаренка Дмитра Олександровича**

**1. Тема роботи: Вплив елементів технології вирощування на врожайність нуту в умовах товариства з обмеженою відповідальністю «НІКА АГРО 2020» Кам'янського району Дніпропетровської області**

**2. Термін подачі здобувачем завершеної кваліфікаційної роботи на кафедру**  
“ \_ ” \_\_\_\_\_ 2024 р.

**3. Вихідні дані для роботи:**

- с.-г. підприємство – товариство з обмеженою відповідальністю «НІКА АГРО 2020»

- сільськогосподарська культура – нут

**4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їй належить розробити) оцінити агрометеорологічний фон вегетації та його відповідність критичним фазам органогенезу нута; порівняти агрофізичні показники ґрунту за різних систем обробітку (щільність, вологість, водоутримання); простежити фазову динаміку площі листкової поверхні (LAI) залежно від комбінації «обробіток × схема сівби»; визначити запаси ґрунтової вологи та сумарне водоспоживання посіву; оцінити елементи структури врожаю і врожайність; виконати дисперсійний аналіз впливу факторів і їх взаємодії; провести економічну оцінку технологічних варіантів і сформулювати науково обґрунтовані рекомендації.**

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

книга історії полів, генеральний план земельних ресурсів фермерського господарства.

**6. Дата видачі завдання:** \_\_\_\_\_

Керівник

кваліфікаційної роботи

\_\_\_\_\_ Юрій РУДАКОВ  
(підпис)

Завдання прийняв

до виконання

\_\_\_\_\_ Дмитро НАЗАРЕНКО  
(підпис)

***КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН***

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

Здобувач

\_\_\_\_\_ Дмитро НАЗАРЕНКО  
(підпис)

Керівник

кваліфікаційної роботи

\_\_\_\_\_ Юрій РУДАКОВ  
(підпис)

## ЗМІСТ

	стр.
РЕФЕРАТ	5
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. АГРОБІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ І ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОЩУВАННЯ НУТУ	9
1.1. Агробіологічні характеристики культури	9
1.2. Вплив водного режиму на ріст і продуктивність нуту: аналіз опублікованих досліджень	13
1.3. Особливості технологічних прийомів вирощування нуту залежно від агрокліматичних умов	17
РОЗДІЛ 2. ҐРУНТОВО-КЛІМАТИЧНІ УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	20
2.1. Програма досліджень кваліфікаційної роботи	20
2.2. Агрометеорологічні умови проведення експерименту	23
2.3. Характеристика ґрунтового-кліматичних умов місця проведення дослідження	25
2.4. Особливості агротехніки нута у дослідях	28
2.5. Методики досліджень	31
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	34
3.1. Особливості формування водного режиму ґрунту залежно від системи обробітку при вирощуванні нуту	34
3.2. Особливості формування листкового апарату у рослин нуту під час вегетації	36
3.3. Вплив поєднання агротехнічних прийомів на структуру врожаю та продуктивність нуту	39
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ НУТУ	42

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ	45
5.1. Дослідження стану охорони праці в фермерському господарстві	45
5.2. Аналіз виробничого травматизму в фермерському господарстві	45
5.3. Вимоги охорони праці під час перемішування, заправки та внесення пестицидів	47
5.4. Заходи з покращення стану охорони праці в фермерському господарстві	51
ВИСНОВКИ	56
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	58
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	59

## РЕФЕРАТ

**Тема кваліфікаційної роботи.** Вплив елементів технології вирощування на врожайність нуту в умовах товариства з обмеженою відповідальністю «НІКА АГРО 2020» Кам'янського району Дніпропетровської області

**Об'єкт дослідження.** Процес формування продуктивності нуту у виробничих умовах степової зони України.

**Предмет дослідження.** Елементи технології вирощування (система основного/передпосівного обробітку, геометрія сівби) та їхній вплив на водний режим ґрунту, формування листкової поверхні, врожайність і економічну ефективність.

**Методи дослідження.** Польовий багатофакторний експеримент; агрометеорологічні спостереження; агрофізичні та агрохімічні визначення; фенологічні обліки; оцінка площі листків; визначення врожайності за стандартами; дисперсійний і регресійний аналіз; економічні розрахунки.

**Наукова новизна досліджень.** Вперше для виробничих умов Кам'янського району кількісно показано, що локалізована смугова система обробітку (strip-till) у поєднанні зі стрічковою сівбою 30×60 см забезпечує істотне покращення водного режиму в критичні фази (ВВСН 60–69), зростання площі листків у середньому на 9–11% та достовірний приріст врожайності 0,31 т/га відносно традиційної технології; встановлено значущу взаємодію «система × схема сівби», що задає оптимальну просторову конфігурацію посіву для умов Північного Степу.

Кваліфікаційна робота складається із вступу, 5 розділів, висновків і рекомендації виробництву, списку використаних літературних джерел. Загальний обсяг роботи 67 сторінок комп'ютерного тексту, включаючи 8 таблиць. Список використаних джерел складається з 66 найменувань.

**Ключові слова:** АГРОТЕХНОЛОГІЯ, СОРТ, ПРОДУКТИВНІСТЬ, ВРОЖАЙНІСТЬ, ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ.

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Кліматична мінливість Північного Степу зумовлює хронічний дефіцит вологи у весняно-літній період та підвищує ризики «термінальної» посухи в генеративні фази нута. За цих умов ефективність технології вирощування визначається здатністю зберегти продуктивну вологу, уникнути ущільнень у кореневмісному шарі та забезпечити стабільну роботу асиміляційного апарату. Нут, як бобова культура із симбіотичною азотфіксацією, здатен зменшувати азотне навантаження сівозмін і підвищувати екологічну стійкість виробництва, однак гостро реагує на помилки у виборі системи обробітку та геометрії сівби. Тому науково обґрунтований добір і поєднання агроприйомів є актуальним завданням для зони.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дослідження узгоджується з пріоритетами розвитку кліматоорієнтованих і ресурсозберігальних технологій землеробства, завданнями підвищення ефективності бобових культур та заходами зі збереження родючості ґрунтів у посушливих регіонах. Тематика відповідає напряму оптимізації технологій вирощування зернобобових у степовій зоні та впровадження маловитратних систем обробітку.

**Мета досліджень.** Встановити вплив системи обробітку ґрунту (традиційна vs смугове глибоке розпушення) та геометрії сівби (45 см; 30×45; 30×60; 30×75) на водний режим, формування листкового апарату, структуру врожаю, урожайність і економічну ефективність вирощування нута в умовах ТОВ «НІКА АГРО 2020».

**Завдання досліджень:**

- оцінити агрометеорологічний фон вегетації та його відповідність критичним фазам органогенезу нута;
- порівняти агрофізичні показники ґрунту за різних систем обробітку (щільність, вологість, водоутримання);

- простежити фазову динаміку площі листкової поверхні (LAI) залежно від комбінації «обробіток × схема сівби»;
- визначити запаси ґрунтової вологи та сумарне водоспоживання посіву;
- оцінити елементи структури врожаю і врожайність;
- виконати дисперсійний аналіз впливу факторів і їх взаємодії;
- провести економічну оцінку технологічних варіантів і сформувавши науково обґрунтовані рекомендації.

**Об’єкт дослідження.** Процес формування продуктивності нуту у виробничих умовах степової зони України.

**Предмет дослідження.** Елементи технології вирощування (система основного/передпосівного обробітку, геометрія сівби) та їхній вплив на водний режим ґрунту, формування листкової поверхні, урожайність і економічну ефективність.

**Методи дослідження.** Польовий багатofакторний експеримент (split-plot, 4 повторення); агрометеорологічні спостереження; агрофізичні та агрохімічні визначення; фенологічні обліки; оцінка площі листків; визначення врожайності за стандартами; дисперсійний, кореляційний і регресійний аналіз; економічні розрахунки (собівартість, умовний прибуток, рентабельність).

**Наукова новизна одержаних результатів.** Вперше для виробничих умов Кам’янського району кількісно показано, що локалізована смугова система обробітку (strip-till) у поєднанні зі стрічковою сівбою 30×60 см забезпечує істотне покращення водного режиму в критичні фази (ВВСН 60–69), зростання площі листків у середньому на 9–11% та достовірний приріст урожайності (0,31 т/га) відносно традиційної технології; встановлено значущу взаємодію «система × схема сівби», що задає оптимальну просторову конфігурацію посіву для умов Північного Степу.

**Теоретична та практична значимість.** Уточнено роль агрофізичних чинників (щільність, запаси вологи, LAI) у формуванні продуктивності нута за різних систем обробітку. Розроблено науково обґрунтовані параметри технології (strip-till, інтервал смуг і рядків, передпосівне фрезерування в смузі)

та рекомендації щодо стрічкової дворядкової сівби 30×60 см для досягнення стабільної врожайності близько 3,0 т/га з підвищеною економічною віддачею.

**Особистий внесок.** Автором виконано планування експерименту, польові обліки, відбір і підготовку зразків, статистичну обробку, інтерпретацію результатів, економічні розрахунки та формування рекомендацій.

Апробація результатів кваліфікаційної роботи. Основні положення роботи обговорено на внутрішньому науково-практичному семінарі та виробничій нараді ТОВ «НІКА АГРО 2020»; за матеріалами підготовлено методичні рекомендації для впровадження в господарстві.

**Структура і обсяг роботи.** Кваліфікаційна робота складається із вступу, 5 розділів, висновків і рекомендації виробництву, списку використаних літературних джерел. Загальний обсяг роботи 67 сторінок комп'ютерного тексту, включаючи 9 таблиць. Список використаних джерел складається з 66 найменувань.

# РОЗДІЛ 1

## АГРОБІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ І ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОЩУВАННЯ НУТУ

Нут стрімко посилює свої позиції в українському землеробстві завдяки поєднанню трьох критично важливих переваг: високої харчової та кормової цінності зерна, здатності до симбіотичної азотфіксації й адаптивності до континентальних, переважно посушливих умов Степу. Для виробничих систем Північного Степу, зокрема Кам'янського району Дніпропетровської області, культура є логічною відповіддю на кліматичну мінливість: вона краще реалізує потенціал у роки з дефіцитом опадів весняно-літнього періоду, забезпечує стабілізацію сівозмін і зменшує потребу в мінеральному азоті під наступні культури. Водночас економічна кон'юнктура й зростання попиту на продукцію нуту формують міцні ринкові стимули до масштабування виробництва.

### 1.1. Агробіологічні характеристики культури

Ботаніко-таксономічна належність. Нут (*Cicer arietinum* L.) – однорічна зернобобова культура родини Fabaceae, підродини Faboideae. Запилення переважно самостійне, квітка метеликового типу. У культурі представлений двома основними морфотипами: kabuli (великонасінний, світлонасінний, тонка шкірка) та desi (дрібно-/середньонасінний, забарвлений, товстіша шкірка) – відмінності мають не лише технологічне, а й господарське значення (сегменти переробки, ринки збуту) [6, 31]

Морфологічні ознаки. Коренева система – стрижнева, добре розвинена, проникає у шар 1,0–1,5 м за сприятливої структури ґрунту, інтенсивно гілкується. На коренях формуються бульбочки з азотфіксуючими бактеріями роду *Mesorhizobium* (син. *Rhizobium*), що забезпечує симбіотичне зв'язування молекулярного азоту з подальшим його включенням у метаболізм рослини [38, 39, 41, 42].

Стебло – прямостояче або напіврозлоге, гіллясте, опушене, висотою зазвичай 25–60 (до 70) см; інтенсивність гілкування є сортовою ознакою і важливим компонентом продуктивності [8, 18, 31].

Листок – черговий, парноперистий, із 11–17 дрібними яйцеподібними листочками, як правило, опушеними; опушення й восковий наліт знижують транспірацію, що корелює з посухостійкістю [6, 18].

Квітка і біб – поодинокі або по 2 (рідше 3) у пазухах листків, білого, кремового, рожевого чи фіолетового забарвлення (залежно від морфотипу). Біб короткий, злегка здутого типу, містить переважно 1–2 (рідше 3) насінини [6, 28, 31].

Насіння – кутчасто-кулясте, з характерним «дзьобиком»; маса 1000 насінин варіює широко: у *desi* зазвичай 130–250 г, у *kabuli* 250–450 г і більше; вміст сирого білка здебільшого 20–24 %, жиру 4–7 %, вуглеводів 50–60 %; солома – цінний кормовий ресурс [6, 25, 31].

Біологічні особливості. Температурний режим. Насіння проростає за 5–7 °С; дружні сходи отримують за 8–10 °С. Оптимум вегетації 18–25 °С; рослини відносно жаростійкі, але фаза цвітіння/наливу чутлива до поєднання високих температур і дефіциту вологи. Короткочасні приморозки на ранніх сході до –2...–3 °С можливі без суттєвих втрат, проте генеративні органи значно вразливіші [6, 18, 31].

Водний режим. Культура посухостійка завдяки глибокому кореню й помірній листовій поверхні, краще реалізує потенціал у регіонах з нестабільним зволоженням. Надлишок вологи й тривале перезволоження шкідливі (ризик корневих гнилей, пригнічення бульбочкоутворення) [6, 8, 17, 18].

Світловий режим і тривалість вегетації. Більшість сучасних сортів має слабку або помірну чутливість до фотоперіоду; вегетаційний період 80–110 (інколи до 120) діб залежно від групи стиглості, сорту і гідротермічного фону [6, 31].

Ґрунтові вимоги. Найкраще розвивається на структурних, добре дренованих чорноземах і суглинках із нейтральною – слабколужною реакцією (орієнтовно рН 6,2–7,8). Погано переносить ущільнення, кислі ґрунти (через пригнічення симбіозу) й засолення [6, 22, 42].

Живлення й симбіоз. Нут формує інтенсивний бобово-ризобіальний симбіоз; за належної інокуляції (штами *Mesorhizobium ciceri*/M. mediterraneum) культура здатна фіксувати значні кількості атмосферного азоту та залишати у ґрунті післядію для наступних культур. Надлишок мінерального азоту пригнічує бульбочкоутворення; критичними є забезпечення фосфором і сіркою, а також мікроелементами (Mo, Co) для ефективності азотфіксації [38–42, 47, 50, 53, 54, 56].

Господарсько-економічні особливості. Призначення і якість продукції. Зерно – високобілковий харчовий і кормовий ресурс (круп, борошно, консервування, hummus), із зростаючим експортним попитом; солома придатна як грубий корм. Світлонасінні kabuli затребувані на продовольчих ринках, desi – у переробці (круп'яний і борошномельний напрям) [6, 16, 20].

Місце у сівозмінах. Добрий попередник для зернових і технічних культур: зменшує фітосанітарне навантаження та залишає у ґрунті азот у доступних формах, що знижує потребу в N-добривах під наступну культуру [12, 39, 41, 42]. Повернення нуту на поле – не раніше ніж через 3–4 роки (через специфічні хвороби, насамперед аскохітоз) [28].

Адаптивність до умов Північного Степу. У зоні Кам'янського району Дніпропетровщини нут поєднує високу теплозабезпеченість з толерантністю до дефіциту вологи, що робить його перспективним для розширення посівів за умов кліматичної мінливості; технологія має бути вологозберігальною з акцентом на ранньовесняний строк сівби, ретельну підготовку насіння (інокуляція, за потреби – протруювання) та збалансоване P-S-живлення [6, 8, 17, 22].

Стійкість і фітосанітарні аспекти. Ключовою хворобою культури в Україні є аскохітоз (*Ascochyta rabiei*), також поширені фузаріози, кореневі

гнилі; зі шкідників небезпечні совки, попелиці у вегетації та зерноїди (*Callosobruchus*) у сховищі. Ефективна стратегія – інтегрований захист: сортова стійкість, просторово-часова ізоляція полів, чергування культур, інокуляція якісними ризобіями, профілактичний захист у період бутонізації-цвітіння за епіфітотійного ризику, контроль забур'яненості механічними/хімічними засобами, урахування погодних «вікон» [28, 50, 55, 56].

Сортові особливості. Сучасні вітчизняні та інтродуковані сорти вирізняються: групою стиглості (ранні/середньостиглі) та архітектонікою (пряmostоячий чи напіврозлогий тип), що впливає на рекомендовану густоту; рівнем посухо- і жаростійкості, стійкістю до аскохітозу; морфотипом насіння (kabuli/desi), розміром і товарністю (важливо для ринку); потенціалом формування бульбочок і відгуком на інокуляцію/мінеральне живлення. Для умов Степу доцільні середньорослі, добре гіллясті, відносно стійкі до аскохітозу форми з високою польовою стійкістю до спеки; під kabuli корисні більш вирівняні та чисті від хвороб посіви (вищі вимоги до товарної якості) [6, 18, 19, 31].

Фенологія та формування врожаю. Структуру врожайності формують: кількість рослин і продуктивних гілок на м<sup>2</sup>, кількість бобів на рослину, зерен у бобі (зазвичай 1–2), маса 1000 насінин. Критичні періоди – бутонізація–цвітіння (закладання бобів) і налив насіння (масоутворення). Дефіцит вологи/високі температури в ці фази зменшують частку зав'язаних бобів і масу 1000 насінин; добрий фосфорний фон, інокуляція та відсутність конкурентів-бур'янів у ранні фази істотно підвищують реалізацію потенціалу [8, 18, 22, 54–56].

Перспективи вирощування. З огляду на стійкий попит зовнішніх ринків, здатність культури стабілізувати сівозміни й скорочувати мінеральне N-навантаження, а також її екологічні переваги (азотфіксація, кращий баланс вуглецю), нут є стратегічною культурою для посушливих регіонів України. Розширення площ супроводжується появою адаптованих сортів та

відпрацьованими елементами технології (рання сівба, інокуляція, інтегрований захист, вологозбереження) – це сукупно забезпечує конкурентоздатну собівартість і рентабельність виробництва у Північному Степу, включно з Кам'янським районом [6, 14, 16, 18, 20, 22, 28, 31, 42, 50].

## **1.2. Вплив водного режиму на ріст і продуктивність нуту: аналіз опублікованих досліджень**

У степових умовах України водний режим визначає межі, у яких нут (*Cicer arietinum* L.) здатен реалізувати свій генетичний потенціал. Культуру традиційно відносять до посухостійких, проте ця «стійкість» означає насамперед економне використання води, швидку перебудову ростових процесів і симбіозу за браку вологи та високу чутливість до перезволоження. У більшості публікацій акцент роблять на двох типах стресу: періодичній (інтермітуючій) весняно-літній посусі та «термінальній» – коли дефіцит вологи накладається на генеративні фази й скорочує налив насіння. Саме останній сценарій є типовим для Північного Степу, де весняні запаси продуктивної вологи в орному шарі часто недостатні, а літні дощі мають нерівномірний характер [6, 8, 17].

Біологічна відповідь нуту на обмеження вологи починається з кореневої системи. Стрижневий корінь інтенсивно проникає в глибші горизонти, що дозволяє залучати воду з профілю за наявності структурного ґрунту без ущільнень. Будь-які бар'єри різко погіршують водозабезпечення, зменшують площу активного всмоктування та обмежують нодуляцію. Вологозберігальні системи обробітку – мінімальний або безполицевий із збереженням стерні – знижують випаровування з поверхні, стабілізують температуру посівного шару та підвищують ефективність використання води (ЕВВ), що підтверджено багаторічними спостереженнями у степовій зоні [6, 16, 17].

На рівні фізіології ключовими є швидке зниження продихової провідності, підтримання відносного вмісту води в листках за рахунок осморегуляції, перерозподіл асимілятів на користь кореня та стримування

приросту листкової поверхні. Ці механізми виграють час, зменшуючи транспіраційні втрати, але за затяжної посухи неминуче обмежують фотосинтез і продукцію органічної речовини. Критично важливо, в які фази припадає дефіцит: дефіцит на ранніх вегетативних етапах рослина здебільшого компенсує архітектонікою крони та кореня, тоді як посуха в період бутонізації – цвітіння – наливу насіння різко скорочує кількість сформованих і збережених зав'язей, підсилює абортівність бобів і знижує масу 1000 насінин – головні драйвери врожайності для нуту [6, 8, 18, 19].

Водний статус кореневої зони безпосередньо впливає на симбіоз із *Mesorhizobium*. І дефіцит, і надлишок вологи пригнічують нодуляцію та активність нітрогенази; перезволоження викликає гіпоксію, деградацію бульбочок і «провали» в азотному живленні. Звідси – методичні висновки, які послідовно повторюються в роботах з нутом: передпосівна інокуляція адаптованими, конкурентоспроможними штамми; формування рівномірного насінневого ложа без ущільнень; локальне внесення фосфору та сірки для підтримки енергетики симбіозу; контроль мікроелементів (зокрема молібдену й бору), необхідних для ферментативних ланок фіксації азоту. За таких умов симбіоз здатен довше утримувати продукційну функцію навіть у «сухі» вікна вегетації й зменшувати потребу в мінеральному азоті, який за посухи часто дає «вегетативний» ефект без підсилення наливу [50, 57; 29].

Сівозміна, строк сівби й густота напряму керують траєкторією водокористування. Ранні строки сівби в «холодне вікно» дозволяють використати зимово-весняні запаси вологи, уникнути високих температур у період цвітіння й частіше «втекти» від термінальної посухи. Помірна норма висіву зменшує внутрішньовидову конкуренцію за воду навесні; надмірне загущення, навпаки, прискорює виснаження запасів у шарі 0–30 см, що обертається падінням озерненості та виповненості бобів у спекотні тижні. Частина публікацій звертає увагу й на геометрію посівів: щільніший ранній покрив знижує прямі втрати на випаровування, але в умовах обмеженої вологи надмірно високий індекс листкової поверхні збільшує транспіраційний тиск і

погіршує водний баланс насадження – потрібен компроміс, який задається сортом, строком і станом ґрунтової вологи [6, 16, 18, 19].

Зі сторони живлення закономірності узгоджуються між різними зонами: локальний фосфор (часто – у рядок) на старті стимулює коренеутворення та ранню нодуляцію; сірка і калій покращують водний статус рослин і витривалість до високих температур; надлишкові дози легкодоступного азоту, особливо за слабкої нодуляції, посилюють вегетативність і можуть погіршувати налив зерна в посушливі періоди. Функціональна діагностика підтверджує: за одностороннього азотного живлення зростає ризик порушення балансу між пластичними речовинами і білковим синтезом у насінні, тоді як збалансовані P–S-схеми підтримують і симбіоз, і якість урожаю [11, 22, 24, 29, 42].

Водний режим визначає не лише рівень, а й структуру врожаю. Посуха в генеративні фази насамперед зменшує число бобів на рослину та насінин у бобі, паралельно знижуючи масу 1000 насінин; дефіцит у вегетативні фази частіше проявляється у зменшенні площі листка, висоти рослин і уповільненні темпів росту, що за сприятливого подальшого зволоження ще може бути частково компенсовано. Технології, які згладжують добові коливання вологості ґрунту і повітря (мульча, своєчасний контроль бур'янів як «конкурентів за воду», уникнення повторних проходів техніки), покращують натуру та виповненість насіння. Інокуляція та біопрепарати додатково стабілізують білковість і частку сирої клейковини за складних гідротермічних умов, якщо не порушується аерація кореневої зони [8, 18, 55].

Окремий блок робіт присвячено сортовим і морфотиповим відмінностям. Форми *desi* зазвичай демонструють інтенсивнішу кореневу систему та вищу толерантність до жорсткої посухи, тоді як *kabuli* частіше потребує «акуратнішого» водного режиму в період наливу. Ранньостиглі генотипи з коротшим періодом наливу рідше потрапляють під пік літньої спеки, що особливо актуально для північностепової зони. Це не знімає вимог до агрофону: навіть у «сухих» сортах стабільність врожайності суттєво

залежить від відсутності застою води, якого нут не терпить, і від підтримання рихлості орного шару [6, 31].

Питання зрошення для нуту розглядають як точковий інструмент у роки з критичним дефіцитом: найбільшу окупність дає підживлювальне зволоження на межі «бутонізація-цвітіння-налив», коли відгук на додаткову воду максимальний. Водночас культура чутлива до перезволоження і тимчасового підтоплення; тривалі періоди високої відносної вологості повітря і мокрих листків, окрім фізіологічного стресу, підвищують ризики розвитку хвороб, насамперед аскохітозу, що накладає обмеження на режим поливу й потребує зваженої інтеграції захисту [6, 8, 17, 28].

Полеві дослідження в Україні й суміжних регіонах пропонують цілісну «лінію керування» водним режимом для нуту: добір вирівняних, незаболочуваних ділянок; мінімізація обробітку з мульчею; рання сівба у вологе ложе; помірنا густота під запаси вологи; обов'язкова інокуляція *Mesorhizobium* у комплексі з локальним P–S живленням; жорсткий контроль колійності та бур'янів; за наявності ресурсу – одне-два цільові зволоження в генеративні фази без створення гіпоксії. Така конфігурація найбільш передбачувано підвищує ЕВВ і стабілізує врожай та показники якості за мінливої гідротермії Північного Степу, де працює ТОВ «НІКА АГРО 2020» [6, 8, 29, 57].

Узагальнюючи результати, можна ствердити: для нуту вирішальними є не лише сумарні опади сезону, а їхня синхронізація з фазами органогенезу, а також якість агрофону, що дозволяє кореню своєчасно дістатися вологи з профілю і зберегти працездатність симбіозу. Власне на цих керованих «вузлах» – структурі ґрунту, мульчі, строках і густоті, інокуляції та збалансованому P–S-живленні – зосереджується сучасна технологія нуту в посушливих умовах, що підтверджують як узагальнюючі огляди, так і регіональні випробування [6, 8, 55, 57].

### 1.3. Особливості технологічних прийомів вирощування нуту залежно від агрокліматичних умов

Технологічна карта нуту має бути «гнучкою» і підлаштовуватись під воду, тепло й ґрунт конкретної зони. У посушливому Північному Степу, де працює ТОВ «НІКА АГРО 2020», вирішальним є збереження кожного міліметра вологи й уникнення перезволоження кореневої зони; у більш зволоженому Лісостепу пріоритет зміщується до контролю хвороб, бур'янів і надмірної вегетативності. В обох випадках стабільність урожаю забезпечують чистий сівозмінний фон, рання сівба у вологе ложе, обов'язкова інокуляція спеціалізованими *Mesorhizobium* та збалансоване стартове живлення з акцентом на фосфор і сірку [6, 40].

Система обробітку ґрунту визначається водним ризиком сезону. За дефіциту вологи найкраще спрацьовують мінімальні або безполицеві варіанти із збереженням стерні попередника як мульчі, що зменшує випаровування й амплітуду добових температур у посівному шарі. Розрив капілярів глибокою оранкою доречний лише на ділянках із щільними прошарками; у всіх інших випадках надмірна інтенсивність механічних проходів погіршує структуру і провокує втрати вологи. На важчих лісостепових ґрунтах підтримують рихлість і дренаж, бо нут різко реагує на застій води й гіпоксію [6, 40].

Строки й техніка сівби синхронізуються з «холодним вікном» ранньої весни. Насіння висівають за першої фізичної стиглості ґрунту (4–6 °С у посівному шарі) у вологе ложе; затягування термінів підвищує ризик потрапити цвітінням під спеку та «термінальну» посуху. Глибину загортання добирають за фактичним зволоженням (4–8 см), міжряддя 15–25 см для швидкого змикання й кращого контролю випаровування; широкоряддя лишають для ділянок із потребою міжрядного догляду [6, 40].

Норма висіву прив'язується до водозабезпечення й сорту. У сухому степу формують помірну стартову густоту, щоб не «з'їсти» весняний запас вологи внутрішньовидовою конкуренцією; у зонах із кращим зволоженням норму можна збільшити для швидшого зімкнення посіву, уникаючи

загущення, що погіршує аерацію й підвищує вразливість до аскохітозу. Критичною є вирівняність насіння і стала глибина загортання, аби не розтягувати сходи та цвітіння [6, 40].

Інокуляція – базовий елемент технології в усіх зонах. Для стабільної нодуляції нут потребує спеціалізованих штамів *Mesorhizobium*; насіння обробляють у день сівби по сухій поверхні, уникаючи агресивних сумішей із протруйниками та мінеральними добривами. У посушливих умовах інокуляцію доцільно підсилювати молібденом (для нітрогеназного комплексу) та сіркою в ґрунт; «стартовий» мінеральний азот залишають мінімальним, щоб не пригнічувати симбіоз [6, 40].

Живлення налаштовують під агрохімію поля й сценарій зволоження. Фосфор локалізують у зоні насіння для швидкого коренеутворення і ранньої нодуляції; сірка підтримує синтез білка й стійкість до теплового стресу; калій регулює водний режим у спеку. У посуху ставка – на локальні помірні дози з високою віддачею і без солонісних ризиків; у вологі роки – збалансований P–K і контроль бору та цинку, що впливають на генеративний апарат і фертильність пилку [6, 40].

Управління бур'янами й захист рослин прив'язують до зони ризику. У степу критичне «вікно чистоти» до змикання рядків досягають поєднанням чистого поля, передпосівного вирівнювання, ґрунтових гербіцидів у погоджених регламентах і, за потреби, механічного контролю. У Лісостепу зростає фітосанітарний тиск: протруювання насіння, профілактичні фунгіциди перед тривалими дощами та сортооновлення із фокусом на толерантність до аскохітозу. Обробки планують у прохолодні години для мінімізації фітотоксичності [6, 40].

Стрес-менеджмент і графік робіт підпорядковують гідротермії сезону. У посуху акцент – рання сівба, мульча, помірна густина, мінімум проходів і контроль колійного ущільнення; за наявності зрошення найбільшу окупність має підживлювальне зволоження на межі бутонізації—цвітіння без застою

води. У дощові роки – аерація намету, стримування вегетативності та своєчасні фунгіцидні бар'єри [6, 40].

Збирання синхронізують із фізіологією сорту та мікрорельєфом. Вирівняне насінневе ложе й однорідний стеблостій скорочують «вікно» досягання і дозволяють пряме комбайнування з мінімальними втратами; налаштування жатки й барабана під висоту кріплення бобів зменшує обсіпання, особливо у степу [6, 40].

Сортова політика допомагає «зняти» частину кліматичних ризиків. Для Північного Степу надійніші ранньостиглі/середньоранні генотипи з толерантністю до високих температур і коротким «вікном» наливу; у Лісостепу вагомішими стають стійкість до аскохітозу й стабільність зав'язування за перезволоженень. *Kabuli* уникають застійного зволоження й різких нічних похолодань у цвітіння; *desi* краще витримують жорсткі посухи, але так само вимогливі до рівномірного насінневого ложа [6, 40].

Узагальнюючи, технологія нуту – це керований компроміс між вологою, теплом і густиною, підсилений правильним симбіозом і адресним живленням. Для ТОВ «НІКА АГРО 2020» у Північному Степу найбільш передбачувана зв'язка: мінімальний обробіток із мульчею – рання сівба у вологе ложе – помірна норма висіву – інокуляція + локальний фосфор і сірка – рання чистота – стримана вегетативність без надлишкового азоту – збирання у стислі терміни [6, 40].

## РОЗДІЛ 2

### ГРУНТОВО-КЛІМАТИЧНІ УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 2.1. Програма досліджень кваліфікаційної роботи

Оптимальні агрофізичні властивості ґрунту є базою ефективної родючості, проте традиційні полицеві системи основного обробітку не завжди забезпечують її збереження в умовах Степу. Інтенсивне перемішування орного шару прискорює мінералізацію органічної речовини, зростають ризики ерозії, формується ущільнений водопроникно-обмежувальний горизонт («плужна підшва»), а глибина розпушення часто обмежена потужністю гумусового профілю. У посушливі періоди це призводить до швидкої втрати продуктивної вологи в орному шарі та зниження стабільності урожаю нуту.

Робоча гіпотеза полягала в тому, що інтеграція локалізованих (смугових) прийомів обробітку на засадах strip-till, синхронізованих у просторі з майбутніми рядками посіву, дає змогу одночасно зменшити витрати енергії на найбільш ресурсоємні операції та створити в місці розміщення рослин сприятливі ґрунтові умови (нижчу щільність, кращу інфільтрацію, менший опір проникненню коренів). Технологічною передумовою виступала геоприв'язка операцій (GPS/ГЛОНАСС) для точного суміщення смуг глибокого розпушення та ліній посіву.

Мета дослідження – встановити вплив елементів технології вирощування нуту (системи основного та передпосівного обробітку ґрунту і способу сівби) на формування врожайності в умовах ТОВ «НІКА АГРО 2020» Кам'янського району Дніпропетровської області.

Дослід закладали як двофакторний польовий експеримент за схемою розщеплених ділянок (split-plot) із чотирма повтореннями. Фактор А (система обробітку) задавали на ділянках першого порядку, фактор В (спосіб сівби) – на підділянках. Розміщення варіантів у межах повторень – рандомізоване з дотриманням принципу єдиної відмінності.

Фактор А – система основного та передпосівного обробітку ґрунту під нут:

А1 – зональна (традиційна) система: лушення стерні відразу після збирання попередника, зяблева оранка плугом, весняне покривне боронування, передпосівна культивация;

А2 – запропонована локалізована система з елементами strip-till: лушення стерні, дискування, глибоке смугове безвідвальне розпушення до 0,40 м у майбутніх лініях рядків, весняне покривне боронування, локальне передпосівне фрезерування в смузі розпушення та сівба строго в центр смуги за супроводу GPS/ГЛОНАСС.

Фактор В – спосіб сівби нуту:

В1 – рядкова сівба з міжряддями 0,45 м (контроль);

В2 – стрічкова дворядкова 0,30×0,45 м;

В3 – стрічкова дворядкова 0,30×0,60 м;

В4 – стрічкова дворядкова 0,30×0,75 м.

Смуги глибокого розпушення для варіанта А2 формували заздалегідь у позиціях майбутніх рядків нуту з тим, щоб під час сівби забезпечити геометричний збіг рядка і смуги. Це унеможливило зміщення кореневої системи від зони з кращими фізичними властивостями ґрунту.

Польовий майданчик мав розміри 100×144 м (загальна площа 1,44 га). Ділянки першого порядку (під фактор А) формували у вигляді двох смуг 100×72 м (по 0,72 га кожна). У межах кожної смуги фактор В реалізували на підділянках, об'єднаних у чотири організовані повторення. Облікова площа однієї підділянки становила 225 м<sup>2</sup>; по периметру залишали захисні смуги для усунення крайового ефекту та проїздів техніки. Сукупна площа варіантів в одному повторенні – 0,36 га; сумарно чотири повторення охоплювали 1,44 га. Просторову схему розміщення варіантів погоджували зі схилом та системою технологічних колій господарства, щоб уніфікувати умови зволоження та уникати перехресної колії.

Під час організації досліду дотримувалися ключових методологічних вимог. Репрезентативність забезпечували добором ділянки з типовими для господарства ґрунтовими та мікрокліматичними умовами й використанням рекомендованого для зони сорту нуту. Принцип єдиної відмінності реалізували шляхом уніфікації всіх елементів технології, не охоплених факторами: однакові строки та глибина сівби в межах способів, сталий фон мінерального живлення, ідентичні заходи захисту та догляду, єдині регламенти передпосівної підготовки насіння. Для мінімізації впливу агроісторії відбирали поле з відомою попередньою культурою, уніфікованим застосуванням добрив і засобів захисту та без локальних неоднорідностей, що здатні спотворити варіацію.

Програмою досліду передбачали оцінювання: агрофізичних показників ґрунту в смузі та між смугами (щільність складання, твердість/опір проникненню, вологість, агрегатний склад) у ключові фази органогенезу; параметрів формування посіву (польова схожість, густина стояння, вирівняність рядків відносно смуг розпушення); структурних елементів продуктивності (кількість бобів на рослині, насінин у бобі, маса 1000 насінин) та урожайності з перерахунком на 14% вологості. Облік урожаю проводили з облікової площі підділянок із зважуванням і корекцією на вологість та засміченість; дані підлягали дисперсійному аналізу для виявлення впливу факторів і їх взаємодії.

Точність виконання операцій у варіанті А2 та під час стрічкових способів сівби забезпечували навігаційними системами з супутниковою корекцією, що дозволяло витримувати збіг центрів рядків із смугою розпушення протягом усього виробничого циклу. Таким чином, порівняння традиційної та локалізованої систем обробітку в комбінації з різними просторовими схемами розміщення рядків створювало експериментальну основу для виявлення найбільш ефективної технологічної комбінації вирощування нуту в умовах ТОВ «НІКА АГРО 2020».\

## 2.2. Агрометеорологічні умови проведення експерименту

За матеріалами спостережень Кам'янської метеостанції (табл. 1) 2025 рік у межах Кам'янського району характеризувався підвищеним тепловим фоном і стійким дефіцитом опадів у фазах, критичних для формування продуктивності нуту. У зимові місяці відмічено істотне потепління: у січні та лютому середньодобова температура перевищила середньо-багаторічну відповідно на +2,8 і +5,1 °С (1,7 та 4,8 °С проти -1,1 і -0,3 °С), за одночасного недобору опадів на 35 та 23 мм. Березень був прохолоднішим і сухішим за норму (2,6 °С проти 4,6 °С; 33 мм проти 44 мм), що стримувало прогрівання верхнього шару ґрунту й могло відтермінувати початок весняних польових робіт.

Весняний період вирізнявся контрастністю: квітень тепліший за норму на +2,9 °С при помірному дефіциті опадів (26 мм проти 35 мм), тоді як травень прохолодніший на -1,6 °С і також посушливіший (38 мм проти 52 мм). Для нуту така комбінація, як правило, сприятлива для ранніх строків сівби завдяки швидкому весняному потеплінню, але водночас підвищує ризик нестачі продуктивної вологи на етапі сходів і початку гілкування, що може зумовити нерівномірність густоти стояння та уповільнення початкового росту.

На початку літа зафіксовано стале потепління: у червні відхилення температури від норми становило +2,2 °С (22,9 проти 20,7 °С), у липні – +0,3 °С (23,9 проти 23,6 °С), у серпні – +0,3 °С (21,7 проти 21,4 °С). Оподи при цьому були заниженими: у червні 27 мм проти 47 мм (дефіцит 20 мм), у липні 18 мм проти 43 мм (дефіцит 25 мм), тоді як серпень був близьким до норми (19 мм проти 17 мм).

Для нуту це означало високі ризики водного стресу в період бутонізації – цвітіння та зав'язування бобів (червень–липень), коли дефіцит вологи найчастіше призводить до абортації квіток/зав'язі та скорочення потенційної кількості насінин.

Таблиця 1

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

Місяць	Середньодобова температура повітря, °С		Сума опадів, мм	
	середньо-багаторічна	2025 р.	середньо-багаторічна	2025 р.
Січень	-1,1	1,7	60	25
Лютий	-0,3	4,8	45	22
Березень	4,6	2,6	44	33
Квітень	11,7	14,6	35	26
Травень	17,0	15,4	52	38
Червень	20,7	22,9	47	27
Липень	23,6	23,9	43	18
Серпень	21,4	21,7	17	19
Вересень	15,4	17,5	15	7
Жовтень	11,4	11,5	26	19
Листопад	5,2	7,3	32	24
Грудень	1,2	4,2		
Всього за період вегетації	8,2	8,5	475,1	258,1

Осінній відрізок відзначився теплішим вереснем (+2,1 °С; 17,5 проти 15,4 °С) за мінімальних опадів (7 мм проти 15 мм), майже нормативним жовтнем (+0,1 °С; 11,5 проти 11,4 °С) при дефіциті опадів на 7 мм та теплішим листопадом (+2,1 °С; 7,3 проти 5,2 °С) за браку опадів у 8 мм. Теплий, але сухий вересень загалом прискорював досягання, проте обмежений дощовий фон стримував інтенсивність наливу насіння наприкінці вегетації.

У межах вегетаційного періоду культур (квітень–вересень) середня температурна умова 2025 року становила 19,33 °С, що на 1,0 °С перевищує середньо-багаторічний рівень 18,3 °С. Сума опадів за цей період дорівнювала 135 м проти 209 мм у нормі, тобто недобір склав 74 мм (приблизно –35 %). Найсухішими місяцями вегетації були липень (18 мм) і вересень (7 мм). З огляду на фенологію нуту це вказує на ймовірне зниження реалізації

потенціалу продуктивності через водний стрес у фазах цвітіння – формування бобів і на завершених наливу насіння. Додатково показовим є порівняння водозабезпечення в ключових відрізках: у травні–червні (період активного наростання листової поверхні та початку бутонізації) випало 65 мм проти 99 мм у нормі (–34 мм), а в червні–липні (цвітіння – формування бобів) – лише 45 мм проти 90 мм у нормі (–45 мм, близько –50 %).

За січень–листопад сумарна кількість опадів склала 258 мм проти 416 мм за середньо-багаторічними даними для тих самих місяців; показники грудня у вихідній таблиці відсутні, однак навіть без них рік можна охарактеризувати як гідрологічно дефіцитний. У цілому 2025 рік у Кам’янському районі був термічно сприятливим для весняної сівби нуту (швидке прогрівання ґрунту й повітря), водночас саме дефіцит опадів у червні–липні визначив головні обмеження формування врожайності у виробничих умовах ТОВ «НІКА АГРО 2020». Це підкреслює доцільність технологій збереження вологи та просторово локалізованого обробітку, які зменшують випаровування, покращують інфільтрацію та забезпечують рослинам доступ до вологи в критичні фази онтогенезу.

### **2.3. Характеристика ґрунтово-кліматичних умов місця проведення дослідження**

Дослідження виконуватимуться на полях фермерського господарства «НІКА АГРО 2020» (Кам’янський район, Дніпропетровська область), що належить до Північного Степу України з помірно континентальним, переважно посушливим кліматом і перевагою чорноземів різного ступеня змитості та гранулометрії. Поєднання високих теплових ресурсів із хронічним дефіцитом атмосферної вологи формує специфічні вимоги до технології ярого ячменю: пріоритет збереження ґрунтової вологи, кероване формування щільності орного шару, підтримання протиерозійної стійкості поверхні поля та мінімізація колійного ущільнення.

Територіально поля розміщені в межах слабкохвилястої привисочинної рівнини Придніпровської височини з абсолютними відмітками переважно 120–180 м. Рельєф м'яко розчленований балками й неглибокими днищами тимчасового стоку, робочі ухили становлять 1–3°, локально до 5° на схилах південної експозиції. Материнські породи – леси та лесовидні суглинки карбонатного складу, що зумовлює формування глибокого гумусового профілю, високої ємності катіонного обміну та, здебільшого, нейтрально-слабколужної реакції ґрунтового розчину. Ґрунтові води залягають глибоко (частіше 3–8 м і більше) та не впливають безпосередньо на водний режим орного шару; у пониженнях можливі короточасні перезволоження після злив.

Ґрунтовий покрив представлений переважно чорноземами звичайними (Haplic Chernozems) середньо- та важкосуглинкового складу, на схилах трапляються їх слабо- і середньозмиті різновиди. Потужність гумусового горизонту – 80–120 см, поява карбонатів зазвичай з глибини 60–100 см. В орному шарі (0–30 см) типовими є: вміст гумусу 3,5–4,5% (на змитих ділянках 2,8–3,5%), рН 6,8–7,5, загальна пористість 50–58%. Оптимальна для зернових щільність складення становить близько 1,10–1,30 г/см<sup>3</sup> у 0–10 см і 1,20–1,35 г/см<sup>3</sup> у 10–30 см; за надмірної кількості проходів техніки у вологому стані формується ущільнений прошарок у 10–25 см, що обмежує інфільтрацію та проникнення коренів. За раціонального обробітку з мульчуванням поверхні підтримується висока частка агрономічно цінних агрегатів 0,25–10 мм; при мілких поверхневих операціях без рослинних решток зростає вміст пилюватої фракції <1 мм і ризик кіркоутворення після дощів.

Агрохімічно чорноземи Північного Степу характеризуються високою ємністю катіонного обміну (орієнтовно 25–35 смоль(+)·кг<sup>-1</sup>) із насиченням поглиненого комплексу Ca<sup>2+</sup> і Mg<sup>2+</sup> понад 90%, що забезпечує добру буферність і стійкість структури. Забезпеченість рухомими формами фосфору й калію зазвичай від середньої до підвищеної, однак просторово варіює: на змитих схилах частіше фіксуються дефіцити P і K у верхніх горизонтах. Для мікроелементів типовими є прихований або явний дефіцит цинку й міді,

періодичний дефіцит марганцю на тлі карбонатності; сірка часто лімітує ранньовесняний ріст. У цих умовах доцільні локалізовані стартові P- або NPS-внесення в посівне ложе, а також коригувальні позакореневі підживлення Zn/Mn у фазі кущення.

Водно-фізичні параметри такі: найменша польова вологоємність у 0–30 см становить орієнтовно 23–26% мас., вологість стійкого в'янення – 9–11% мас.; запас доступної вологи за повного насичення сягає близько 40–55 мм у посівному шарі, 75–90 мм у 0–50 см і 150–180 мм у метровому шарі (залежно від гранулометрії та фактичної щільності). Початкова інфільтраційна здатність добре структурованого чорнозему – 60–120 мм·год<sup>-1</sup>, але при накопиченні дрібної фракції та кіркоутворенні може знижуватися вдвічі і більше. Для ярого ячменю критичною є наявність вологи у 0–10(12) см на момент сівби та відсутність ущільнень у 10–25 см у фазах кущення – вихід у трубку.

Клімат регіону – помірно континентальний із жарким сухим літом і нестійкою малосніжною зимою. Середньорічна температура повітря становить близько +8...+10 °С; середні температури січня –5...–3 °С, липня +21...+23 °С. Сума активних температур (>10 °С) – близько 2900–3300 °С, тривалість безморозного періоду 160–180 діб. Річна сума опадів 350–450 мм, з яких 65–70% припадає на теплий період; розподіл опадів нерівномірний, із частими «вікнами» ґрунтової та атмосферної посухи у квітні–червні. Сніговий покрив нестійкий, можливі відлиги та льодова кірка; у теплий період панують східні та південно-східні вітри, узимку – північні та північно-західні, середні швидкості 3–5 м·с<sup>-1</sup>, імовірні суховії та пилові бурі.

Для планування досліду й технології вирощування ярого ячменю це означає пріоритет вологозберігаючих систем основного обробітку (безінверсійні комбіновані з періодичним глибоким розущільненням), формування дрібногрудкуватого посівного ложа без ущільненого прошарку, ранні строки сівби за фізичної стиглості ґрунту, контурну організацію гінів на схилах і збереження мульчі. Система живлення має включати локалізацію стартового фосфору (за потреби у формі NPS) у зоні насіння та ранні

позакореневі підживлення мікроелементами, що відповідає природним обмеженням Північного Степу та створює передумови для стабільної реалізації продуктивності культури за змінних погодних умов [27].

#### **2.4. Особливості агротехніки нута у дослідях**

Попередник і сортовий матеріал. Дослідні посіви розміщували після озимої пшениці, що забезпечувало чисте поле, раціональний розподіл азоту у профілі та зручні строки сівби. Використовували сорт нуту Достаток (Селекційно-генетичний інститут – НЦНС, 2020 р.), який відзначається високою кулінарною оцінкою (5 балів), підвищеним умістом сирого протеїну (приблизно 21,8–26,0%), толерантністю до аскохітозу та горохової зернівки, доброю адаптацією до посухи і водночас позитивною реакцією на поліпшення вологозабезпечення.

Система обробітку ґрунту (за факторами досліді).

Агротехніка диференціювалася за варіантами системи обробітку, узгодженими з програмою польового експерименту.

A1 (зональна, полицева): відразу після збирання попередника – суцільне лущення стерні на 6–8 см дисковими агрегатами; зяблева оранка відвальним плугом; навесні – покривне боронування та суцільна передпосівна культивация на глибину загортання насіння. Така схема забезпечувала загальне вирівнювання посівного ложа, але мала вищі ризики формування ущільненого прошарку на 10–25 см.

A2 (локалізована з елементами strip-till): після лущення – дискування для стимуляції проростання падалиці й бур'янів; далі смугове глибоке розпушування на 40 см у майбутніх лініях рядків нуту. Навесні – покривне боронування і локальне (смугове) фрезерування лише в зоні майбутнього рядка з формуванням структурного посівного ложа. Міжряддя залишалися прикритими мульчею, що зменшувало випаровування та ерозійну небезпеку. Геометричний збіг рядка з центром смуги розпушування забезпечували супутниковою навігацією.

Міжосьову відстань смуг глибокого розпушування узгоджували зі способом сівби: 0,45 м (В1), 0,75 м (В2), 0,60–0,90 м (В3) і 1,05 м (В4). Налаштування здійснювали зміною положення робочих органів і кількості стояків, щоб отримати стабільну смугу розпушення з шириною впливу до 0,6 м у перерізі.

Передпосівна підготовка та сівба.

Весняний цикл розпочинали з легкого боронування для закриття вологи. У варіанті А1 передпосівну культивування проводили суцільно, у варіанті А2 – лише в смугах. Сівбу виконували у II–III декаді квітня після прогрівання орного шару понад 10 °С та досягнення фізичної стиглості ґрунту. Глибина загортання – 4–6 см (за недостатнього зволоження збільшували до 6–7 см на важчих ділянках). Орієнтацію рядків, за можливості, узгоджували з рельєфом для зменшення поверхневого стоку.

Способи сівби (фактор В) і норми висіву.

В1 – рядкова сівба з міжряддям 0,45 м, 450 тис. схожих насінин/га (контроль), відстань у рядку 5 см; В2 – стрічкова дворядкова 0,30×0,45 м, 530 тис. насінин/га; В3 – стрічкова дворядкова 0,30×0,60 м, 450 тис. насінин/га; В4 – стрічкова дворядкова 0,30×0,75 м, 370 тис. насінин/га.

Польову схожість контролювали за рахунок рівномірного розподілу насіння, калібрування висівних апаратів і стабільної глибини загортання в межах смуги.

Інокуляція та передпосівна обробка насіння.

З огляду на здатність нуту до симбіотичної фіксації азоту насіння інокулювали нітрагіном безпосередньо перед сівбою (у тіні, при помірній температурі, з використанням прилипача; висихання насіння до сипучості). Щоб не знижувати життєздатність ризобій, сумісні протруйники за потреби застосовували завчасно, витримуючи технологічний інтервал між фунгіцидним протруюванням і інокуляцією.

Удобрення.

Мінеральні добрива вносили у дозі  $N_{(20)}P_{(55)}K_{(40)}$  (розрахунок балансовим методом під запланований урожай 3,0 т/га). Азотну частку обмежували з урахуванням очікуваної азотфіксації бульбочковими бактеріями; фосфор переважно локалізували ближче до зони розміщення насіння (для пришвидшення стартового розвитку кореня), калій – під основний обробіток або локально за результатами агрохімічного аналізу.

Захист від бур'янів і хвороб.

Систему контролю бур'янів будували на поєднанні механічних і хімічних заходів. Застосовували бакову суміш гербіцидів на основі імідазолінонів (Півот, ВК, 100 г/л) та триазинів (Прометрин, СК, 500 г/л) у половинних нормах: відповідно 0,4 л/га і 1,5 л/га з витратою робочої рідини 250 л/га. Обробку проводили на ранніх фазах розвитку культури за наявності вологи у верхньому шарі ґрунту для оптимальної ґрунтової дії компонентів. Фітосанітарний моніторинг здійснювали щотижнево; масових спалахів шкідників і хвороб не фіксували, однак для профілактики у фазі розгалуження – початку бутонізації проводили однократне обприскування фунгіцидом Альто Супер, КЕ (0,5 л/га). У разі локальної появи шкідників передбачався точковий інсектицидний захист за економічними порогамі шкодочинності.

Догляд за посівами.

У варіанті strip-till мульчований міжрядний простір і смугове розпушення зменшували випаровування й покращували інфільтрацію. За необхідності проводили міжрядні розпушування на легких ґрунтах для руйнування ґрунтової кірки (без пошкодження смуг). Контролювали колійне ущільнення – мінімізували кількість проходів техніки та використовували сталі технологічні колії.

Збирання врожаю.

Збирання розпочинали у фазі побуріння бобів за досягнення кондиційної вологості насіння. Перед прямим комбайнуванням проводили десикацію препаратом на основі гліфосату (Раундап Екстра) 3,0 л/га, дотримуючись рекомендованого інтервалу до збирання. Це вирівнювало дозрівання,

зменшувало втрати від підвищеної вологості та полегшувало роботу молотильного апарата. Виробничі втрати контролювали шляхом повторних обмолотів облікових ділянок і корекції налаштувань комбайна.

Контроль технологічної дисципліни та обліки.

На кожному етапі фіксували реальні глибини і швидкості виконання операцій, стан посівного ложа в смузі/між смугами, фактичні норми висіву (за масою тисячі насінин і лабораторною схожістю), густоту стояння на 10-й та 25-й день після сходів, а також ефективність гербоконтролю. Урожайність визначали з облікових площ із перерахунком на стандартну вологість і чистоту, що забезпечувало коректне порівняння комбінацій система обробітку × спосіб сівби.

## **2.5. Методики досліджень**

Для комплексної оцінки впливу агроприймів на агроекологічні умови та продукційний процес нута виконували такі визначення й обліки.

Агрометеорологічний супровід [38, 46].

На полі фіксували добові опади (опадоміри), температуру та відносну вологість повітря (мобільна метеостанція). Для порівняння залучали багаторічні ряди даних Кам'янської метеостанції; аналіз здійснювали стандартними прийомами кліматичної статистики.

Грунтові обстеження та відбір проб [18, 25].

Проби відбирали пошарово до 120 см через 10 см у 4 повтореннях (змішані та диференційовані за варіантами). Контрольні дати: перед сівбою, у III декаді травня та I декаді липня.

Агрофізичні властивості ґрунту. Щільність складання визначали методом кілець (непорушений стан); щільність твердої фази – лабораторно; пористість розраховували за результатами цих вимірювань. Найменшу польову вологоємність – методом заливних майданчиків; максимальну гігроскопічність – для шарів 0–120 см.

Гранулометрія. Фракції  $>0,25$  мм – ситовий аналіз;  $<0,25$  мм — за швидкістю осідання у воді (принцип Стокса).

Агрохімія [8, 122]. Відбір: 0–0,4 м через 0,1 м; 0,4–0,8 м через 0,2 м (змішані проби з 5 свердловин у кожному повторенні). Гумус – за Тюрінім (модифікація ЦІНАО); легкогідролізований азот – за Тюрінім–Коновою; рН – потенціометрично (водна витяжка); рухомі форми Р і К – за Мачигінім. Дані використовували для розрахунку доз добрив і оцінки запасів продуктивної вологи.

Вологість і водний режим ґрунту [7, 26]. Вологість визначали термостатно-ваговим методом у профілі до 120 см (крок 10 см) і в ключових фазах розвитку (додатково шар 0–20 см). На основі серійних вимірювань оцінювали запаси вологи, водний баланс і сумарне водоспоживання посіву за загальноприйнятими процедурами.

Фенологічні спостереження [4, 9, 15]. У кожному варіанті та повторенні обстежували по 10 погонних метрів рядка. Дату початку фази фіксували за досягнення 10% рослин, повну фазу – за 75% і більше. Реєстрували: сівбу, сходи, розгалуження, цвітіння, налив бобів, повну стиглість.

Листкова поверхня й фотосинтетичний потенціал [36]. На початку кожної фенологічної фази вимірювали площу листків за 5 типовими рослинами в кожному повторенні; за середніми значеннями розраховували показники листкової поверхні посіву та фотосинтетичного потенціалу в динаміці.

Накопичення біомаси. У кожному повторенні відбирали 5 модельних рослин; біомасу визначали в перерахунку на суху речовину після висушування до сталої маси у захищених від прямих променів умовах (лабораторні ваги з малою похибкою).

Елементи структури врожайності та врожай [9]. Безпосередньо перед збиранням обліковували густоту стояння, бобистість рослини, насінинність боба, вихід насіння з рослини, масу 1000 насінин. Збирання проводили у фазі

повної стиглості прямим комбайнуванням з облікової площі кожного варіанта; проби очищали та перераховували до 14% вологості.

Статистична обробка [3, 4]. Застосовували дисперсійний аналіз для двофакторної схеми (фактори А, В і їх взаємодія), а також кореляційно-регресійний аналіз для оцінки зв'язків між агрофізичними показниками, параметрами посіву та врожайністю. Перевіряли відтворюваність і однорідність дисперсій; різниці вважали істотними за прийнятого рівня значущості.

Економічна оцінка [6, 7]. Розраховували прямі витрати за статтями (насіння, інокулянти/ЗЗР, добрива, паливо, оплата праці, амортизація/оренда техніки), собівартість 1 т, чистий дохід та рівень рентабельності за кожною технологічною комбінацією. Додатково аналізували внесок окремих операцій (обробіток, захист, внесення добрив) у загальну витратність.

## РОЗДІЛ 3

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### **3.1. Особливості формування водного режиму ґрунту залежно від системи обробітку при вирощуванні нуту**

Вивчення динаміки запасів ґрунтової вологи в посівах нуту є ключовим для обґрунтування водозберігальних технологій у Північному Степу, оскільки саме доступність води у фазах інтенсивного росту й генеративного розвитку визначає реалізацію потенціалу продуктивності та стабільність урожаю за дефіциту опадів; наведені дані демонструють, що локалізована система обробітку зі смуговим глибоким розпушуванням формує помітно вищі запаси вологи порівняно з традиційною інверсійною, причому ефект найбільший від передпосівного періоду до початку цвітіння, а з наближенням до повної стиглості поступово згасає, що відображає більш інтенсивне (але продуктивне) споживання води посівом.

Уже на старті вегетації (ВВСН 00 і 9–10) середній запас вологи за смугового розпушування перевищував традиційну систему відповідно на 213 і 224 м<sup>3</sup>/га (близько +6,6–7,0%), причому в межах традиційної технології показники були практично ідентичні між способами сівби (3240 і 3183 м<sup>3</sup>/га), тоді як у strip-till спостерігалася невелика різноспрямована варіабельність між схемами рядків (3431–3487 і 3357–3444 м<sup>3</sup>/га), що, імовірно, пов'язано з особливостями попереднього формування смуг і мікрорельєфу; на етапі кущення–розгалуження (ВВСН 20–29) перевага смугової системи зберігається на рівні 224 м<sup>3</sup>/га (+6,9% у середньому), з максимальними значеннями 3524–3523 м<sup>3</sup>/га для стрічкових схем 0,30×45 та 0,30×60 проти 3259–3266 м<sup>3</sup>/га у традиційних варіантах, що свідчить про кращий водонакопичувальний ефект по смугах; у критично важливе для нуту вікно перед і під час цвітіння (ВВСН 60–69) середня перевага смугового розпушування становила ≈206 м<sup>3</sup>/га (+7,3%), а порівняння пар «смугове – традиційне» в межах однакових схем сівби показує надбавки 197 м<sup>3</sup>/га для 45-сантиметрового рядка (3007 проти

2810), 245 м<sup>3</sup>/га для 0,30×45 (3043 проти 2798), 231 м<sup>3</sup>/га для 0,30×60 (3032 проти 2801) і 152 м<sup>3</sup>/га для 0,30×75 (2975 проти 2823), тобто найвідчутніший водозберігальний ефект у середині вегетації забезпечує поєднання strip-till зі стрічковим дворядковим 0,30×45, тоді як збільшення міжстрічкового інтервалу до 0,75 м дещо зменшує різницю; на початку наливу (ВВСН 70–79) перевага смугового обробітку ще помітна, але вже нижча – у середньому +91 м<sup>3</sup>/га (+4,3%), причому в межах традиційної системи найвищий запас вологи утримує стрічкова схема 0,30×75 (2144 м<sup>3</sup>/га проти 2062–2097), тоді як у strip-till лідирує широкий 45-сантиметровий рядок (2221 м<sup>3</sup>/га проти 2154–2187), що узгоджується з меншими випарами між рядками під мульчею та кращим аераційно-водним режимом у смузі; у фазі повної стиглості (ВВСН 89–90) різниця між системами мінімізується до +45 м<sup>3</sup>/га в середньому (+2,4%).

Таблиця 3

**Вплив досліджуваних факторів на динаміку запасів ґрунтової  
вологи в посівах нуту, м<sup>3</sup>/га**

Система обробітку ґрунту (А)	Способи сівби (В)	Ріст та розвиток рослин нуту за шкалою ВВСН					
		00	9-10	20-29	60-69	70-79	89-90
Традиційна	широкорядний 45 см	3240	3183	3266	2810	2097	1864
	стрічковий дворядковий 30×45 см	3240	3183	3266	2798	2062	1835
	стрічковий дворядковий 30×60 см	3240	3183	3266	2801	2078	1848
	стрічковий дворядковий 30×75 см	3240	3183	3259	2823	2144	1903
Смугове глибоке рихлення	широкорядний 45 см	3431	3383	3462	3007	2221	1924
	стрічковий дворядковий 30×45 см	3487	3444	3524	3043	2187	1918
	стрічковий дворядковий 30×60 см	3487	3443	3523	3032	2154	1891
	стрічковий дворядковий 30×75 см	3406	3357	3443	2975	2183	1898

Однак за більшістю схем strip-till усе ще зберігає перевагу у кінцевих запасах (45 см: 1924 проти 1864, 0,30×45: 1918 проти 1835, 0,30×60: 1891 проти 1848), і лише для 0,30×75 спостерігається паритет із невеликою перевагою традиційної системи на фініші (1903 проти 1898), що можна трактувати як наслідок більшого сумарного водоспоживання за смугового обробітку на тлі вищого стартового запасу та активнішого транспіраційного потоку; загалом у межах сезону абсолютне виснаження вологи від ВВСН 00 до 89–90 у strip-till вище (1507–1596 м<sup>3</sup>/га) ніж у традиційних варіантах (1337–1405 м<sup>3</sup>/га), але кінцеві значення вологи зазвичай залишаються вищими, отже посів використовує додатково накопичену воду на формування врожаю, а не втрачає її на непродуктивне випаровування; вплив способу сівби в межах однієї системи виражений слабше, ніж ефект системи обробітку: у середині вегетації розкид між схемами у традиційній технології становить до 25–82 м<sup>3</sup>/га, у strip-till – до 67–87 м<sup>3</sup>/га, тоді як міжсистемна різниця в ті ж дати сягає 150–245 м<sup>3</sup>/га; отже, смугове глибоке розпушування стабільно підвищує запаси ґрунтової вологи на всіх етапах онтогенезу нуту, найбільше – у фазах інтенсивного росту та цвітіння, а вибір геометрії рядків дозволяє тонко налаштувати баланс між раннім збереженням вологи в смузі й кінцевими запасами до збирання: для максимальної водозабезпеченості у критичні фази перспективною є комбінація strip-till із 0,30×45, тоді як за традиційної системи найвищі кінцеві запаси вологи забезпечує 0,30×75, що має значення для управління ризиком пізнього стресу.

### **3.2. Особливості формування листкового апарату у рослин нуту під час вегетації**

Вивчення фазової динаміки площі листкової поверхні нуту є визначальним для пояснення різниць у перехопленні фотосинтетично активної радіації та у водоспоживанні в критичні фенологічні вікна (ВВСН 60–79), адже саме розмір і тривалість збереження листкового апарату задають потенціал закладання бобів і масу насінин; наведені дані переконливо показують, що

смугове глибоке рихлення формує більш потужний і стабільний у часі листковий покрив порівняно з традиційною інверсійною системою, причому ефект мінімальний на старті вегетації, але максимально проявляється від бутонізації–цвітіння до початку наливу (табл. 4).

Таблиця 4

**Фазова динаміка площі листкової поверхні рослин нуту за різних способів основного обробітку ґрунту, тис. м<sup>2</sup>/га (2025 р.)**

Система обробітку ґрунту (А)	Способи сівби (В)	Ріст та розвиток рослин нуту за шкалою ВВСН				
		9-10	20-29	60-69	70-79	89-90
Традиційна	широкорядний 45 см	1,8	9,1	22,6	23,7	15,8
	стрічковий дворядковий 30×45 см	2,0	10,0	23,5	24,2	16,5
	стрічковий дворядковий 30×60 см	1,8	9,0	23,4	24,2	16,6
	стрічковий дворядковий 30×75 см	1,6	8,0	20,6	22,4	14,7
Смугове глибоке рихлення	широкорядний 45 см	1,8	9,1	23,6	25,2	16,7
	стрічковий дворядковий 30×45 см	2,0	10,0	24,8	26,7	18,5
	стрічковий дворядковий 30×60 см	1,8	9,1	25,5	27,5	19,6
	стрічковий дворядковий 30×75 см	1,6	8,0	24,1	25,6	17,8

На ранніх етапах (ВВСН 9–10) різниці між системами практично відсутні (1,6–2,0 тис. м<sup>2</sup>/га у всіх схемах, еквівалент LAI 0,16–0,20), а на кущенні/розгалуженні (20–29) середні значення також близькі (у середньому 9,0–10,0 тис. м<sup>2</sup>/га), що відображає домінування факторів схожості та початкової густоти стояння. Починаючи з цвітіння (60–69) смугове рихлення дає відчутні прирости листкової площі над традиційною системою: у середньому +2,0 тис. м<sup>2</sup>/га, або близько +9% (24,5 проти 22,5 тис. м<sup>2</sup>/га), з максимумом для стрічкових схем 0,30×60 і 0,30×45 (25,5 і 24,8 тис. м<sup>2</sup>/га; LAI 2,55 і 2,48) порівняно з найкращими традиційними аналогами (23,5–23,4 тис. м<sup>2</sup>/га; LAI ≈2,35). У фазі 70–79, коли формується основна частка насіння, перевага strip-till ще зростає: середній показник 26,25 проти 23,63 тис. м<sup>2</sup>/га, тобто +2,63 тис. м<sup>2</sup>/га або +11%, а найвищі значення фіксуються знову у комбінації смугового рихлення зі стрірковою схемою 0,30×60 (27,5 тис. м<sup>2</sup>/га;

LAI  $\approx 2,75$ ) та  $0,30 \times 45$  (26,7 тис.  $\text{м}^2/\text{га}$ ; LAI 2,67); для одинарного 45-сантиметрового рядка під strip-till листкова площа також вища, ніж за традиційної технології (25,2 проти 23,7 тис.  $\text{м}^2/\text{га}$ ), що узгоджується з кращим повітряно-водним режимом у смузї та швидшим замиканням міжрядь під мульчею.

На завершенні вегетації (89–90) спостерігається природне зменшення площі листків через старіння, однак і тут у смугових варіантах листкова площа зберігається на вищому рівні: у середньому 18,15 проти 15,90 тис.  $\text{м}^2/\text{га}$ , тобто різниця +2,25 тис.  $\text{м}^2/\text{га}$  (+14%), з максимумом для  $0,30 \times 60$  (19,6 тис.  $\text{м}^2/\text{га}$ ) та  $0,30 \times 45$  (18,5 тис.  $\text{м}^2/\text{га}$ ), тоді як за традиційної системи найкращі фінальні значення мають  $0,30 \times 60$  і  $0,30 \times 45$  (16,6–16,5 тис.  $\text{м}^2/\text{га}$ ), а найменші –  $0,30 \times 75$  (14,7 тис.  $\text{м}^2/\text{га}$ ); це свідчить, що надто широке міжстріччя (0,75 м) погіршує раннє перехоплення світла і сповільнює наростання площі листків на обох системах, тоді як проміжний інтервал 0,60 м забезпечує оптимальний баланс між внутрішньорядною конкуренцією та швидкістю зімкнення покриву, особливо у поєднанні з вологоощадним strip-till. Загалом, ієрархія варіантів стабільна впродовж середини сезону: strip-till  $0,30 \times 60 \geq$  strip-till  $0,30 \times 45 >$  strip-till 45 см strip-till  $0,30 \times 75$  будь-яка традиційна схема, а в межах традиційної системи лідирують  $0,30 \times 45$  і  $0,30 \times 60$  з помітним відставанням  $0,30 \times 75$ .

Отримана картина узгоджується з водним блоком експерименту: краща збереженість і доступність вологи у смузї підвищує темпи наростання і плато листкової площі у фазах 60–79, що, в свою чергу, має прямо позитивний вплив на потенціал формування бобів і налив насіння; практичний висновок – для умов дослідження найбільш продуктивною з погляду архітектури посіву і роботи асиміляційного апарату є комбінація смугового глибокого рихлення зі стрічковою сівбою  $0,30 \times 60$  (близько LAI 2,55–2,75 у пікові фази), тоді як традиційна система навіть за оптимальнішої геометрії рядків не досягає аналогічних пікових і фінальних показників листкової площі.

### 3.3. Вплив поєднання агротехнічних прийомів на структуру врожаю та продуктивність нуту

Вивчення поєднання систем обробітку ґрунту та геометрії розміщення рядків є принципово важливим для нуту в умовах Північного Степу, оскільки продуктивність цієї культури визначається балансом водозабезпечення, швидкістю формування листкової поверхні та ефективністю використання фотосинтетично активної радіації у критичні фенологічні вікна (насамперед під час цвітіння й наливу), і саме технологічні прийоми можуть керовано змінювати ці ланки лімітації; результати 2025 р. свідчать, що перехід від традиційної інверсійної системи до смугового глибокого рихлення забезпечив істотне підвищення врожайності як у середньому по фактору, так і у більшості конкретних комбінацій «система × спосіб сівби».

За традиційної системи врожайність варіювала в інтервалі 2,32–2,59 т/га, із середнім рівнем близько 2,50 т/га; найвищий показник у межах цієї системи мав стрічковий дворядковий посів 0,30×45 см (2,59 т/га), практично на рівні 0,30×60 см (2,58 т/га), тоді як 0,30×75 см виявився слабкою ланкою (2,32 т/га), що відображає запізніле змикання покриву та більші непродуктивні втрати вологи з міжрядь. На фоні смугового глибокого рихлення усі варіанти без винятку зросли, причому діапазон становив 2,69–2,96 т/га при середньому близько 2,81 т/га; за абсолютним значенням у лідерах опинився стрічковий дворядковий посів 0,30×60 см (2,96 т/га), незначно поступався 0,30×45 см (2,88 т/га), тоді як одинарний 45-сантиметровий рядок і 0,30×75 см забезпечили по 2,69–2,70 т/га.

Середній ефект фактору А (система обробітку) становив +0,31 т/га відносно традиційної технології, що перевищує НІР05 для фактору А (0,11 т/га) майже утричі й підтверджує статистично достовірний пріоритет смугового рихлення; у перерахунку на відносні величини це близько +12–13% до середньої врожайності. Вплив геометрії рядків (фактор В) за середніми по обох системах так само виразний: 0,30×60 см (2,77 т/га) та 0,30×45 см (2,74 т/га) достовірно переважають 45 см (2,61 т/га) на 0,17 і 0,13 т/га відповідно

(обидва перевищують  $НІР_{05}$  для фактору  $B = 0,12$  т/га у першому випадку однозначно, у другому – на пороговому рівні), тоді як  $0,30 \times 75$  см (2,51 т/га) статистично не відрізняється від 45 см (-0,10 т/га, менше за  $НІР_{05}$ ), але істотно поступається  $0,30 \times 60$  і  $0,30 \times 45$  (-0,26...-0,23 т/га, більше за  $НІР_{05}$ ).

Таблиця 5

**Рівень врожайності нуту за різних способів застосування агротехніки (2025 р.)**

Система обробітку ґрунту (А)	Способи сівби (В)	Врожайність, т/га
Традиційна	широкорядний 45 см	2,52
	стрічковий дворядковий 30×45 см	2,59
	стрічковий дворядковий 30×60 см	2,58
	стрічковий дворядковий 30×75 см	2,32
Смугове глибоке рихлення	широкорядний 45 см	2,69
	стрічковий дворядковий 30×45 см	2,88
	стрічковий дворядковий 30×60 см	2,96
	стрічковий дворядковий 30×75 см	2,70
$НІР_{05}$ , т/га	фактор А	0,11
	фактор В	0,12
	взаємодія АВ	0,15

Взаємодія АВ ( $НІР_{05} = 0,15$  т/га) демонструє, що вигрaш від смугового рихлення особливо великий у стрічкових схемах: для  $0,30 \times 60$  см різниця між системами сягає +0,38 т/га (2,96 проти 2,58), для  $0,30 \times 45$  см – +0,29 т/га (2,88 проти 2,59), для  $0,30 \times 75$  см – +0,38 т/га (2,70 проти 2,32) і для 45 см – +0,17 т/га (2,69 проти 2,52); три з чотирьох зазначених приростів перевищують поріг взаємодії й є достовірними, тоді як для одинарного 45-сантиметрового рядка ефект ближчий до межі значущості. У середині кожної системи простежується узгоджена ієрархія: у традиційній технології  $0,30 \times 45$  і  $0,30 \times 60$  переважають  $0,30 \times 75$  на 0,27–0,26 т/га (істотно за  $НІР_{05\_AB}$ ), тоді як різниця між ними й 45 см становить лише 0,06–0,07 т/га (недостовірно); на фоні смугового рихлення  $0,30 \times 60$  достовірно переважає 45 см і  $0,30 \times 75$  на 0,27–0,26 т/га, тоді як відрив від  $0,30 \times 45$  становить 0,08 т/га (менше  $НІР_{05\_AB}$ ).

У прикладному вимірі це означає, що максимальний ефект «система × геометрія» досягається комбінацією смугового глибокого рихлення зі стрічковою дворядковою сівбою  $0,30 \times 60$  см, яка в наших умовах поєднує найкращі водозберігальні характеристики середини сезону та найбільше плато листової площі (за даними розділу 2.4–2.5), тоді як надмірне розширення міжстріччя до 0,75 м призводить до втрати частини потенціалу через повільніше змикання покриву та вищі непродуктивні втрати вологи; у сукупності найкраща комбінація (strip-till ×  $0,30 \times 60$ ) перевищила базовий традиційний 45-сантиметровий рядок на 0,44 т/га (+17–18%), а відносно найслабшої комбінації (традиційна ×  $0,30 \times 75$ ) перевага склала 0,64 т/га (+26–28%), що цілком узгоджується з виявленою раніше перевагою strip-till за запасами ґрунтової вологи та динамікою листової поверхні у фазах ВВСН 60–79 і підтверджує системоутворюючу роль водного режиму та архітектури посіву у формуванні врожайності нуту.

Сумарно встановлено, що смугове глибоке рихлення (A2) забезпечує достовірний приріст урожайності відносно традиційної системи (A1) у середньому на близько 0,31 т/га, причому найвищий результат отримано в комбінації A2 ×  $0,30 \times 60$  см – 2,96 т/га, що перевищує базовий A1 × 45 см на 0,44 т/га. Геометрія рядків істотно впливає на результат: схеми  $0,30 \times 60$  і  $0,30 \times 45$  у середньому переважають 45 см на 0,17 і 0,13 т/га відповідно, а надто широке міжстріччя  $0,30 \times 75$  знижує продуктивність в обох системах. Виявлено значущу взаємодію факторів A×B із приростами до 0,38 т/га у стрічкових схемах під A2, що узгоджується з кращим водним режимом і більшим листовим індексом у смузі розпушення; різниці переважно перевищують відповідні  $НІР_{05}$ , підтверджуючи надійність ефекту.

## РОЗДІЛ 4

### ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ НУТУ

Економічна оцінка технологічних рішень у вирощуванні нуту є визначальною для виробничої практики Північного Степу, оскільки саме співвідношення «урожайність-собівартість-рентабельність» під тиском водного дефіциту і цінових флуктуацій визначає стійкість бізнес-моделі; у поданій таблиці, розрахованій за ціною реалізації 27 000 грн/т, простежується чітка економічна перевага смугового глибокого рихлення над традиційною інверсійною системою, причому ефект посилюється за оптимізованої геометрії сівби (табл.6).

У межах традиційної системи найвищу врожайність і, відповідно, валову виручку забезпечили стрічкові схеми 0,30×45 і 0,30×60 см (2,59–2,58 т/га; 69 930–69 660 грн/га), тоді як варіант 0,30×75 см поступався як за врожайністю (2,32 т/га), так і за виручкою (62 640 грн/га); при цьому прямі витрати на гектар коливалися у вузькому діапазоні 15,0–15,6 тис. грн/га, але собівартість 1 т зростала від 5 911–6 055 грн/т для 0,30×45–0,30×60 до 6 470 грн/т для 0,30×75, що знижувало умовно чистий прибуток із 54,6–54,0 тис. грн/га до 47,6 тис. грн/га і рівень рентабельності з 356,7–345,9% до 317,2%; базовий широкорядний 45 см демонстрував проміжні величини (2,52 т/га; 68 040 грн/га; 6 000 грн/т; 52,9 тис. грн/га; 350,0%).

Перехід до смугового глибокого рихлення підвищив валову виручку у всіх способах сівби (72 630–79 920 грн/га) при лише помірному збільшенні витрат до 15,8–16,1 тис. грн/га, що суттєво зменшило собівартість одиниці продукції до 5 448–5 897 грн/т і дало приріст умовно чистого прибутку до 56,8–63,8 тис. грн/га та рентабельності до 357,8–395,5%; максимальні показники зафіксовані у комбінації strip-till × 0,30×60 см - 2,96 т/га, 79 920 грн/га, 5 448 грн/т, 63 793,7 грн/га та 395,5% відповідно, що перевищує не лише традиційний контроль 45 см на 0,44 т/га врожайності і 10–11 тис. грн/га

виручки, а й дає на ~7–8% нижчу собівартість 1 т порівняно з найкращим традиційним стрічковим варіантом; близьким за ефективністю виявився strip-till × 0,30×45 см (2,88 т/га; 77 760 грн/га; 5 548,8 грн/т; 61 779,2 грн/га; 386,5%), тоді як 45 см і 0,30×75 см на фоні strip-till зберігали високу, але дещо нижчу економічну віддачу (56,9 тис. грн/га прибутку і 357–359% рентабельності).

Таблиця 6

**Вплив агротехнічних прийомів на економічну ефективність вирощування нуту, %**

Система обробітку ґрунту (А)	Способи сівби (В)	Врожайність, т/га	Валова вартість продукції, грн/га	Виробничі витрати, грн/га	Собівартість 1 тони зерна	Умовно чистий прибуток, грн/га	Рівень рентабельності, %
Традиційна	широкорядний 45 см	2,52	68040	15120,1	6000,0	52919,9	350,0
	стрічковий дворядковий 30×45 см	2,59	69930	15310,3	5911,3	54619,7	356,7
	стрічковий дворядковий 30×60 см	2,58	69660	15620,6	6054,5	54039,4	345,9
	стрічковий дворядковий 30×75 см	2,32	62640	15011,3	6470,3	47628,7	317,2
Смугове глибоке рихлення	широкорядний 45 см	2,69	72630	15810,5	5877,5	56819,5	359,3
	стрічковий дворядковий 30×45 см	2,88	77760	15980,8	5548,8	61779,2	386,5
	стрічковий дворядковий 30×60 см	2,96	79920	16126,3	5448,0	63793,7	395,5
	стрічковий дворядковий 30×75 см	2,70	72900	15921,4	5896,8	56978,6	357,8

У середньому по фактору система обробітку зумовила приріст валової виручки на 8,2 тис. грн/га, зниження середньої собівартості з 6 109 до 5 693 грн/т (–6,8%) і збільшення умовно чистого прибутку на 7,5 тис. грн/га, що підвищило середній рівень рентабельності з 342 до 375% (+33 в.п.), тобто додаткові витрати на смуговий обробіток повністю окупилися завдяки вищому врожаю і кращій цінній капіталізації одиниці площі; порівняння геометрій рядків у межах кожної системи підтверджує, що надмірне розширення

міжстріччя до 0,75 м економічно не вигідне через повільніше змикання покриву й вищі непродуктивні втрати вологи, тоді як проміжний інтервал 0,60 м забезпечує найкращий баланс між внутрішньорядною конкуренцією, швидкістю наростання листової поверхні і використанням запасів ґрунтової вологи, що узгоджується з раніше показаними перевагами strip-till за водним режимом і LAI у фазах ВВСН 60–79; підсумовуючи, комбінація смугового глибокого рихлення зі стрічковою сівбою 0,30×60 см є економічно найбільш доцільною в умовах дослідження, тоді як традиційна система, навіть за оптимальнішої геометрії, поступається як за валовим доходом, так і за витратною ефективністю одиниці продукції.

## **РОЗДІЛ 5**

### **ОХОРОНА ПРАЦІ**

#### **5.1. Дослідження стану охорони праці в фермерському господарстві**

Організація охорони праці в фермерському господарстві «НІКА АГРО 2020» Кам'янського району Дніпропетровської області базується на основі положень з охорони праці в Україні, які встановлені і регламентується «Конституцією України, Кодексом законів про працю, Законом України» «Про охорону праці», а також розробленими на їх основі відповідними нормативними актами, та іншими джерелами інформації [6].

За стан охорони праці відповідає керівник – директор фермерського господарства «НІКА АГРО 2020», який в межах службової компетенції та посадових обов'язків діє згідно «Постанови Верховної Ради України, Кабінету Міністрів України з питань охорони праці, додержуючись вимог закону «Про охорону праці» та інших нормативних актів» [6].

У відповідності з «Типовим положенням про навчання та перевірку знань з питань охорони праці в господарстві встановлено порядок і види навчання з охорони праці робітників. Своєчасність навчання з охорони праці контролює керівник господарства» [6].

В фермерському господарстві «НІКА АГРО 2020» головний агроном виконує обов'язки фахівця з охорони праці за сумісництвом. В його обов'язки входить «проведення вступного інструктажу з особами, які оформляються на роботу» [6]. Проходження працівниками інструктажу відмічається в «журналі реєстрації вступного інструктажу з питань охорони праці» [6].

#### **5.2. Аналіз виробничого травматизму в фермерському господарстві**

При підготовці кваліфікаційної роботи та виконання індивідуального завдання з аналізу виробничого травматизму в господарстві «НІКА АГРО 2020» було зафіксовано один нещасний випадок за період 2024–2025 рр. Аналіз було виконано на підставі «Річного звіту про нещасні випадки на виробництві»

Для аналізу виробничого травматизму в господарстві було застосовано стандартний статистичний метод за останні два роки. За останні два роки кількість працівників була незмінною, а саме: 15 чоловік. Один випадок виробничого травматизму було зафіксовано в 2022 році (табл. 7).

Коефіцієнт частоти травматизму:

$$K_{\text{чт}} = \frac{T}{P} \times 1000 = \frac{1}{15} \times 1000 = 43,5$$

де Т – кількість нещасних випадків;

Р – кількість працівників;

1000 – перерахування на 1000 працівників.

Коефіцієнт важкості травматизму:

$$K_{\text{вт}} = \frac{Д}{Т} = \frac{12}{1} = 12$$

де Д – кількість непрацездатних днів.

Коефіцієнт втрати робочого часу:

$$K_{\text{чт}} = \frac{Д}{P} \times 1000 = \frac{14}{20} \times 1000 = 288$$

Таблиця 7

**Аналіз нещасних випадків та виробничого травматизму в фермерському господарстві**

Показники травматизму	2024 рік	2025 рік
Кількість працюючих людей	15	15
Кількість нещасних випадків	1	–
Кількість днів непрацездатності, днів		–
- від травматизму	15	–
- від захворювання		–
Втрати, тис. грн:		–
- від травматизму	2,5	–
- від захворювання		–
Коефіцієнт травматизму	43,5	–
Коефіцієнт важкості травматизму	12	–
Коефіцієнт втрати робочого часу	288	–

При розрахунках виробничого травматизму використовували статистичний метод в фермерському господарстві за останні 2 роки. Згідно цьому, маючи кількість працівників за 2 роки, відповідно: 2024 р. – 16, 2025 р. – 16 людина та один нещасний випадок у 2024 році розрахуємо та занесемо в таблицю наступні дані.

В результаті аналізу виробничого травматизму в господарстві було встановлено, що працювало в 2024–2025 році 16 працівник, в 2024 році стався один нещасний випадок з 1 працівником.

### **5.3. Вимоги охорони праці під час перемішування, заправки та внесення пестицидів**

Запобігання забрудненню вод і ґрунту. Усі операції зі змішування та заправки виконують на спеціально облаштованому майданчику з твердим покриттям і системою локалізації розливів. Поверхня має мати бортики (лоток/жолоб) або іншу перепону, яка утримає щонайменше об'єм найбільшої ємності + 10% запасу. Майданчик розташовують на безпечній відстані від відкритих водойм, колодязів, дренажів і водостоків; стоки не повинні мати прямого виходу у каналізацію чи яр. Заборонено влаштовувати змішувальний вузол у місцях, де пролита рідина може безперешкодно потрапити в воду. При потребі формують земляні валики або ставлять переносні бар'єри, щоб змінити напрямок можливого потоку і зібрати розлив у піддон/ємність. Водозабірні шланги обладнують гідророзривом або антисифонним клапаном - «зворотний підсос» у джерело води неприпустимий.

Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) і допуск до робіт. До робіт допускаються лише навчені працівники після медогляду, інструктажу та перевірки знань з ОП і безпечного поводження з ЗЗР. Перед відкриванням будь-якої тари оператор повинен повністю одягнути ЗІЗ, зазначені в етикетці та паспорті безпеки (SDS) конкретного препарату. Базовий комплект: хімічностійкі рукавиці (нітрил/бутил/ПВХ), фартух або комбінезон із хімзахисним покриттям (рекомендовано із нагрудником), захисні окуляри або

лицьовий щиток, закрите взуття. Для робіт з пилом і аерозолями - фільтрувальний респіратор класу P2/P3; для парів органічних розчинників - картриджі типу A/B (або інші згідно SDS). Для тривалого переливання чи роботи з агресивними формуляціями доцільні нарукавники. ЗІЗ обліковують персонально, зберігають окремо від побутового одягу, перуть/деконтамінують централізовано; прати вдома заборонено.

Відкривання й підготовка тари. Тару розкривають на рівній стійкій поверхні гострим ножем/різаком, не розриваючи упаковку «на вазі». Ємності розміщують так, щоб після зриву пломби рідина не могла самовільно витекти. Під час відкривання порошкових форм не нахиляються над горловиною, щоб не вдихати пил. Кожне відкриття/дозування одразу завершують щільним закручуванням кришки.

Переміщення, переливання та заправка. Під час перенесення та переливу ємність утримують нижче рівня обличчя; працюють з підвітряного боку, аби потік повітря відносив можливі бризки від оператора. Сифонування ротом суворо заборонене. Шлангові з'єднання - герметичні, справні; ковпачки і пробки тримають зачиненими, ємності не залишають без нагляду. Будь-який пролив одразу локалізують сорбентом, збирають у промарковану тару для утилізації. Якщо розчин потрапив на одяг або шкіру - забруднений одяг негайно зняти, шкіру промити водою з милом, ЗІЗ замінити чистими.

Сумісність препаратів і «банковий тест». Перед приготуванням бакових сумішей обов'язково звіряють сумісність за етикетками/рекомендаціями виробників і виконують пробне змішування в невеликій посудині з тією ж водою. Ознаки несумісності: інтенсивне піноутворення, «зварювання» у гель/пластівці, випадіння осаду, нагрівання баночки. За таких проявів суміш застосовувати не можна. Навіть за відсутності видимих реакцій нову комбінацію вперше випробовують на невеликій площі поля.

Порядок завантаження компонентів і підготовка робочого розчину. Щоби уникнути осаду і піни, дотримуються сталої послідовності внесення у

бак з частковою порцією води та ввімкненою мішалкою: змочувані порошки (WP), водорозчинні гранули/сухі концентрати (WG/DF); суспензійні концентрати (SC/CS/FS); водорозчинні концентрати (SL); емульсійні концентрати (EC/SE); та д'юванти/ПАР і мікродобрива - останніми.

Воду доливають поступово, підтримуючи рекомендований виробником діапазон рН та жорсткості (за потреби застосовують кондиціонери води). Сухі форми засипають при працюючій мішалці, уникаючи пиління.

Умови внесення, контроль знесення та санітарні відстані. Обробіток виконують за сприятливої погоди: швидкість вітру орієнтовно 2–4 (до 5) м/с без термічної інверсії, температура бажано нижча за +25...+28 °С, відносна вологість понад 40%. Для мінімізації знесення обирають форсунки з крупною–дуже крупною краплею, витримують висоту штанги ~50 см над ціллю, робочу швидкість 6–12 км/год і тиск у межах рекомендацій виробника. Біля водойм, пасік, житлових зон - дотримуються санітарно-захисних відстаней, крайні секції штанги відключають завчасно. За посилення вітру, появи інверсії чи загрози опадів роботи припиняють.

Перебування на оброблених площах, передзбиральні інтервали. Сторонні особи та тварини не допускаються в зону внесення. Після обробітку встановлюють попереджувальні знаки/стрічку. Повторний вхід (REI) - не раніше строку, зазначеного на етикетці; якщо строк не визначено, - після повного висихання робочого розчину і в базових ЗІЗ. Передзбиральний інтервал (PHI) витримують у відповідності до інструкцій препарату.

Огляди, калібрування і технічне обслуговування. Перед сезоном і періодично впродовж нього перевіряють насос, мішалку, фільтри, шланги, арматуру, стан форсунок. Рівномірність подачі по штанзі - у допуску (відхилення не більше 5–10% між форсунками). Норму виливу розраховують з урахуванням швидкості руху, міжфорсуночної відстані і витрати форсунки; фактичні параметри фіксують у журналі. Будь-які регулювання/прочищення

виконують тільки після повного зняття тиску і зупинки агрегату; наконечники і фільтри чистять не голими руками, а щітками.

Безпечне застосування і поведінка оператора. Під час роботи дотримуються правил особистої гігієни: не палять, не вживають їжу/воду в зоні хімробіт, після зміни миють руки і обличчя, приймають душ. За слабого вітру або штилю уникати перебування у тумані/аерозолі; якщо робота поза кабіною - підсилити захист: щиток, респіратор, наруківники, фартух, чоботи. При кожній зупинці перед регулюванням - вимкнути подачу, стравити тиск, перекрити головний клапан.

Порожня тара, залишки та відходи. Порожня тара залишається небезпечною: навіть тонка плівка препарату на стінках становить ризик. Якщо етикетка дозволяє - виконують потрібне промивання: злити залишок у бак; налити 10–20% води, збовтати, злити промивну воду в бак; повторити ще двічі; промарковану як «вимито» тару тимчасово зберігати окремо і передавати ліцензованому утилізатору або на програму повернення виробнику/дилеру.

Тара, що не підлягає миттю (зазначено на етикетці), максимально осушується (струшування/постукування) і повертається постачальнику або передається на утилізацію згідно законодавства. Повторне побутове використання тари заборонене. Залишки робочого розчину використовують на сумісних ділянках у межах норми; злив у ґрунт, канави чи водойми - заборонений.

Аварійні ситуації, перша допомога і повідомлення. На майданчику обов'язково є комплект для ліквідації розливів (сорбент, лопати, мітли, мішки), умивальник/душ-очистувач для очей, аптечка, засоби зв'язку і вогнегасник. У разі розливу - зупинити роботу, обмежити зону, засипати сорбентом, зібрати відходи у марковану тару, забруднений інвентар/покриття промити; не допустити стоку в водозбір. При потраплянні на шкіру - зняти забруднений одяг, промивати водою з милом не менше 15 хв; в очі - промивати проточною водою/в душі-очистувачі 15 хв; при вдиханні - винести на свіже повітря; при ковтанні - діяти за SDS і терміново звернутися по медичну

допомогу (з етикеткою препарату). Кожен інцидент реєструють і розслідують із визначенням кореневих причин та запобіжних заходів.

Транспортування та логістика. Перевезення ЗЗР виконують у закритій, промаркованій тарі з фіксацією вантажу. У випадках перевезень дорогами загального користування дотримуються вимог щодо супровідних документів, маркування небезпечного вантажу та допусків водіїв. Шланги/трубопроводи під час перекачування тримають вище рівня робочого розчину, щоб виключити зворотний підсос у джерело води.

Документування і контроль. Кожну операцію фіксують у журналі: дата, поле/культура, препарат і діюча речовина, норми і витрата води, тип форсунок/тиск/швидкість, метеоумови, ПБ оператора, використані ЗІЗ, обсяг і спосіб поводження з тарою/відходами. Внутрішні перевірки дотримання процедур проводять на початку сезону та після кожної позаштатної ситуації; виявлені відхилення усувають з обов'язковим повторним інструктажем.

#### **5.4. Заходи з покращення стану охорони праці в фермерському господарстві**

Охорона праці у фермерському господарстві є невід'ємною частиною системи управління виробництвом, адже саме вона визначає безпечність технологічних процесів, знижує частоту травматизму, втрат робочого часу та непрямих витрат, а також підвищує стійкість урожайності в умовах сезонних піків навантаження. Для сільського господарства характерні поєднання механічних, хімічних, фізичних, біологічних і ергономічних ризиків: робота з машинами і знаряддями, пересування транспортних засобів, контакт із пестицидами та мінеральними добривами, зберігання й переміщення зерна, пил, шум, вібрація, гарячі поверхні, роботи на висоті, а також вплив температурних екстремумів. Враховуючи це, ефективні заходи мають охоплювати рівень системи управління, підготовку персоналу, технічний стан обладнання, безпечну організацію робочих місць, контроль небезпечних речовин, готовність до надзвичайних ситуацій і постійний аудит.

Першочерговим є впровадження дієвої системи управління охороною праці за процесним підходом (у логіці ISO 45001) з чітким розподілом відповідальності, річною програмою заходів і бюджетуванням. На рівні господарства доцільно призначити відповідального за охорону праці, затвердити політику, сформувати реєстр небезпек та оцінку ризиків для кожної операції (польові роботи, сервіс техніки, робота на токах і в зерносховищах, хімсклади, гаражі), визначити керувальні дії й індикатори ефективності (частота травм із втратою працездатності, кількість небезпечних подій і «майже-інцидентів», виконання навчань, відсоток закритих зауважень аудитів). Розслідування інцидентів необхідно проводити за причинно-наслідковою логікою із фокусом на усунення кореневих причин, а не лише на дисциплінарні заходи.

Професійне навчання та інструктажі мають бути багаторівневими: вступний і первинний на робочому місці, повторні сезонні інструктажі перед посівною й жнивими, щотижневі «п'ятихвилинки безпеки» в бригадах, спеціалізована підготовка для трактористів-машиністів, комбайнерів, навантажувальників, електромонтерів, обліковців токів, а також окрема сертифікація для осіб, що працюють із засобами захисту рослин. Вкрай важливо навчити ЛОТО-процедур (lockout/tagout) під час обслуговування машин, правилам роботи в замкнених просторах (ємності, бункери, силоси), прийомам надання першої допомоги та протипожежній тактиці. Навчальні матеріали, схеми евакуації, інструкції з роботи й засобів індивідуального захисту повинні бути доступними, актуальними та розміщеними безпосередньо в місцях виконання робіт.

Технічна безпека машинно-тракторного парку базується на профілактичному обслуговуванні та щозмінних оглядах із чек-листами: справність гальм, кермового керування, світлотехніки, блокувань та огорожень, відсутність витоків пального і гідравліки, наявність і цілісність кожухів ВВП і карданних валів. На всіх тракторах і самохідних машинах мають бути ROPS/кабіни і ремені безпеки, на причіпних знаряддях штатні

шплінти й страхувальні ланцюги, на рухомих механізмах огороження і таблички попередження. Особливої уваги потребують безпечне агрегування та буксирування, заборона перебування людей між агрегатами під час зчеплення, а також заборона ремонтів під піднятим навісним обладнанням без механічних упорів.

Організація руху транспорту й пішоходів на території господарства передбачає схему руху, розділення потоків, обмеження швидкості, дзеркала і знаки огляду на перехрестях, маркування проходів у цехах і на токах, штатні місця завантаження-розвантаження з протикотними упорами. Для навантажувачів і автонавантажувачів обов'язкові підготовка операторів, щозмінні огляди, сигнал заднього ходу й освітлення; зона роботи огорожується, сторонніх не допускають.

Безпечна робота з пестицидами і добривами вимагає окремого вентильованого складу зі вторинним піддоном, інвентаризації і журналу видачі, наявності паспортів безпеки, чітких етикеток і знаків небезпеки. Місце приготування робочих розчинів обладнується водонепроникним майданчиком, набором для локалізації розливів, душем/мийкою очей, контейнерами для тари та ЗІЗ. Обов'язкові фільтрувальні респіратори класу не нижче Р2/Р3, захисні окуляри/щитки, нітрилові рукавиці, костюми-халати, гумові чоботи; персонал проходить навчання щодо періодів безпечного входу (re-entry), буферних зон і метеовікон, калібрування обприскувача й утилізації промивних вод. Добрива з ризиком корозії або виділення газів зберігаються окремо; при роботі з аміачною селітрою, КАС та іншими агресивними продуктами - додаткові засоби захисту і заборона змішування несумісних речовин.

Пилогазонебезпечні роботи в зерносховищах і на токах організуються за правилами вибухопожежної безпеки: регулярне прибирання пилу, заземлення та вирівнювання потенціалів, заборона «гарячих робіт» без наряду-допуску, наявність і обслуговування іскрогасників, використання іскробезпечного інструменту. Вхід у бункери/силоси лише за нарядом із

газоаналізом (вміст кисню, CO<sub>2</sub>), зі страхувальним спорядженням, верхньою страховкою і спостерігачем, із повною зупинкою і LOTO всіх механізмів подачі/вивантаження.

Електробезпека забезпечується справними заземленнями, використанням ПЗВ/УЗО у вологих приміщеннях, періодичними вимірами опору ізоляції та петлі «фаза-нуль», заборонаю саморобних подовжувачів та експлуатації кабелів із пошкодженою ізоляцією. Пожежна безпека включає категорювання приміщень, оснащення вогнегасниками відповідних типів і калібрів, їх щоквартальні огляди, інструктажі з евакуації і навчальні тривоги двічі на рік, рознесене зберігання пального, заправлення лише на відведених майданчиках із антистатичним захистом і заборону паління поза спеціально обладнаними місцями.

Управління мікрокліматом і ергономікою потребує регламентації тривалості змін у спеку й холод, забезпечення водою та тіньовими зонами, планування перерв, використання протишумових навушників і антивібраційних рукавиць на гучних/вібронебезпечних машинах, механізації ручних підйомів, гнучкого планування режиму робіт, щоби мінімізувати втому, а також медоглядів із акцентом на слух, дихальну систему, опорно-руховий апарат і вакцинацію від правця

Система засобів індивідуального захисту повинна бути стандартизованою, з видачею під розпис, картами підбору розмірів, графіком заміни фільтрів і миттєвою заміною пошкоджених ЗІЗ. На робочих місцях — аптечки, носилки, укомплектовані шафи для ЗІЗ, станції для промивання очей, доступ до питної води і санітарних вузлів. План реагування на НС має містити перелік ризикових сценаріїв (пожежа, розлив хімікатів, травма з кровотечею, ураження струмом, тепловий удар), порядок дій, схеми оповіщення, контакти служб, точки збору і призначених відповідальних; не рідше двох разів на рік проводяться тренування.

Для підвищення дисципліни і прозорості потрібні стандартизовані форми: щоденні чек-листи стану техніки, журнали інструктажів і нарядів-

допусків, акти перевірок, карти ризиків на ділянках, плани-схеми евакуації, маршрутні карти руху техніки, записи про видачу ЗІЗ і пестицидів, карти калібрування обприскувачів і протоколи розслідувань інцидентів. Результати внутрішніх аудитів і спостережень за небезпечними ситуаціями обговорюються щомісяця на нарадах з ухваленням коригувальних дій із відповідальними та термінами.

Практична дорожня карта для господарства може виглядати так: протягом перших 30 днів базовий аудит умов праці, оновлення реєстру ризиків, перевірка і доукомплектація ЗІЗ, відновлення огорожень і ЛОТО; до 60-го дня повний цикл навчання основних категорій працівників, відпрацювання пожежних і перших домедичних дій; до 90-го дня впровадження чек-листів, графіка ТО безпечного стану, системи реєстрації «майже-інцидентів» і щомісячних міні-аудитів на місцях. Далі система підтримується через квартальні огляди техніки, сезонні інструктажі та щорічний перегляд ризиків і політик.

Реалізація наведених заходів формує кероване виробниче середовище: зменшується травматизм, скорочуються простої, стабілізується якість робіт у пікові періоди, знижується собівартість через менші непрямі втрати і страхові витрати. Для фермерського господарства це означає не лише відповідність вимогам законодавства та стандартів, а й реальну конкурентну перевагу у вигляді передбачуваності операцій і готовності до шоків погоди та ринку.

## ВИСНОВКИ

1. Агрометеорологічні умови 2025 року в Кам'янському районі були термічно сприятливими, але гідрологічно дефіцитними (особливо в червні–липні), що підвищило чутливість нуту до браку ґрунтової вологи у фазах бутонізації–цвітіння та визначило необхідність вологозберігальних технологій і ранніх строків сівби.

2. Смугове глибоке рихлення (strip-till) стабільно покращувало водний режим упродовж вегетації: на старті +6–7% до запасів вологи, у критичному вікні ВВСН 60–69 перевага сягала 150–245 м<sup>3</sup>/га порівняно з традиційною системою; на фініші різниця згасала, що вказує на продуктивне використання накопиченої води посівом, а не на непродуктивне випаровування.

3. Формування асиміляційного апарату під strip-till було потужнішим і тривалішим: у фазах ВВСН 60–79 площа листкової поверхні зростала в середньому на 9–11% (пікові значення для 0,30×60), а на завершенні вегетації утримувалася вищою на ~14%, що безпосередньо підтримало закладання бобів і налив насіння.

4. Урожайність нуту достовірно зросла від переходу до смугового рихлення: середній приріст відносно традиційної системи становив 0,31 т/га; максимальне значення зафіксовано у комбінації strip-till × 0,30×60 см — 2,96 т/га, що перевищило базовий традиційний 45-см рядок на 0,44 т/га; взаємодія «система × спосіб сівби» була істотною (прирости до 0,38 т/га).

5. Геометрія розміщення рядків істотно впливала на результат: стрічкові схеми 0,30×60 і 0,30×45 у середньому переважали 45 см на 0,17 і 0,13 т/га відповідно, тоді як надмірне міжстріччя 0,30×75 знижувало врожай в обох системах через повільніше змикання покриву та вищі непродуктивні втрати вологи.

6. Економічна ефективність підтвердила технологічну перевагу strip-till: за ціни реалізації 27 000 грн/т валова виручка зростала на 8,2 тис. грн/га, собівартість 1 т знижувалася на ~6,8% (з 6109 до 5693 грн/т), умовно чистий

прибуток зростав на  $\sim 7,5$  тис. грн/га, рентабельність – із 342 до 375%; найкраща комбінація (strip-till  $\times 0,30 \times 60$ ) забезпечила прибуток 63,8 тис. грн/га та рентабельність  $\approx 395,5\%$ .

7. Практична рекомендація для Північного Степу (умов ТОВ «НІКА АГРО 2020»): впроваджувати смугове глибоке рихлення зі стрічковою дворядковою сівбою  $0,30 \times 60$  см, інокуляцією насіння спеціалізованими *Mesorhizobium*, локалізованим P–S живленням, мульчуванням і мінімізацією проходів техніки під супутникову навігацію; така конфігурація найкраще узгоджується з водним дефіцитом, підсилює роботу листкового апарату та забезпечує найвищу і стабільну економічну віддачу.

## РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для забезпечення стабільної врожайності зерна нута на рівні 3,0 т/га за раціонального використання природних і виробничих ресурсів доцільно застосовувати локалізовану (смугову) систему обробітку ґрунту та стрічкову дворядкову сівбу з чітко регламентованими параметрами.

Рекомендується: 1) здійснювати основний і передпосівний обробіток у смуговій конфігурації: відразу після збирання попередника провести дискове лущення стерні з подальшим дискуванням; восени сформувати смуги глибокого безвідвального розпушення на глибину близько 0,40 м з міжосьовою відстанню 0,90 м у зяб; навесні виконати покривне боронування для збереження вологи та локальне передпосівне фрезерування лише в межах розпушених смуг (8–10 см) з мінімізацією проходів техніки й збереженням мульчі у міжсмуговому просторі; сівалку орієнтувати так, щоб рядки точно збігалися з центрами смуг (за наявності – із супутниковою навігаційною прив'язкою, допустиме відхилення не більше  $\pm 3$  см).

2) проводити висів нуту стрічковим дворядковим способом за схемою 30×60 см у ранньовесняні строки по фізично стиглому ґрунту; глибину загортання насіння витримувати в межах 4–6 см (за недостатнього зволоження – до 6–7 см) із забезпеченням рівномірності посівного ложа в смузі розпушення. Така конфігурація технології спрямована на зниження щільності складення в кореневмісному шарі, покращення інфільтрації та збереження продуктивної вологи у критичні фази органогенезу, що в умовах Північного Степу забезпечує передумови для стабільної реалізації врожайності на рівні не нижче 3,0 т/га.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В., Колісник С.І., Воронецька І.С., Кобак С.Я. Обґрунтування інтенсифікації виробництва зернобобових культур в Україні. *Web of Scholar*. 6 (24), Vol.4. 2018. С. 22–29.
2. Адаменко Т. Зміна агрокліматичних умов та їх вплив на зернові господарства. *Агроном*. 2006. № 3. С. 12–15.
3. Барзо І.Т. Продуктивність нуту залежно від технології вирощування в Правобережному Лісостепу України: автореф. на здобуття ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.09 «Рослинництво» К., 2013. С. 21.
4. Vdovenko S.A., Pansyreva H.V., Palamarchuk I.I., Lytvynuk H.V. Symbiotic potential of snap beans (*Phaseolus vulgaris* L.) depending on biological products in agrocenosis of the RightBank Forest-steppe of Ukraine. *Ukrainian journal of Ecology*. 2018. № 8 (3). С. 270–274.
5. Mazur V.A., Mazur K.V., Pansyreva 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.
6. Кернасюк Ю. Перспективний нут: Технологія вирощування нуту в Україні. *Агробізнес сьогодні*. №14. 2018. С. 33–41.
7. Горобчук А. Великі перспективи бобових культур. *Агробізнес сьогодні*. №11. 2017. С. 24-29.
8. Гирка А.Д., Бочевар О.В., Сидоренко Ю.Я. Врожайність зерна нуту залежно від агротехнічних заходів вирощування в умовах північного Степу України. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2013. № 4. С. 53–57.
9. Бушулян О. Особливості вирощування нуту за безгербіцидної технології. *Пропозиція*. 2017. № 5. С. 78–83. 144
10. Finkel T., Holbrook J. Oxidants, oxidative stress and the biology of ageing. *Nature*. 2000. V. 480. P. 239–247. 25. Okon Y., Itzigsohn R., Burdman S.,

- Hampel M. Advanced in agronomy and ecologi of the Azospirillum. Nitrogen Fixation: Fundamentals and Applications. 1995. P. 635–640.
11. Лихочвор В.В., Пушак В.І. Вплив мінеральних добрив на урожайність нуту в умовах Лісостепу Західного. Інноваційні технології в рослинництві. Наукова інтернет-конференція (15 травня 2018 р.). м. Вінниця. С. 100-102.
  12. Петриченко В.Ф., Камінський В.Ф., Патица В.П. Бобові культури і сталий розвиток агроєкосистем. Корми і кормовиробництво. 2003. Вип. 51. С. 3.
  13. Mazur, V.A., Branitskyi, Y.Y., Pansyryeva, H.V. (2020). Bioenergy and economic efficiency technological methods growing of switchgrass. Ukrainian Journal of Ecology, 10 (2), 8–15. doi: 10.15421/2020\_56.
  14. Чабаненко Д. Україна наростила площі під нутом до 36 тисяч гектарів. URL: <https://superagronom.com/news/6458-ukrayina-narostila-ploschid-nutom-do-36-tisyach-gektariv>.
  15. Петрів І.М., Власенко В.М. Рекомендації з проведення веснянопольових робіт в агроформуваннях Одеської області у 2018 році. Селекційногенетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення. Одеса. 2018 р. С. 24–27.
  16. Марков І. Як отримати високий урожай нуту. Агробізнес сьогодні. №16. 2019. С.12–19.
  17. Лавренко Н.М. Ефективність використання води посівами нуту залежно від технологічних прийомів його вирощування за різних умов зволоження. Корми і кормовиробництво. м. Вінниця. 2014. Вип 79. С. 190–195.
  18. Лихочвор В.В., Пушак В.І. Урожайність нуту залежно від елементів інтенсифікації технології вирощування. «НАУКОВІ ГОРИЗОНТИ», «SCIENTIFIC HORIZONS» № 2 (65), 2018 р. С. 11–16.
  19. Лихочвор В.В., Пушак В.І. Вплив норм висіву та інтенсифікації технології на формування урожайності сортів нуту. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2018. Вип. 1. С. 133–141.

20. Нестерець Д. Нут - клондайк українського агроринку. URL: <https://farmerscan.com/uk/news/39-chickpea-the-klondike-of-the-ukrainian-agromarket>.
21. Любич В.В. Баланс основних елементів живлення в ґрунті за різних доз і строків внесення добрив під тритікале яре. Агрохімія і ґрунтознавство. Харків, 2011. № 74. С. 107–109.
22. Гамаюнова В.В., Томницький А.В. Баланс основних елементів живлення у ґрунті залежно від внесення мінеральних добрив під нут. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2013. Вип. 1. С. 103–110.
23. Pryanishnikov D.N., Yakushkin I.V. (1935). Nut [The chickpea]. *Agricultural Plants*. Moscow. P. 316–318. 40. Бушулян О.В., Січкач В.І. Сучасна технологія вирощування нуту. Методичні рекомендації. СГІ-Одеса: НЦНС. 2011. 31 с.
24. Пушчак В.І. Продуктивність нуту залежно від рівня мінерального живлення в умовах Західного Лісостепу. Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН. 2018. С. 50–57.
25. Мойсієнко В.В. Наукове обґрунтування шляхів підвищення продуктивності нуту (*Cicer arietinum* L.) в Україні. Вісник ЖНАЕУ. 2017. № 2 (61). т. 1. С. 3–11.
26. Каленська С., Охота А. Нут лучше сои: агротехника вирощування. Пропозиція. №12. 2013. С. 12. 48. Krotzky A. Plant characteristics limiting associative N<sub>2</sub> fixation with two cultivars of sorghum mutants. A. Krotzky, R. Bergold, D. Werner. *Soil Biol. Biochem.* 1988. V. 20. P. 157–162.
27. Richardson D. A. The influence of combined nitrogen on nodulation and nitrogen fixation by *Rhizobium meliloti*. Richardson D.A., Jordan D.C., Garrard E.H. *Canad. J. Plant Sci.* 1957. V. 37. N. 3. P. 205–214.
28. Бушулян О.В., Січкач В.І., Бабаянц О.В. Інтегрована система захисту нуту від бур'янів, шкідників і хвороб. Методичні рекомендації. Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення (СГІ-НЦНС). 2012 р. С. 1–25.

29. Філоненко Т.А. Функціональна діагностика мінерального живлення рослин нуту за одностороннього внесення азотних добрив. Вісник ХНАУ. № 2. 2013. Агрохімія. С. 105–109.
30. V.A. Mazur, H.V. Pantsyreva, K.V. Mazur and I.M. Didur Influence of the assimilation apparatus and productivity of white lupine plants. *Agronomy Research* 17, 2019. 206-219. <http://dx.doi.org/10.15159/ar.19.024>.
31. Тимошкин О.А., Аленин П.Г., Зеленцов И.А. Перспективные сорта нута для условий лесостепи Среднего Поволжья. *Нива Поволжья*. 2014. № 2 (31). С. 45–50.
32. Горобчук А. Великі перспективи бобових культур. *Агробізнес сьогодні*. №11. 2017. С. 24–29. 155. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В., Колісник С.І., Воронецька І.С., Кобак С.Я. Обґрунтування інтенсифікації виробництва зернобобових культур в Україні. *Web of Scholar*. 6 (24), Vol.4. 2018. С. 22–29.
33. Підпалій І.Ф., Липовий В.Г., Панцирева Г.В. Формування урожайності люпину білого залежно від технологічних прийомів вирощування. *Аграрна економіка*. м. Вінниця. 2015. Т 8. № 3-4. С. 83–87.
34. V.A. Mazur, K.V. Mazur, H.V. Pantsyreva. Influence of the technological aspects growing on quality composition of seed white lupine (*Lupinus albus* L.) in the Forest Steppe of Ukraine *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. Volume 9. P. 50–55.
35. Цагараева Э.А. Новые микроудобрения на семенных посевах клевера. *Сборник научных трудов СОО АНВШ Р.Ф. Владикавказ*. 2006. № 3. С. 165–167. 56. Karr D.B., Waters J.K., Suzuki F., Emerich D.W. Enzymes of the Poly-beta-Hydroxybutyrate and Citric Acid Cycles of *Rhizobium japonicum* Bacteroids. *Plant Physiol*. 1984 Aug. 75 (4). P. 1158–1162.
36. Панцирева Г.В. Вплив елементів технології вирощування на індивідуальну продуктивність рослин люпину білого. *Вісник ДДАЕУ*. 2016. Вип. № 4 (42). С. 16–19.

37. Панцирева Г.В. Вплив елементів технології на функціонування асиміляційного апарату люпину білого. ЗНП ННЦ «Інститут землеробства НААН». 2018. Випуск 3. С. 55–61
38. Биологическая фиксация азота: бобово–ризобийный симбиоз. С.Я. Коць, В.В. Моргун, В.Ф. Патика и др.. К.: Логос. 2010. Т. 1. 608 с.
39. Біологічний азот. Патика В.П., Коць С.Я., Волкогон В.В. [та ін.]. Київ: Світ. 2003. 424 с. 62. Коць С.Я. Особенности взаимодействия растений и азотфиксирующих микроорганизмов. [Коць С.Я., Береговенко С.К., Кириченко Н.В., Мельникова Н.Н.]. К.: Наук. Думка. 2007. 314 с.
40. Курдиш І.К. Інтродукція мікроорганізмів у агроєкосистеми. К.: Наукова думка. 2010. 255 с. 64. Вавилов П.П., Посыпанов Г.С. Бобовые культуры и проблемы растительного белка. М.: Россельхозиздат. 2007. 256 с.
41. Дідович С.В. Ефективність симбіотичної азотфіксації в агроценозах України. Сільськогосподарська мікробіологія: міжвід. темат. наук. зб. Чернігів. 2008. Вип. 8. С. 117–125.
42. Господаренко Г.М., Прокопчук В.І., Прокопчук С.В. Симбіотична азотфіксувальна здатність нуту та продуктивність культури за різного удобрення. Сільськогосподарська мікробіологія. 2017. Вип. 25. С. 25–30.
43. Векірчик К.М. Стан і перспективи досліджень впливу обробки насіння БАР та інокуляції ризобіями на азотфіксацію, ріст, розвиток і продуктивність квасолі звичайної та сої культурної в умовах Тернопільської області. Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліть. К., 2001. С. 231–236.
44. Семцов А.В., Бабич О.А. Реакція рослин сої на інокуляцію та внесення різних доз мінеральних добрив в умовах центрального Лісостепу України. Вісн. аграр. науки. 2001. № 2. С. 71–72.
45. Бабич Н.Н. Бактеризация – прием повышения производства белка. Зерновые культуры. 1997. №3. С. 19–20.
46. Бутинська Г.О., Антипчук А.Ф., Валагурова О.В. [та ін.] Мікробні препарати в рослинництві – важливий фактор біологізації землеробства.

- Оптимізація структури агроландшафтів і раціональне використання ґрунтових ресурсів: конф. ін-ту агроєкології УААН: тез. доп. К. 2002. С. 20–24.
47. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика. [В.В. Волкогон, О.В. Надкернична, Т.М. Ковалевська та ін.]. К.: Аграрна наука. 2006. 302 с.
  48. Січкач В.І. Роль зернобобових культур у вирішенні білкової проблеми в Україні. Міжвідомчий тематичний наук. зб. Корми і кормовиробництво. Вінниця: Друк ТОВ ПЦ «Енозіс», 2004. Вип. 53. С. 11–15.
  49. Direct selection for curing and deletion of Rhizobium plasmids using transposons carrying the Bacillus subtilis sacB gene. [Hynes M. F., Quandt J., O'Connell M. P., Pühler A.]. Gene 78. 1989. P.111–120.
  50. Щигорцова О.Л., Дідович С.В., Віденська Г.Я. Мікробіологічні препарати різної функціональної дії в агротехнологіях вирощування нуту. Південна дослідна станція інституту сільськогосподарської мікробіології НААН України. 2009.
  51. Москалець В.В., Шинкаренко В.К., Москалець В.І. Вплив мікробних препаратів на інтенсивність фіксації атмосферного азоту. Агроєкологічний журнал. 2006. № 3. С. 30–35.
  52. Воробей Н.А. Ефективність симбіотичних систем люцерни за інокуляції Tn5 – мутантами Sinorhizobium Meliloti. Физиология и биохимия культурных растений. 2007. Т. 39. № 2. С. 105–113.
  53. Khurana A.L. Influence of host, moisture and native rhizobial population on nodule occupancy in chickpea (*Cicer arietinum*). A.L. Khurana, P.K. Sharma, S.S. Dudeja. Zentralbl. Mikrobiol. 1991. V. 146. № 2. P. 137–141.
  54. Гончар Л.М., Щербакова О.М. Польова схожість і виживаність рослин нуту за передпосівної обробки насіння. Вісник ЖНАЕУ. Рослинництво, селекція та кормовиробництво. №2 (50). т.1. 2015. С. 203-207.
  55. Каленська С.М. Щербакова О.М., Гончар Л.М. Асиміляційна діяльність посівів нуту залежно від сортових особливостей та передпосівної обробки

- насіння. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агрономія і біологія. 2014. Вип. 9. С. 110–113.
56. Каленська С.М., Новицька Н.В. Формування врожаю нуту під впливом елементів технології вирощування. Сільське господарство. Рослинництво. ВІСНИК Полтавської державної аграрної академії. № 2. 2012. С. 21–25
57. Алексєєв О. О. Вплив екологічних факторів на розвиток і продуктивність бобово-ризобіального симбіозу. Сільське господарство та лісівництво. Екологія та охорона навколишнього середовища. 2016. №4. С. 187–196.
58. Петриченко В.Ф., Камінський В.Ф., Патица В.П. Бобові культури і сталий розвиток агроєкосистем. Міжвідомчий тематичний наук. зб. Корми і виробництво. Вінниця: Тезис. 2003. Вип. 51. С. 5–10. 116. Безуглий М.Д., Булгаков В.М., Гриник І.В., Безуглий М.Д. Науково-практичні підходи до використання соломи та рослинних решток. Вісник аграрної науки. 2010. №3. С. 5–8.
59. Когут І.М., М.М. Жук. Вплив попередників на якість товарного зерна озимої пшениці. Таврійський науковий вісник: зб. наук. пр. Херсон. 2009. Вип.67. С.30–36. 120. Протопіш І.Г. Ефективність вирощування пшениці озимої в залежності від попередника в умовах Лісостепу правобережного. Техника и технология. Научные предложения. Сопот: 27-28.02. 2015. С. 8–12
60. Третьякова С.О. Польова схожість насіння і врожайність пшениці озимої за різних строків сівби та норм висіву. Зб.наук.пр. Уманського національного університету садівництва. Ч. 1. Агрономія. 2010. Вип. 74. С. 16–22.
61. Тимошкин О.А., Аленин П.Г., Зеленцов И.А. Перспективные сорта нута для условий лесостепи Среднего Поволжья. Нива Поволжья. 2014. № 2 (31). С. 45–50.
62. Горобчук А. Великі перспективи бобових культур. Агробізнес сьогодні. №11. 2017. С. 24–29. 155. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В., Колісник С.І.,

Воронецька І.С., Кобак С.Я. Обґрунтування інтенсифікації виробництва зернобобових культур в Україні. Web of Scholar. 6 (24), Vol.4. 2018. С. 22–29.

63. Гандзюк М. П. Основи охорони праці : Підручник. 2-е вид. / Гандзюк М.П., Желібо Є. П., Халімовський М. О. –К. : Каравела, 2004. – 408 с.
64. Єщенко В.О., Копитко П. Г., Костогриз П. В.; Опришко В. П. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник. Вінниця: Едельвейс і К, 2014. 332 с.
65. Науково-теоретичні засади та практичні аспекти формування еколого-безпечних технологій вирощування та переробки сорго в степовій зоні України : монографія. Херсон. 2017. 208 с.
66. Шевченко С.М. Система інноваційних методів контролювання забур'яненості в степовому землеробстві / Шевченко С.М., Шевченко О.М. – Инновационные подходы к развитию сельского хозяйства : монография / [авт.кол. : Винокуров И.Н., Горшкова Л.М., Шевченко С.М. и др.]. – Одесса: КУПРИЕНКО СВ, 2015 – 114 с.